

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
САДОВОДСТВА, ВИНОГРАДАРСТВА, ВИНОДЕЛИЯ»

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

Том 21

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРА- БОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

**Материалы Международного научно-практического форума
«Перспективные технологии в агропромышленном комплексе»
(3-7 сентября 2018 г.)**

**North Caucasian Federal Scientific Center
of Horticulture, Viticulture, Wine-making**

SCIENTIFIC WORKS

Volume 21

ADVANCED TECHNOLOGIES OF STORAGE AND PRO- CESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

**Materials of the International Scientific and Practical Forum
"Perspective technologies in the agricultural-industrial complex"
(September 3-7, 2018)**

Краснодар, 2018

УДК 664:631:633: 634:635:637: 338.43
ББК 42.36/36.87
Н 34

Научные труды СКФНЦСВВ. Перспективные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. – Том 21. – 188 с.

Ответственные за выпуск

Викторова Е.П., Горлов С.М., Лукьяненко М.В., Шахрай Т.А., Лисовая Е.В.

Рецензенты

Калманович С.А., Красина И.Б., Решетова Р.С., Шаззо А.Ю., Касьянов Г.И.,
Кононенко С.И., Викторова Е.П., Першакова Т.В.

Научные труды включают статьи, представленные на Международный научно-практический форум «Перспективные технологии в агропромышленном комплексе», проводимый при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №18-016-20014. Основное внимание уделено созданию перспективных технологий хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, производства и хранения пищевых продуктов. Отражено современное состояние исследований в области технологий производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения, а также приоритетные направления их развития. Особое внимание уделено производству пищевых и кормовых добавок, а также их применению, как вспомогательному механизму создания продуктов здорового питания. Освещены проблемы разработки современных методов оценки качества, безопасности и идентификации сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов. Издание предназначено для сотрудников и аспирантов научных учреждений и ВУЗов, а также специалистов в области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Scientific Works of NCFSCHVW. Advanced technologies of storage and processing of agricultural products. – Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW, 2018. – Volume 21. – 188 p.

Responsible for the release

Viktorova E.P., Gorlov S.M., Lukyanenko M.V., Shakhrai T.A., Lisovaya E.V.

Reviewers

Kalmanovich S.A., Krasina I.B., Reshetova R.S., Shazzo A.Yu., Kasyanov G.I.,
Kononenko S.I., Viktorova E.P., Pershakova T.V.

The Scientific Works include articles presented at the International scientific and practical forum "Advanced technologies in the agro-industrial complex", held under the financial support of the Russian Foundation for basic research, project №18-016-20014. The main attention is paid to the creation of advanced technologies of storage and complex processing of agricultural raw materials, production and storage of foodstuff. The current state of research in the field of food production technologies for functional and specialized purposes, as well as the priority directions of their development, is reflected. Special attention is paid to the production of food and feed additives, as well as their use as an auxiliary mechanism for creating healthy food products. The problems of development of modern methods of quality assessment, safety and identification of agricultural raw materials and food products are covered. The publication is intended for employees and graduate students of scientific institutions and universities, as well as specialists in the field of storage and processing of agricultural products.

Состав редакционной коллегии сборника
«Научные труды СКФНЦСВВ»

Главный редактор

Егоров Е.А., академик РАН, д-р экон. наук, профессор, директор ФГБНУ СКФНЦСВВ

Редакционная коллегия:

Ильина И.А. (заместитель главного редактора), д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБНУ СКФНЦСВВ

Макарова Э.В., ответственный редактор ФГБНУ СКФНЦСВВ

Агеева Н.М., д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ СКФНЦСВВ

Викторова Е.П., д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по науке КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ

Воробьева Т.Н., д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ СКФНЦСВВ

Гугучкина Т.И., д-р техн. наук, профессор, заведующая научным центром «Виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ

Горлов С.М., канд. техн. наук, доцент, директор КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ

Драгавцева И.А., д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ СКФНЦСВВ

Заремук Р.Ш., д-р с.-х. наук, доцент, заведующая научным центром «Сортоизучения и селекции» ФГБНУ СКФНЦСВВ

Казахмедов Р.Э., д-р биол. наук, заместитель директора по научной работе ДСОСВиО – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ

Лукьянов А.А., канд. с.-х. наук, директор АЗОСВиВ – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ

Ненько Н.И., д-р с.-х. наук, профессор, заведующая лабораторией физиологии и биохимии растений ФГБНУ СКФНЦСВВ

Панкин М.И., д-р с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФГБНУ СКФНЦСВВ

Першакова Т.В., д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ

Петров В.С., д-р с.-х. наук, заведующий ФНЦ «Виноградарство и виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ

Подгорная М.Е., канд. биол. наук, заведующая лабораторией защиты плодовых и ягодных культур» ФГБНУ СКФНЦСВВ

Попова В.П., д-р с.-х. наук, доцент, заведующая научным центром «Агрохимии и почвоведения» ФГБНУ СКФНЦСВВ

Причко Т.Г., д-р с.-х. наук, профессор, заведующая ФНЦ «Садоводство» ФГБНУ СКФНЦСВВ

Супрун И.И., канд. биол. наук, заведующий лабораторией генетики и микробиологии ФГБНУ СКФНЦСВВ

Ульяновская Е.В., д-р с.-х. наук, заведующая лабораторией сортоизучения и селекции садовых культур ФГБНУ СКФНЦСВВ

Фейзуллаев Б.А., канд. с.-х. наук, директор ДСОСВиО – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ

Шадрина Ж.А., д-р экон. наук, доцент, заведующая лабораторией экономики ФГБНУ СКФНЦСВВ

Юрченко Е.Г., канд. с.-х. наук, заведующая научным центром «Защита и биотехнология растений» ФГБНУ СКФНЦСВВ

Editorial staff of the collection
«Scientific Works of NCF SCHVW»

Chief Editor

Egorov E.A., Academician of RAS, Dr.Sci.Econ., Professor, Director of FSBSI NCF SCHVW

Editorial Team

Ilna I.A. (Deputy Chief Editor), Dr. Sci. Tech., Professor, Deputy Chief for scientific work,
FSBSI NCF SCHVW

Makarova E.V., Executive Editor, FSBSI NCF SCHVW

Ageyeva N.M., Dr. Sci. Tech., Professor, Chief Research Associate, FSBSI NCF SCHVW

Viktorova E.P., Dr. Sci. Tech., Professor, Deputy Chief for scientific work,
KRISP – Branch of FSBSI NCF SCHVW

Vorobiova T.N., Dr. Sci. Agr., Professor, Chief Research Associate, FSBSI NCF SCHVW

Guguchkina T.I., Dr. Sci. Agr., Professor, Head of SC «Wine-making», FSBSI NCF SCHVW

Gorlov S.M., Cand. Tech. Sci., Docent, Director of KRISP – Branch of FSBSI NCF SCHVW

Dragavtseva I.A., Dr. Sci. Agr., Professor, Chief Research Associate,
FSBSI NCF SCHVW

Zaremkov R.Sh., Dr. Sci. Agr., Docent, Head of SC «Variety study and Breeding»,
FSBSI NCF SCHVW

Kazakhmedov R.E., Dr. Sci. Biol., Deputy Chief of DSTSVH
– Branch of FSBSI NCF SCHVW

Lukyanov A.A., Cand. Agr. Sci., Director of AZESVW – Branch of FSBSI NCF SCHVW

Nenko N.I., Dr. Sci. Agr., Professor, Head of Laboratory of Physiology
and Biochemistry of Plants, FSBSI NCF SCHVW

Pankin M.I., Dr. Sci. Agr., Docent, Leading Research Associate, FSBSI NCF SCHVW

Pershakova T.V., Dr. Sci. Tech., Professor, Chief Research Associate,
KRISP – Branch of FSBSI NCF SCHVW

Petrov V.S., Dr. Sci. Agr., Head of FSC «Viticulture and Wine-making», FSBSI NCF SCHVW

Podgornaya M.E., Cand. Biol. Sci., Head of Laboratory of Fruit and Berry plants Protection,
FSBSI NCF SCHVW

Popova V.P., Dr. Sci. Agr., Docent, Head of SC «Agrochemistry and Soil Science»,
FSBSI NCF SCHVW

Prichko T.G., Dr. Sci. Agr., Professor, Head of FSC «Gardening», FSBSI NCF SCHVW

Suprun I.I., Cand. Biol. Sci., Head of Laboratory of Genetics and Microbiology,
FSBSI NCF SCHVW

Ulyanovskaya E.V., Dr. Sci. Agr., Head of Laboratory of Variety study
and Garden crops Breeding, FSBSI NCF SCHVW

Feizullaev B.A., Cand. Agr. Sci., Director of DSTSVH – Branch of FSBSI NCF SCHVW

Shadrina Zh.A., Dr. Sci. Econ., Docent, Head of Economics Laboratory, FSBSI NCF SCHVW

Yurchenko E.G., Cand. Agr. Sci., Head of SC «Protection and Biotechnology of Plants»,
FSBSI NCF SCHVW

СОДЕРЖАНИЕ

Петров А.Н., Кондратенко В.В. Инновационный вектор современных технологий хранения, переработки и оценки качества пищевой продукции.....	9
Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Злобина Е.Ю., Княжеченко О.А., Гаряева Х.Б., Мосолова Д.А. Новые подходы в производстве и переработке животноводческого сырья на основе современных молекулярно-генетических и биотехнологических методов.....	14
Альпейсов Ш.А. Влияние йодсодержащей кормовой добавки бальзам «Возрождение плюс» на продуктивность молодняка мясной птицы.....	23
Городецкий В.О., Люсий И.Н., Даишева Н.М., Семенихин С.О., Котляревская Н.И., Усманов М.М. Инновационные технологии в области очистки густых продуктов свеклосахарного производства.....	28
Викторова Е.П., Шахрай Т.А., Великанова Е.В., Федосеева О.В., Агафонов О.С., Прудников С.М. Оценка экономической эффективности экологически безопасного способа идентификации растительных лецитинов с применением импульсного метода ЯМР.....	33
Федосеева О.В., Викторова Е.П., Шахрай Т.А., Великанова Е.В., Матвиенко А.Н., Вершинина О.Л. Исследование влияния пищевой добавки «Порошок грушевый» на качество хлебобулочных изделий.....	38
Кондратенко В.В., Царева М.А., Кондратенко Т.Ю., Давыдова А.Ю., Алабина Н.М. О декатионизации пектинсодержащего сырья на примере свекловичного жома.....	42
Курбатова Е.И., Соколова Е.Н., Борщева Ю.А., Римарева Л.В. Повышение пищевой ценности напитков функционального назначения на основе ферментоллизатов растительного сырья.....	49
Юрина Н.А., Кононенко С.И., Скворцова Л.Н., Власов А.Б., Максим Е.А., Данилова А.А. Продуктивность и биологический статус птицы при применении кормовой добавки природного происхождения.....	54
Омаров Р.С., Антипова Л.В. Рациональное использование крови сельскохозяйственных животных для создания продуктов антианемической направленности.....	58
Римарева Л.В., Мочалина П.Ю., Оверченко М.Б., Игнатова Н.И., Сербя Е.М. Исследование процесса получения пищевых и кормовых добавок на основе биоконверсии мицелиальной биомассы.....	62
Волкова Г.С., Куксова Е.В., Соколова Е.Н., Фурсова Н.А. Разработка биотехнологии белковой добавки кормового назначения.....	66
Витол И.С., Мелешкина Е.П., Туляков Д.Г., Герасина А.Ю. Комплексная оценка качества зерна тритикале сорта «Тимирязевская 150».....	72
Архипов Л.О. Применение метода идентификации исходного термического состояния замороженного мяса в условиях производства.....	79
Стародубцева Г.П., Любая С.И., Ливинский С.А., Рубцова Е.И. Применение импульсного электрического поля для подавления патогенной микрофлоры на зерне и семенах озимой пшеницы.....	82
Шобанова Т.В., Творогова А.А. Исследование и оценка дисперсности кристаллов льда в мороженом пломбир.....	88

Линовская Н.В., Мазукабзова Э.В. Определение кристаллизационных свойств жиров, используемых в производстве конфетных масс.....	92
Каповский Б.Р., Пчелкина В.А., Пляшешник П.И. Автоматизация входного контроля мясного сырья на технологических линиях.....	96
Кузнецова Т.Г., Лазарев А.А. Исследование вкусоароматических характеристик вареных колбас с добавлением молотых пряностей и их экстрактов.....	102
Иванкин А.Н., Куликовский А.В., Вострикова Н.Л., Князева А.С., Богословский С.Ю., Болдырев В.С. Хроматографический анализ антибиотических токсикантов в пищевых системах на основе животного сырья.....	107
Кондратьев Н.Б., Казанцев Е.В. Экспресс метод определения аллергена диоксида серы в сульфитированном яблочном пюре.....	112
Антипова Т.А., Фелик С.В., Суркова Н.Г., Симоненко Е.С. Продукт «Спортивный» для питания школьников.....	115
Фелик С.В., Золотин А.Ю., Антипова Т.А., Симоненко С.В. Оптимизация белкового компонента молочных продуктов для детей школьного возраста.....	120
Егорова М.И., Райник В.В., Кретьова Я.А. Информационные технологии как инструмент оценки технологических возможностей линии при получении сахара с заданными характеристиками.....	124
Седова И.Б., Захарова Л.П., Киселева М.Г., Чалый З.А., Тутельян В.А. Фузариотоксины и афлатоксин В ₁ в продовольственном зерне кукурузы в РФ.....	129
Абрамов А.А., Семененко М.П., Кузьминова Е.В. Исследование влияния комплексной кормовой добавки на метаболические функции лабораторных животных.....	138
Бабурина М.И., Горбунова Н.А. Оценка возможности прижизненного обогащения мяса кроликов дефицитными для человека микронутриентами.....	142
Полякова Е.Д., Иванова Т.Н. Особенности состава и свойств травяного сбора, обладающего сахароснижающим эффектом.....	146
Кудряшов В.Л., Алексеев В.В., Маликова Н.В., Погоржельская Н.С. Инновационная мембранная технология производства пищевых и кормовых добавок из зерновой барды и их использование.....	150
Орлова И.В., Иванова Т.Н. Анализ динамики антиоксидантной активности напитков сокосодержащих загущенных обогащенных.....	157
Середа А.С., Костылева Е.В., Великорецкая И.А., Цурикова Н.В., Айсина А.М., Михайличенко Е.А. Эффективность мультиэнзимного препарата на основе нового мутантного штамма <i>Trichoderma reesei</i> при обработке злаковых культур с высоким содержанием некрахмальных полисахаридов.....	160
Сатрутдинов А.Д., Шашков И.А., Кондратьева Е.Г., Рожкова А.М., Зоров И.Н., Сеницын А.П. Оптимизация процесса культивирования штамма <i>Penicillium verrucosum</i> EX13 – продуцента ферментов для кормовых добавок...	164
Лисовая Е.В., Викторова Е.П. Способы определения кислотного числа растительных масел и полученных из них лецитинов и перспективы их развития...	168
Гиль Е.В., Механикова Е. Г., Дубоделова Е.В., Дубовская Л.Ю. Совместное определение свинца, кадмия, меди и цинка в соках методом инверсионной вольтамперометрии.....	173
Кандашкина И.Г., Белинская Н.Г., Мирных Л.А. Исследование качества табачного сырья скелетной группы стран Закавказья.....	180
Матюхина Н.Н., Миргородская А.Г., Шкидюк М.В. Актуальные вопросы исследования кальянных смесей.....	184

CONTENT

Petrov A.N., Kondratenko V.V. Innovative vector of modern technologies of storage, processing and evaluation of food products quality.....	9
Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Zlobina E.Yu., Knyazhichenko O.A., Goryaeva H.B., Mosolov D.A. New approaches to the production and processing of animal raw materials based on modern molecular genetic and biotechnological methods.....	14
Alpeysov Sh.A. Effect of iodine-containing feed additive «Renaissance plus» on the productivity of young poultry.....	23
Gorodetsky V.O., Lucy I.N., Daisheva N.M., Semenikhin S.O., Kotlyarevskaya N.I., Usmanov M.M. Innovative technologies in the field of purification of thick beet-sugar products.....	28
Viktorova, E.P., Shakhrai, T.A., Velikanova E.V., Fedoseeva, O.V., Agafonov O.S., Prudnikov S.M. Evaluation of economic efficiency of environmentally safe method of identification of plant lecithins using pulsed NMR method.....	33
Fedoseeva, O.V., Viktorova, E.P., Shahrai T.A., Velikanova E.V., Matvienko A.N., Vershinina O.L. Research of influence of the food additive «Pear powder» on quality of bakery products.....	38
Kondratenko V.V., Tsareva M.A., Kondratenko T.Yu., Davydova A.Yu., Alabina N.M. On decationization pectinesterase raw materials on the example of beet pulp.....	42
Kurbatova E.I., Sokolova E.N., Borshchev, Y.A., Rimareva L.V. Increasing the nutritional value of functional drinks on the basis of fermentaiton of vegetable raw materials	49
Yurina N.A., Kononenko S.I., Skvortsova L.N., Vlasov A.B., Maxim E.A., Danilova A. A. Productivity and biological status of poultry in the application of feed additives of natural origin.....	54
Omarov R.S., Antipova L.V. Rational use of farm animal blood to create anti-anemic products.....	58
Rimareva L.V., Mochalina P.Yu., Overchenko M.B., Ignatova N.I., Serba E.M. Study of the process of production of food and feed additives based on the bioconversion of mycelial biomass.....	62
Volkova G.S., Kuksova E.V., Sokolova E.N., Fursova N.A. Development of biotechnology of protein supplement for feed purpose.....	66
Vitol I.S., Meleshkina E.P., Tulyakov D.G., Gerasina A.Yu. Comprehensive evaluation of triticale grain variety «Timiryazevskaya 150».....	72
Arkhipov L.O. Application of the method of identification of the initial thermal state of frozen meat in the conditions of production.....	79
Starodubtseva G.P., Lyubaya S.I., Livinsky S.A., Rubtsova E.I. Application of pulsed electric field for suppression of pathogenic microflora on grain and seeds of winter wheat.....	82
Shobanova T.V., Tvorogova A.A. Study and assessment of dispersion of ice crystals in ice cream.....	88

Linovskaya N.V., Mazukabzova E.V. Determination of crystallization properties of fats used in the production of candy masses.....	92
Каповский B.R., Pchelkina V.A., Plyasheshnik P.I. Automation of input control of meat raw materials on technological lines.....	96
Kuznetsova T.G., Lazarev A.A. Research of flavor characteristics of cooked sausages with addition of ground spices and their extracts.....	102
Ivankin A.N., Kulikovskiy A.V., Vostrikova N.L. Knyazeva A.S., Bogoslovskii S.Yu., Boldyrev V.S. Chromatographic analysis of antibiotic toxicants in food systems based on animal raw materials.....	107
Kondratiev N.B., Kazantsev E.V. Express method for determination of allergen sulfur dioxide in sulfated apple puree.....	112
Antipova T.A., Felik S.V., Surkova N.D., Simonenko E.S. Product «Sportivnyj» for school nutrition.....	115
Felik S.V., Zolotin A.Yu., Antipova T.A., Simonenko S.V. Optimization of the protein component of dairy products for school-age children.....	120
Egorova M.I., Raynik V.V., Kretova Y.A. Information technology as a tool for assessing the technological capabilities of the line in the production of sugar with the specified characteristics.....	124
Sedova, I.B., Zakharova L.P., Kiseleva M.G., Chaly Z.A., Tutelyan V.A. The Fusarium mycotoxins and aflatoxin B ₁ in grain maize in Russia.....	129
Abramov A.A., Semenenko M.P., Kuzminova E.V. Study of the effect of complex feed additive on the metabolic functions of laboratory animals	138
Baburina M.I., Gorbunova N.A. Assessment of the possibility of intravital enrichment of rabbit meat with micronutrients, which are scarce for humans.....	142
Polyakova E.D., Ivanova T.N. Features of the composition and properties of the herbal collection, which has a hypoglycemic effect.....	146
Kudryashov V.L., Alekseev V.V., Malikova N.V., Pogorzelskaya N.S. Innovative membrane technology in the production of food and feed supplements from grain stillage and their use.....	150
Orlova I.V., Ivanova T.N. Analysis of the dynamics of antioxidant activity of juice beverages, thickened and enriched.....	157
Sereda A.S., Kostyleva E.V., Velikoretskaya I.A., Tsurikova N.V. Aisina A.M., Mikhaylichenko E.A. The effectiveness of a multi-enzyme preparation based on a new mutant strain of <i>Trichoderma reesei</i> in the treatment of cereals with a high content of non-starch polysaccharides.....	160
Satrutdinov A.D., Shashkov, I.A., Kondrat'eva E.G., Rozhkova A.M., Zorov I.N., Sinitsyn A.P. Optimization of process of cultivation of the strain of <i>Penicillium verruculosum</i> EX13 – producer of enzymes for feed additives.....	164
Lisovaya E.V., Viktorova E.P. Methods for determining the acid number vegetable oils and derived lecithins and prospects of their development.....	168
Gil E.V., Mekhanikova E.G., Dubodelova E.V., Dubovskaya L.Y. Joint determination of lead, cadmium, copper and zinc in juices by the method of inversion voltammetry.....	172
Kandashkina I.G., Belinskaya N.G., Mirnyh L.A. Study of the quality of tobacco raw materials of the skeletal group of the Transcaucasian countries.....	180
Matyukhina N.N., Mirgorodskaya A.G., Shkidyuk M.V. Topical issues of research of hookah mixtures.....	184

ИННОВАЦИОННЫЙ ВЕКТОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ХРАНЕНИЯ, ПЕРЕРАБОТКИ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Петров А.Н., докт. техн. наук, академик РАН,
Кондратенко В.В., канд. техн. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (Видное, Московская область)

Реферат. Представлены наиболее значимые результаты исследований ведущих научно-исследовательских учреждений Российской Федерации в части переработки, хранения и оценки качества пищевой продукции. Промышленное внедрение данных разработок определяет инновационную составляющую развития отечественной пищевой и перерабатывающей промышленности. Вектор развития технологий направлен на общее увеличение наукоёмкости за счёт массива фундаментальных исследований, положенных их основу. Отмечено неизбежное смещение основных научных приоритетов при разработке новых технологий в сторону экологизации, биотрансформации, наноразмерности, цифровизации и безотходности как базы и – функциональности и безопасности как наполнения.

Ключевые слова: инновации, технологии, хранение, переработка, оценка качества, пищевая продукция

Summary. The most significant results of researches by leading research institutes of the Russian Federation regarding processing, storage and assessment of quality of food products are presented. Industrial introduction of these developments defines an innovative component of food and processing industry development. The technologies development vector is directed to the general increase in knowledge intensity at the expense of the fundamental researches massif put on their basis. Inevitable shift of the main scientific priorities in developing new technologies towards greening, biotransformation, nanodimension, digitalization and wastelessness as base and – functionality and safety as filling is noted

Keywords: innovations, technologies, storage, processing, quality assessment, food products

Введение. Одной из основных задач, стоящих перед отечественной сельскохозяйственной наукой, является совершенствование научной базы для формирования вектора устойчивого и гармоничного развития отраслей аграрно-промышленного комплекса Российской Федерации с учётом современных и будущих вызовов. Полноценное решение данной задачи в существующих условиях невозможно вне инновационного вектора современных технологий хранения, переработки и оценки качества пищевой продукции, предусматривающего как комплексный охват всех аспектов производства, хранения и оценки пищевых продуктов, так и оперативный трансфер наукоёмких решений в реальный сектор экономики.

Решение современных аспектов данной задачи и создание фундаментального задела на будущее традиционно является сферой ответственности отечественных научно-исследовательских учреждений под научным руководством Российской академии наук в рамках выполнения государственного задания по четырём направлениям, соответствующим четырём пунктам Программы фундаментальных научных исследований Государственных академий на 2013-2020 годы (Программы) в разделе «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции» [1].

Первый (163) пункт Программы – Развитие теоретических основ системного анализа трансформации биологических объектов сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки с целью создания инновационных технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья и производства пищевых продуктов – охватывает исследования в области биотехнологии и создания инновационных процессов и технологий трансформации сельскохозяйственного сырья в продукты глубокой переработки.

Второй (164) пункт Программы – Актуальные проблемы интегрального контроля производства и оборота продовольственного сырья и продуктов питания в трофологической цепи «от поля до потребителя» в целях управления безопасностью и качеством пищевых продуктов – относится к проблемам управления безопасностью и качеством пищевых продуктов.

Третий (165) пункт Программы – Теоретические основы и принципы разработки процессов и технологий производства пищевых ингредиентов, композиций, белковых концентратов и биологически активных добавок функциональной направленности с целью снижения потерь от социально значимых заболеваний – посвящён разработке функциональных продуктов питания.

Четвёртый (166) пункт Программы – Научные основы управления биохимическими и технологическими процессами хранения продовольственного сырья и пищевых продуктов с целью сокращения потерь, стабилизации качества и повышения хранимоспособности – объединяет исследования, целью которых является сокращение потерь, создание безотходных технологий и повышение хранимоустойчивости сырья и продуктов питания.

Обсуждение результатов. Наиболее значимые результаты исследований 2017 года представлены следующими разработками.

Исследования Всероссийского НИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН связаны с разработкой универсальной системы кодирования всего многообразия пищевых продуктов, как существующих, так и тех, которые ещё только будут когда-либо созданы, вне зависимости от их природы и целевого назначения [2]. Посредством разработанного алгоритма комплекс всех – значимых и минорных – свойств и характеристик продукта трансформируется в фиксированное упорядоченное множество конечных безразмерных компонент – код продукта. Предложены примеры матрицы маркеров продукта. Разработано программное обеспечение с дружественным интерфейсом. Показано, что данный системный подход позволяет создавать и структурировать гипермножества кодов продукции, что является, по сути, одной из ступеней перехода к цифровым технологиям (в том числе и Bigdata).

Целью работы Всероссийского НИИ технологии консервирования – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН было исследование влияния внешнего нетермического воздействия на динамику гибели патогенных и факультативно-патогенных микроорганизмов. На примере воздействия управляемым пучком релятивистских электронов установлено присутствие в популяции одного и того же штамма микроорганизмов как минимум двух субпопуляций – нативно малоустойчивой, представители которой гибнут уже при накопленной дозе 1-2 кГр, и относительно устойчивой, для которой летальной является доза 6-7 кГр. Тем самым получено экспериментальное подтверждение теории о наличии дисперсии в отношении устойчивости микроорганизмов к внешним агрессивным факторам в пределах физиологически однородной популяции одного штамма. Результаты исследований подводят к мысли о целесообразности использования для эффективного, но мягкого снижения микробиологиче-

ской обсеменённости комбинаций нескольких разнородных воздействий, что, в целом, вписывается в теорию барьерного консервирования.

Современный уровень исследований, в том числе в области тепло- и массопереноса, разработки и совершенствования процессов, технологий и технологического оборудования, как правило, строится на создании аналитических моделей. Однако адекватную модель можно получить только при условии наличия исходного массива достоверных значений теплофизических характеристик конкретных продуктов. В рамках работы Всероссийского НИИ холодильной промышленности – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН «Исследования теплофизических свойств мяса разных категорий и качественных групп» к наиболее научно значимым в области теплофизики мяса и мясопродуктов результатам следует отнести выявление температурных участков, на которых теплопроводность мяса носит нелинейный характер [3]. С высокой степенью достоверности сформирована база данных по теплоёмкости, теплопроводности, криоскопической температуре и вымороженной воде различных видов мяса в широком диапазоне температур. Проведена верификация полученных данных.

Одним из наиболее актуальных направлений исследований являются разработки в области функционального, здорового питания. В частности, проблема снижения потребления поваренной соли актуальна для всего мира. Чрезмерное потребление хлорида натрия способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний. Среднее суточное потребление хлорида натрия в России и за рубежом составляет 7,5-12,0 г, что значительно превосходит рекомендуемый FAO/ВОЗ уровень (не более 5,0 г). Колбасные изделия являются одним из основных источников поступления хлорида натрия в организм, поскольку хлорид натрия в значительной степени определяет биотехнологические аспекты производства и качества колбас. В связи с этим, в ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН исследовано влияние хлорида натрия и её заменителей на трансформацию белков и жиров в процессе посола мяса [4]. В результате разработана композиция солей с пониженным на 50 % содержанием поваренной соли. В рамках проведённых органолептических исследований в качестве ингредиента, способного нивелировать горький привкус, наилучший результат показало использование гидрохлорида лизина.

Исследования ФГАНУ «Всероссийский НИИ молочной промышленности» посвящены разработке кисломолочных функциональных продуктов питания. Предварительные исследования были направлены на создание консорциума микроорганизмов *Lactobacillus helveticus* и *Lactobacillus reuteri* и установление оптимальных условий культивирования [5]. Установленные параметры культивирования, обеспечивают стабильное достижение концентрации микроорганизмов 10^6 КОЕ/г в производственных условиях. На основании медико-биологической оценки полученного продукта установлено его положительное влияние на интенсивность работы пищеварительного тракта, активацию иммунных процессов организма и стимулирование роста полезных симбиотических микроорганизмов желудочно-кишечного тракта.

В ФГАНУ «НИИ хлебопекарной промышленности» разработана технология хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки на основе принципа биоконверсии ржаной муки для питания военнослужащих [6]. Технология характеризуется высокой степенью адаптивности к производству хлебобулочных изделий за счёт использования закваски на основе штамма *Lactobacillus acidophilus* A-146.

Во Всероссийском НИИ пищевой биотехнологии – филиале ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии» методом геномной инженерии получе-

ны новые штаммы мицелиальных грибов *Penicillium canescens* – продуцентов протеолитических ферментов с увеличенной в 2-3 раза, по сравнению с промышленными штаммами, продуктивностью [7].

Во Всероссийском НИИ маслоделия и сыроделия – филиале ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН разработана технология получения гидролизатов сывороточных белков молока [8]. Технология основана на ферментативном гидролизе сывороточных белков до пептидов с последующей мембранной очисткой и фракционированием гидролизатов. Технология запатентована и оформлена в виде комплекта технической документации.

В ключе здорового питания взят курс на увеличение в кондитерских изделиях доли натуральных фруктовых наполнителей. В этой связи для идентификации таких продуктов во Всероссийском НИИ кондитерской промышленности – филиале ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН разработана методика определения количественного содержания органических кислот и макроэлементов методом капиллярного электрофореза. Ранее было доказано, что эти компоненты могут служить критериями качественной и количественной идентификации фруктового сырья в кондитерских изделиях. Разработан ГОСТ 34123.1-2017 Метод определения массовой доли фруктового и овощного сырья.

Получила завершение работа Всероссийского НИИ зерна и продуктов его переработки – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН по установлению научно обоснованных режимов хранения пшеничной муки в хранилищах Росрезерв, МЧС, МО [9]. На основании проведённых исследований разработано Руководство для прогнозирования сроков безопасного хранения, годности и реализации пшеничной муки.

Разработка Всероссийского НИИ крахмалопродуктов – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН направлена на создание технологии биоразлагаемых полимерных изделий с замещением от 30 до 70 % полиэтилена нетермопластичным крахмалом [10]. При этом применение ультразвуковой обработки расплава полимерной композиции способствует преддеструкции полимерной матрицы, формируя способность плёнки к последующей ускоренной биодegradации после утилизации упаковки.

В настоящее время находится в стадии внедрения разработанный в ФГБНУ «Всероссийский НИИ сахарной свёклы и сахара им. А.Л. Мазлумова» специализированный программный комплекс СКАС «САХАР», позволяющий в автоматизированном порядке осуществлять адаптацию (переналадку) технологической линии сахарного производства под выпуск продукта с заданными показателями.

Вопросам безотходной технологии табака посвящены исследования ФГБНУ «Всероссийский НИИ табака, махорки и табачных изделий». Ежегодно при производстве сигарет, образуется около 15 тысяч тонн отходов. Установлен регламент внесения табачной пыли совместно с биодеструктором в почву, что увеличивает содержание азота и фосфора в почве в 2 раза, калия – в 3 раза [11].

Выводы. Промышленное внедрение данных разработок определяет инновационную составляющую развития отечественной пищевой и перерабатывающей промышленности, вектор развития технологий которой направлен на общее увеличение наукоёмкости за счёт массива фундаментальных исследований, положенных в их основу. При этом явно просматривается неизбежное смещение основных научных приоритетов при разработке новых технологий в сторону экологизации, биотрансформации, наноразмерности, цифро-

визации и безотходности, как базы, и функциональности и безопасности, как наполнения.

Литература

1. Программа фундаментальных научных исследований Государственных академий на 2013-2020 годы / Утв.расп. Правительства РФ от 3.12.2012 г. № 2237-р, с измен., утв. расп. Правительства РФ от 31.10.2015 г. № 2217-р.–Электронный ресурс: <http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=6ada134b-343a-4b7b-ad1b-e873e4577b57>.
2. Галстян, А.Г. К вопросу о расширении области оценочных критериев качества пищевых продуктов / А.Г. Галстян, В.К. Семипятный// Актуальные вопросы индустрии напитков. – 2017. – №1. – С. 27-29.
3. Дибирасулаев, М.А. К разработке научно-обоснованных режимов холодильного хранения мяса различных качественных групп при субкриоскопических температурах / М.А.Дибирасулаев, Г.А. Белозеров, Л.О. Архипов, Д.М. Дибирасулаев, А.Г.Донецких // Птица и птицепродукты. – 2017. – №1. – С. 29-32.
4. Туниева, Е.К. Влияние посола мяса на стабильность белков при тепловой денатурации / Е.К. Туниева, И. Дедерер // Мясная индустрия. – 2017. – №2. – С. 40-43.
5. Семенихина, В.Ф. Ассоциация пробиотических культур *Lactobacillus reuteri* и *Lactobacillus helveticus* для разработки бактериального концентрата / В.Ф. Семенихина, И.В. Рожкова, А.В. Бегунова, Т.А. Раскошная, Т.И. Ширшова // Молочная промышленность. – 2017. – №10. – С. 60-61.
6. Невская Е.В. Научно-практические аспекты формирования технологии ржано-пшеничного хлеба с удлинёнными сроками годности для питания военнослужащих/ Е.В.Невская, Л.А. Шлеленко// Хлебопродукты. – 2017. – №1. – С. 38-41.
7. Цурикова, Н.В. Получение новых комплексных ферментных препаратов на основе штамма *Penicillium canescens* для повышения эффективности переработки растительного белоксодержащего сырья / Н.В.Цурикова, И.А. Великорецкая, Е.В. Костылева, А.С.Середа // Актуальная биотехнология. – 2017. – №2 (21). – С. 221a-222.
8. Свириденко, Ю.Я. Разработка технологии производства гидролизатов сывороточных белков молока с использованием мембранной техники. Часть 1. Подбор ферментного препарата для проведения гидролиза в ферментативном мембранном реакторе / Ю.Я. Свириденко, Д.С. Мягконосков, Д.В. Абрамов, Е.Г. Овчинникова// Пищевая промышленность. – 2017. – №7. – С. 46-48.
9. Приезжева, Л.Г. Длительное хранение пшеничной муки высшего сорта в лабораторных и производственных условиях / Л.Г. Приезжева, Е.П. Мелешкина, В.Ф. Сорочинский, И.А. Вережникова, Л.Г. Игнатова, А.И.Коваль // Хлебопродукты. – 2017. – №10. – С. 44-47.
10. Колпакова, В.В. Совершенствование технологии применения термопластичного крахмала для биоразлагаемой полимерной пленки / В.В. Колпакова, И.С. Усачев, А.С. Сарджвеладзе, Д.А. Соломин, В.В. Ананьев, И.Ю. Васильев // Пищевая промышленность. – 2017. – №8. – С. 34-38.
11. Плотникова, Т.В. Влияние табачной пыли на агробиологические свойства чернозёма выщелоченного и продуктивность сельскохозяйственных культур / Т.В.Плотникова / Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: Материалы V Международной научной экологической конференции, посвящённой 95-летию Кубанского ГАУ. – Краснодар, КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2017. – С. 525-527.

**НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

Горлов И.Ф.^{1,2}, д. с.-х. наук, академик РАН; *Сложеникина М.И.*^{1,2}, д-р биол. наук,
*Злобина Е.Ю.*¹, канд. биол. наук, *Княжеченко О.А.*¹, *Гаряева Х.Б.*¹, *Мосолова Д.А.*³

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции» (Волгоград)

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Волгоградский государственный технический университет» (Волгоград)

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» (Москва)

Реферат. В статье представлены совместные разработки ученых разных институтов, направленные на повышение эффективности, конкурентоспособности и экономической целесообразности производства животноводческой продукции в условиях ЮФО. В ходе исследования были выявлены ряд закономерностей касающихся селекции, разведения, содержания и кормления продуктивных животных, а также изучены новые способы переработки животноводческого сырья.

Ключевые слова: молекулярно-генетические методы, эффективное животноводство, селекция, кормление, биотехнологии, продукция животноводства

Abstract. The article presents cooperative developments of scientists from different institutes aimed at increasing the efficiency, competitiveness and economic feasibility of livestock production in the Southern Federal District. During research, a number of regularities concerning the selection, breeding, keeping and feeding of productive animals were revealed, and new ways of processing animal raw materials were explored.

Key words: molecular genetic methods, effective cattle breeding, selection, feeding, biotechnology, livestock products

Введение. На современном этапе реализации Доктрины продовольственной безопасности требуется обеспечивать не только необходимые объемы производства животноводческого сырья, но и конкурентоспособность изготовленной из него продукции. Для перерабатывающей промышленности необходимо использование высококачественного животноводческого сырья, постоянное обновление ассортимента выпускаемой продукции, внедрение новых технологий, модернизация производства.

В ЮФО в последние годы прослеживается положительная тенденция в наращивании производства животноводческой продукции. Для этого в сельскохозяйственных предприятиях увеличивается поголовье сельскохозяйственных животных, внедряются современные методы селекционно-племенной работы, используются технологии, значительно повышающие биоконверсию кормов в производимое сырье, оптимизируется организация труда.

Обсуждение результатов. Для обеспечения конкурентоспособности отечественного производства с учетом региональных особенностей учеными ГНУ НИИММП изучено современное состояние животноводства, разводимого в ЮФО и дана оценка актуальности исследований, направленных на разработку подходов к повышению эффективности производства продукции животноводства, так, в результате изучения сложных и многочисленных проблем при производстве говядины обоснована научно-практическая значимость разведения крупного рогатого скота калмыцкой породы, являющейся на сегодняшний день одной из ведущих отечественных мясных пород в России, имеющей большое племенное значение в мясном скотоводстве и характеризующейся уникальными качествами [1,2]. Учитывая, что в формирование данной породы использовались киргизская (кавказская), монгольская, якутская, тувинская и сибирская породы скота, а также отсутствие научных данных о калмыцкой породе на молекулярно-генетическом уровне, значительный интерес представляет дальнейшее детальное изучение ДНК животных.

Были изучены хозяйственно-биологические особенности крупного рогатого скота распространенных пород и внутривидовых типов. Представляет особый интерес данные о влиянии транспортного стресса при доставке бычков на мясокомбинат, когда наблюдается ухудшение клинико-физиологического состояния и снижение живой массы у животных. Установлено, что наибольшей стрессоустойчивостью обладает молодняк герефордской и симментальской пород, а более подвержены влиянию неблагоприятных факторов внешней среды лимузины и абердин-ангуссы. Наибольшие потери живой массы установлены у бычков лимузинской породы – 4,43 % от съёмной, тогда как у сверстников I, II, III, IV и V групп они были меньше соответственно на 10,3, 14,7, 5,4, 18,1 и 8,9 %. Данный факт необходимо учитывать при прогнозировании стрессовых ситуаций, влияющих на процесс производства говядины.

Изучена интенсивность роста и развития, особенность формирования мясной продуктивности чистопородных и помесных бычков, полученных в результате однократного и двухкратного вводного скрещивания герефордских бычков с коровами казахской белоголовой породы. Установлено, что помесные бычки превосходят чистопородных сверстников I группы по живой массе, среднесуточному и абсолютному приросту. Высокой живой массой характеризовались бычки с генотипом 1/2 (II группа) и 3/4 (III группа) по герефордской породе. Среднесуточный прирост живой массы бычков составил от 944,4 до 1013,9 г. Абсолютный прирост бычков II группы был больше, чем у сверстников из контрольной и III группы, на 16,6 и 13,1 кг. Наиболее высокая мясная продуктивность бычков II и III установлена и по результатам их контрольного убоя. Выход туш у молодняка II группы составил 57,18 %, что выше, чем у сверстников I и III групп на 1,38 и 1,47 %. Убойный выход по данной группе был выше соответственно на 1,46 и 1,59 %. По массе мякоти в тушах молодняк из II группы превосходил сверстников на 8,49 и 6,51 %, выходу мякоти — на 1,08 и 0,27 %. Индекс мясности туш бычков II группы был выше, чем у сверстников на 6,06 и 1,47 %. Уровень рентабельности производства говядины от бычков II группы был выше, чем у молодняка I и III групп, на 11,87 и 9,37 %.

Проведена иммуногенетическая аттестация изучаемого поголовья с целью дальнейшего выявления взаимосвязи аллелей групп крови с формированием хозяйственно-биологических особенностей. Генотипы исследованных особей по ISSR-маркерной системе соответствовали генофонду русской комолой и абердин-ангусской пород с высоким уровнем достоверности, однако популяция исследованного поголовья герефордской породы не однородна и не консолидирована. Количество особей с чужеродными генотипами в

целом составляло 30 %. В формировании помесной популяции между КРС казахской белоголовой и герефордской пород участвовали обе породы, и сформированная популяция консолидирована и однородна. На однородность популяции указывает высокий уровень сходства генотипов исследованных телок с генофондом популяции и высокая достоверность полученных данных.

Изучены генетическое сходство и дистанции русской комолой породы крупного рогатого скота с современной ангусской породой [3]. Научно обосновано, что в степных и сухостепных регионах страны с резко континентальным климатом с экономической точки зрения на мясо более выгодно выращивать молодняк русской комолой породы. Выявлены особенности фонда популяций крупного рогатого скота русской комолой, абердин-ангусской и калмыцкой пород, выразившиеся в различной встречаемости антигенных факторов. Наименьшее генетическое расстояние имелось у популяций абердин-ангусской и русской комолой пород ($d=0,0397$). В 1,4 раза большее генетическое удаление имели породы калмыцкая – русская комолой ($d=0,0561$) и в 1,7 раза породы калмыцкая – абердин-ангусская ($d=0,0687$). Таким образом, ведя селекцию с учётом наличия желательных аллелей групп крови, аллеля гена *C*, возможно повысить продуктивность животных, улучшить качественные показатели мяса (нежность) у русской комолой, абердин-ангусской и других пород. Результаты молекулярно-генетических исследований генофонда скота ангусской (австралийской селекции) и русской комолой пород показали, что генофонд этих популяций имеет довольно высокое сходство. При этом по ряду генов имелись определенные различия. Так, генотип AA по гену RORC чаще на 12,6 % встречался в популяции русской комолой породы, генотип AG у популяции ангусской породы на 12,5 %. Различий по генотипу GG в популяции не установлено. Генотип LL по гену GH встречался в популяциях наиболее часто при разнице между ними 2,25, тогда как генотип VV реже с разницей между популяциями в 3,3 %.

Проведены исследования адаптационных и хозяйственно-биологических особенностей голштинского скота разных эколого-генетических типов, завезенного из США, Дании, Германии и Австралии; изучены закономерности роста и развития коров-первотелок голштинской породы разных селекций; проведена оценка состояния естественной резистентности и иммунного статуса животных; определены их продуктивные способности и репродуктивные качества; проанализированы биологические (генетико-статистические) параметры в зависимости от генотипа; проведена ДНК-диагностика гена каппа-казеина коров голштинской породы разных селекций (во всех случаях обнаружены генотипы AA); определены качественные показатели молока подопытных телок с экономической оценкой результатов акклиматизации. Выявлено превосходство коров из Германии и Австралии над сверстницами датской и американской селекций (в возрасте 36 месяцев живая масса была выше на 36,5 и 27,6 кг; на 24,3 и 15,4 кг соответственно). Максимальный годовой удой был получен от американских и немецких коров (25220 и 24861 кг), в их молоке было выше содержание жира. Максимальное содержание белка было в молоке австралийских и американских коров (3,47 и 3,38 %). Выход телят от американских, датских, немецких, австралийских коров составил 87, 82, 84 и 83 %. Более высоким содержанием эритроцитов, общего белка, более высокими показателями фагоцитоза характеризовались животные из Дании и Австралии, что свидетельствует об особенностях гомеостаза животных этих генетических селекций в условиях адаптации. У первотелок из США и Германии отмечен достаточно высокий уровень содержания в крови иммунных белков при снижении фагоцитарной активности по сравнению с животными из других стран, что свидетельствует о превосходстве гуморальных факторов иммунитета у животных этой селекции. У ко-

ров датской, немецкой и австралийской селекций прослеживается положительная корреляция между хозяйственно-технологическими и генетическими признаками в течение трех лактаций, причем наблюдается значительное увеличение взаимозависимости признаков к третьей лактации. Первотелки американской селекции в первую и вторую лактацию показывают отрицательную взаимосвязь признаков, что указывает на более длительный период акклиматизации, по сравнению с другими генотипами. Наиболее устойчивая и высокая корреляционная зависимость между изученными признаками отмечена для голштинов из Дании. Уровень рентабельности производства молока от коров американской и немецкой выборок был выше на 10,8-11,3 %. Не менее важной по значимости отраслью является овцеводство. Нарращивание отечественного производства баранины, как показывают исследования, также во многом определяется использованием молекулярно-генетических методов в овцеводстве. Изучен полиморфизм генов GDF9, CASP, MC4R у овец Волгоградской и Сальской пород, а также породы Советский меринос, разработаны рекомендации по совершенствованию селекционной работы племенных хозяйств на основе выявления взаимосвязи генетических маркеров с формированием продуктивных качеств. У овец установлены высокие частоты аллеля G и генотипа GG по точке G1 и аллеля A и генотипа AA по точке G4 гена GDF9. Для повышения частоты желательных аллелей в популяции рекомендуется проводить ДНК-тестирование гена GDF9 с целью отбора ремонтного молодняка с желательными генотипами. В гене GDF9 были определены восемь различных точечных мутаций (G1-G8). Три мутации из восьми не приводят к изменению аминокислотной последовательности (G2, G3 и G5). Пять оставшихся нуклеотидных замен (G1, G4, G6, G7 и G8) приводят к аминокислотным заменам. Установлено влияние полиморфизма гена GDF9 на массу ягнят волгоградской породы при рождении. У маток генотипа AG вес ягненка при рождении в единичных пометах (первый окот) был выше на 0,14 кг (4,02 %) по сравнению с матками генотипа GG. Во втором окоте вес ягнят из двоен, полученных от маток генотипа AG, был выше на 0,18 кг (7,11%). Анализ продуктивных качеств показал, что полиморфизм гена CAST связан с ростовыми показателями овец в 12 мес. В 12 мес. овцы генотипа MM в среднем весили 50,4 кг и превышали аналогичный показатель овец генотипа NM на 1,12 кг (2,28 %). Контроль полиморфизма гена MC4R может использоваться в селекции, направленной как на снижение жира, так и на увеличение. Товаропроизводители могут выбрать аллель A, связанный с быстрым ростом или аллель G связанный с постным мясом и эффективным приростом. У овец волгоградской породы установлено наличие трех генотипов AA, AG и GG с частотой встречаемости 12,0; 59,4 и 28,6 % соответственно. В целом, у волгоградской породы овец наибольшую частоту имел аллель G и гетерозиготный генотип AG. Наличие изменчивости по данным локусам дает основание для контроля мясной продуктивности у овец волгоградской популяции овец, поэтому в генофондных и племенных хозяйствах, следует проводить мониторинг полиморфизма и селекцию по гену меланокортиновый рецептор-4 (MC4R).

Определены аллельные варианты микросателитных локусов OarCP49, CSRD247, FCB20, MAF65, CSAP36, McM14, D5S2 и HSC и получены данные, характеризующие генетическую структуру овец волгоградской породы. Дефицит гетерозигот в популяции отмечен по локусам MAF65, CSAP36 и HSC, что можно рассматривать как тенденцию к повышению гомозиготности в стаде за счет использования родственного спаривания. Однако недостаток гетерозигот в популяции можно интерпретировать и как один из критериев подразделенности, характеризующий уровень биологической организации популяции как целого. Получены данные о нуклеотидной последовательности D-петли мтДНК волгоградской породы овец и проведен анализ ее полиморфизма в сравнительном аспекте с ме-

риносовыми и тонкорунными породами отечественной (казахская, кулундинская) и зарубежной селекции (алтайская мериноландшаф, австралийский меринос и австралийский ромни-марш, тексель), рассчитано расстояние между названными породами. Генофонд волгоградской породы овец представлен вариантами гаплотипов, входящих в широко распространенную гаплогруппу В, что характерно для европейских пород овец.

К инновационным разработкам при производстве продукции свиноводства следует отнести следующее. Моделирование генетической структуры путем расчета аллельных комбинаций позволяет прогнозировать племенную ценность будущего потомства, значительно сокращая селекционный процесс, формировать продуктивные качества животных, функционально-технологические свойства животноводческого сырья, повышая рентабельность производства. Свины крупной белой породы (КБ) генотипа AG/MC4R отличаются лучшей скороспелостью на 5,35 дн. (3,16 %), среднесуточным приростом на 82,3 г (9,9 %), меньшими затратами корма на 0,13 к.ед. (на 4,16 %) по сравнению с генотипом AA. Свины КБ генотипа QQ/IGF2 отличаются от аналогов QQ-генотипа лучшей скороспелостью на 6,1 день (на 3,7 %), среднесуточным приростом на 59,7 г (7,7 %), толщиной шпика на 1,8 мм (7,8%) и затратами корма на 0,1 к.ед. (3,2 %). Свиноматки КБ генотипа QQ по сравнению с матками генотипа QQ имеют лучшую молочность на 10,1 кг (15 %) и массу гнезда при отъеме на 11,4 (12,3 %). По гену POU1F1 для свиней КБ по «желательным» является генотип СС: который обеспечивает лучшую скороспелость на 8,86 дн. (5,2 %), среднесуточные приросты на 150,7 г (17,7 %), меньше затраты корма на 0,24 к.ед. (8,2 %). По воспроизводительным качествам свиноматки КБ генотипа СС отличаются лучшей крупноплодностью на 0,16 кг (11,3%), молочностью на 12,2 кг (15,9 %), массой гнезда и 1 поросенка при отъеме на 16,7кг (18,4 %) и 1,3 кг (15,2 %) соответственно. Установлено, что при учете влияния генотипов одновременно по двум генам POU1F1 и IGF2 достоверность влияния генетической составляющей значительно повышается. «Желательным» является генотип CDQQ. Свины этого генотипа отличаются от аналогов других генотипов лучшей скороспелостью на 6,2-10,8 дн. (3,7-6,2 %), среднесуточным приростом на 32,0-82,3 г (4-10,2 %), меньшей толщиной шпика на 2,2 – 2,85 мм (9,3-11,75 %) и затратами корма на 0,05 – 0,13 корм. ед.(1,63-4,13 %). При совместном учете влияния генов POU1F1 и MC4R в качестве «желательных» по откормочным качествам для свиней КБ являются генотипы CCAA и CDAG. Свины КБ с генотипом CDAG по сравнению с аналогами генотипов CDAA, DDAG и DDAA отличаются более оптимальными среднесуточными приростами на 77,5 г (9,9 %), 96,0 г (11,1 %,) и 120,9 г (16,4 %) и затратами корма на 0,09 к.ед. (3 %), 0,12 к.ед.(4,04 %), 0,15 к.ед.(4,14 %) соответственно.

В результате экспериментальных исследований дано научное обоснование и реализованы в производственных условиях новые методы повышения продуктивных и воспроизводительных качеств свиней отечественных пород в условиях промышленной технологии за счет использования специализированных мясных пород иностранной селекции: изучена продуктивность свиней пород крупная белая, дюрок, ландрас и йоркшир, выращиваемых на крупном промышленном комплексе в регионе Нижнего Поволжья; определено влияние породной принадлежности на воспроизводительные особенности свиноматок специализированных мясных пород; установлено влияние двух- и трехпородных помесей на формирование мясной продуктивности при откорме свиней до разных весовых кондиций; изучены продуктивные показатели свиней при откорме чистопородных и помесных животных; проанализированы воспроизводительные функции свиней разных пород; дана экономическая оценка производства конкурентоспособной свинины от животных различных пород и их помесей.

Важным направлением при производстве животноводческой продукции является использование новых ресурсосберегающих биотехнологических приемов повышения продуктивного действия кормов, например, скармливание ОМЭК молодняку крупного рогатого скота в составе комбикормов КР-1, КР-2 и КР-3 в количестве 10% от существующих норм содержания микроэлементов в типовых рецептурах при откорме молодняку крупного рогатого скота на мясо оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, морфологический и биохимический состав крови, продуктивность животных. Использование данной добавки в кормлении позволяет повысить среднесуточные приросты животных в зависимости от возраста на 9,5-12,3 % ($P < 0,05$) при снижении затрат кормов на 1 кг прироста на 7-10 %. Учитывая положительные результаты исследований, премиксы, содержащие ОМЭК, рекомендуется использовать в кормлении молодняку крупного рогатого скота [4,5,6].

С учетом требований к созданию пастбищ с высокой урожайностью, продуктивным долголетием, быстрым достижением пастбищной спелости, устойчивости к выпасу и вытаптыванию, а также высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот были отобраны 3 вида трав: райграс (плевел многолетний) + многолетнее сорго + волоснец. Изучение изменчивости содержания жирных кислот в кормовых травах показало, что сезонные и экологические факторы оказывают значительную роль в фенотипической вариации содержания жирных кислот, что в свою очередь потребует корректировки жирнокислотного состава кормов в процессе выращивания. Эксперимент методом *in vivo* показал, что поглощение простейшими рубца хлоропластов растений происходит быстро и внутриклеточный уровень хлоропластов поддерживается в течение, по крайней мере, 6 часов. Оценка степени сохранности ПНЖК до попадания в двенадцатиперстную кишку показала, что данный процесс связан с целым комплексом факторов и взаимодействий, происходящих между компонентами кормовых трав и микрофлорой рубца животных. Установлено, что скармливание трав с различными уровнями содержания полифенолоксидазы имеет ограниченный потенциал для улучшения жирнокислотного профиля липидов в мясе жвачных животных ввиду отсутствия достоверного уровня снижения процессов биогидрирования. При этом лучшие результаты показало скармливание животным силоса травы ежи обыкновенной, с высоким уровнем полифенолоксидазы. Существенное торможение биогидрогенации обеспечивает включение в рацион кормовых трав, содержащих сапонины (1% дедоразы) и танины (лядвенец топяной). Однако эффективность присутствия танинов, вероятно, связана с тем, что концентрированные танины, присутствующие в *L. Pedunculatus* (лядвенец топяной), были очень токсичны для микрофлоры рубца.

Разработана технология получения экструдированного корма высокого качества за счет использования при его приготовлении отходов масличного производства (нетрадиционных культур) и зерна нута новых селекций. Предложенный способ откорма молодняку крупного рогатого скота мясного направления позволяет в значительной степени увеличить производство высококачественной говядины. Молодняк опытной группы превосходил бычков контрольной группы на 29,0 кг, а по среднесуточному приросту – на 170,8 г/гол., предубойной массе – на 25,9 кг/гол., выходу туши – на 1,60 %. В мясе бычков опытной группы содержание белка было выше в сравнении с контрольной группой на 1,30 % ($P < 0,01$), сухого вещества – на 1,90 % ($P < 0,01$), жира – на 0,70 % ($P < 0,05$), золы – на 0,06 %, а белково-качественный показатель был выше на 0,31 %.

Разработаны и научно обоснованы инновационные технологии получения и применения белоксодержащих продуктов из нута различных селекций при производстве кормовых средств, поставлен научно-хозяйственный эксперимент на молодняке свиней с целью

сравнительного изучения влияния рациона с использованием экструдата нута совместно с новой кормовой добавкой «КореМикс», содержащей в своем составе сорбирующие кремнийсодержащие минералы и пробиотические микроорганизмы, на поедаемость кормов, переваримость и использование питательных веществ, продуктивность и качество мяса молодняка свиней на откорме, уровень рентабельности повысился на 4,4 %.

Установлено, что использование в рационах молодняка свиней на откорме новых кормовых добавок, разработанных при участии научного коллектива, «КореМикс» и «СалтМаг» способствует улучшению переваримости и использованию основных питательных веществ рационов, повышению мясной продуктивности и качества свинины, уровень рентабельности повысился на 4,4 и 3,9 %. Антибактериальный препарат Лексофлон ОР показал высокую профилактическую и терапевтическую эффективность (98 %) при выращивании поросят, способствовал активизации у них обменных процессов, повышению естественной резистентности и увеличению прироста живой массы к концу выращивания.

В последние годы большой интерес представляет целесообразность применения антибиотиков при производстве свинины. В этом отношении проведены опыты на лабораторных животных [7,8]. Установлено, что использование в питании крысят-отъемышей белково-витаминно-минеральной добавки, содержащей комплекс антибактериальных препаратов (тилозин, алаквиндокс, цинкбацитрацин) для свиней, приводит к токсическому поражению слизистой оболочки тонкого кишечника, нефротелия в проксимальном отделе нефронов почек, а также к развитию гиперплазии белой пульпы селезенки и микровезикулярной жировой трансформации большей части гепатоцитов в виде стеатоза печени. Микровезикулярная жировая трансформация гепатоцитов печени вызвана реакцией на токсическое воздействие добавки, что подтверждается выраженными трансформационными процессами в периферических зонах долек печени, наиболее повреждающихся при воздействии токсических агентов. Признаки волнения ядер (увеличение количества двухядерных гепатоцитов, различия в размере ядер, появление гигантских клеток) относятся к компенсаторно-адаптивным изменениям и также подтверждают активацию детоксикационной функции печени. Выявлены очаги мутного набухания эпителия проксимальных отделов нефрона с параллельным увеличением размера клеток и уменьшением просвета канальцев. Установленные при гистологическом исследовании почек морфологические перемены - признак токсического воздействия на нефротелий с ответной дистрофией его, что связано с реабсорбцией невидоспецифического белка, следствием чего является нарушение белкового обмена в организме. Укорочение ворсин и уменьшение количества бокаловидных клеток в эпителии тонкой кишки свидетельствуют о незавершенной дифференцировке слизистых эпителиоцитов в бокаловидные клетки регенерировавшего эпителия ворсин и служат показателем бывшего дефекта покровного эпителия и самих ворсин, обусловившего нерезко выраженную гиперплазию кишечного-ассоциированной лимфоидной ткани. При гистологических исследованиях селезенки выявлена гиперплазия белой пульпы, преимущественно из-за увеличения количества и размеров лимфоидных фолликулов и герминативных центров в них, что свидетельствует об антигенной стимуляции и антигензависимой пролиферации и дифференцировке В-лимфоцитов, связанных с альтерациями слизистой оболочки (ворсинок) тонкой кишки. Данные результаты характерны для токсического поражения органов токсическими веществами. Их можно считать мишенями для данного рода кормовых компонентов и в дальнейшем использовать для исследования безопасности конечных продуктов свиноводства, полученных с использованием БВМД.

Проведена оценка технологического потенциала использования произведенных сырьевых ресурсов при производстве пищевой продукции, научно обоснована функционально-технологическая совместимость различных компонентов в составе новых пищевых систем, разработаны технологии и изучены потребительские свойства новых мясомолочных продуктов для разных групп населения. Разработаны и научно обоснованы рецептуры, проведена экспериментальная выработка новых видов мясной и молочной продукции повышенной биологической ценности, изучены функционально-технологические свойства и аминокислотный состав выработанных продуктов [9,10].

Разработаны рекомендации по использованию биотехнологических приемов снижения содержания токсичных веществ в социально значимой продукции на основе моделирования технологических процессов, выявлены закономерности, позволяющие добиться многократного снижения ПАУ в готовых изделиях не в ущерб органолептическим характеристикам, а их практическое применение не требует существенных материальных затрат, сформулированы принципы стабилизации качества сырья, способов совершенствования инструментов системы технического регулирования в мясной и молочной промышленности. Разработано научно-методическое сопровождение, раскрывающее практические аспекты применения современного аналитического оборудования для идентификации количественного и качественного состава сырья и пищевых продуктов с обнаружением следовых количеств специфичных физиологически активных компонентов; исследования физико-химических и структурно-механических свойств пищевых систем; проектирования новых приемов технологических воздействий и обоснования возможности их применения в перспективных способах производства. Предложено использовать методы вибрационной вискозиметрии, динамического механического анализа (ДМА) и тандемной жидкостной хромато-масс спектрометрии (ВЭЖХ-МС/МС). Вибрационный метод вискозиметрии целесообразно применять для получения эмпирических данных по изменению вязкости пищевых систем в интервале температур, потенциально возможных при производстве, хранении, транспортировании и реализации разработанных продуктов питания. Разработаны методики контроля содержания йодитрозинов в пищевых продуктах и БАД. Получены результаты сравнительных испытаний методик определения содержания токсичных веществ в животноводческом сырье и пищевых продуктах, дана оценка возможностей химико-аналитического оборудования, сформированы и научно обоснованы методические подходы к подготовке проб и инструментальному анализу токсичных веществ, разработаны аппаратно-программные параметры и оптимизированная методика определения токсичных веществ «Определение содержания полициклических ароматических углеводородов методом тандемной жидкостной хромато-масс-спектрометрии».

Разработаны и научно обоснованы инновационные подходы к биотрансформации белковых компонентов мясного сырья с использованием ферментов для обработки сырья с целью последующего выделения коллагеноподобных соединений и фракций коллагена. Предложены механико-экстракционные методы выделения коллагена, разработаны процессы получения порошкообразного коллагена, методы получения коллагенов экстракцией органическими растворителями, рекомендованы методы получения гидролизатов из смеси мышечной и костной тканей животного происхождения. Предложены режимы ускоренной подготовки коллагенсодержащего сырья, подходы к получению фракций коллагена с заданным молекулярно-массовым распределением. Разработан метод выделения фибриллярных коллагенов типов I, II, III, V и XI. Изучена кинетика процесса высвобождения аминокислот при гидролизе мясокостного сырья, что позволило определить опти-

мальные параметры получения аминокислотных смесей пищевого назначения с заданным составом.

Выводы. Таким образом, использование инновационных разработок при производстве и переработке животноводческой продукции позволяет углубить и расширить знания о хозяйственно-биологических особенностях продуктивных животных и функционально-технологических качествах сырья, что способствует повышению конкурентоспособности и рентабельности производства в целом.

Литература

1. Беляев, А.И. Ресурсосберегающие технологии производства говядины / А.И. Беляев, И.Ф. Горлов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 3. – С. 10-14.
2. Новые подходы к производству говядины на основе современных биоинженерных технологий: монография / И.Ф. Горлов, В.И. Левахин, Д.А. Ранделин, А.К. Натыров, Б.К. Болаев, О.А. Суторма.; под ред. И.Ф. Горлова. - Элиста: Изд-во Калм. ун-та, 2015. - 250 с.
3. Горлов, И.Ф. Полиморфизм генов BGN, RORC и DGAT1 у мясных пород крупного рогатого скота России / И.Ф. Горлов, А.А. Федюнин, Д.А. Ранделин, Г.Е. Сулимова // Генетика. – 2014. – Т. 50. – № 12. – С. 1448.
4. Горлов, И. Использование новых кормовых добавок для повышения мясной продуктивности молодняка / И. Горлов, Е. Кузнецова, Д. Ранделин, З. Комарова // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. – № 8. – С. 17.
5. Горлов, И.Ф. Формирование качественных показателей говядины при использовании в рационах молодняка новых кормовых добавок в органической форме / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, М.И. Сложенкина, С.Н. Шлыков, А.В. Яковенко, О.А. Суторма // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 3. – С. 70-72.
6. Горлов, И.Ф. Эффективность использования новых кормовых добавок при производстве говядины / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин., М.И. Сложенкина, А.А. Кайдулина, А.В. Яковенко // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – № 1 (93). – С. 80-85.
7. Горлов, И.Ф. Изменение структуры внутренних органов крыс, получавших кормовую добавку с антибактериальными компонентами / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Н.И. Мосолова, С.Н. Белик, В.И. Левахин // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 5. – С. 38-42.
8. Белик, С.Н. Метаболические эффекты у крыс при введении в рацион кормовой добавки с антибактериальными компонентами / С.Н. Белик, И.Ф. Горлов, В.В. Крючкова, А.В. Ранделин, А.А. Мосолов // Международный вестник ветеринарии. – 2015. – № 2. – С. 47-49.
9. Горлов, И.Ф. Мясные и молочные продукты с растительными наполнителями / И.Ф. Горлов, Л.Г. Сапожникова // Пищевая промышленность. – 1998. – № 1. – С. 66-68.
10. Горлов, И.Ф. Современные аспекты создания мясных изделий общего и лечебно-профилактического назначения / И.Ф. Горлов // Мясная индустрия. – 1997. – № 8. – С. 5-6.

УДК 636.54.087.7

ВЛИЯНИЕ ЙОДСОДЕРЖАЩЕЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ БАЛЬЗАМ «ВОЗРОЖДЕНИЕ ПЛЮС» НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА МЯСНОЙ ПТИЦЫ

Альпейсов Ш.А., д-р с.-х. наук

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный аграрный университет» (Республика Казахстан, Алматы)

Реферат. В статье приведены результаты исследований влияния йодсодержащей биологически активной кормовой добавки бальзам «Возрождение плюс» на продуктивность молодняка мясной птицы.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормовая добавка, живая масса, сохранность поголовья, расход корма, иммунитет

Summary. In article shows results of research about effect iod containing, biological active additional compounds balsam «Vozrozhdenie plus» on the productivity of meat breeding birds.

Keywords: chicken-broilers, compounds, live weight, safety of livestock, feedadditives, immunity

Введение. Продуктивность сельскохозяйственных животных и птиц во многом зависит от обеспеченности организма белками, жирами, углеводами, витаминами и минеральными веществами. При их недостатке у животных и птицы теряется способность к нормальному развитию, наблюдается нарушение обмена веществ и снижение воспроизводительных функций.

Одним из основных микроэлементов, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организма сельскохозяйственных животных и птицы является йод, который выполняет те же функции, что и в организме человека. При недостатке йода в организме нарушается синтез тиреоидных гормонов, что приводит к снижению интенсивности окислительно-восстановительных процессов, нарушению белкового и углеводного обменов. Следствием этих нарушений является снижение рождаемости и качества потомства, продуктивности взрослых животных и птицы. С другой стороны, введение в организм животных и птиц йодированного корма (путем добавки в корма йодидов или их аэрозольное распыление) положительно влияет на привес растущего молодняка, улучшает общее состояние и товарные качества сельскохозяйственных животных и птицы [1,2].

В последние годы отмечается повышенный интерес к применению йода при выращивании сельскохозяйственных животных и птицы. В научной литературе имеются данные о разработке и применении различных способов восполнения йодного дефицита. Однако применение стабилизирующих препаратов в форме калий йода и йодита натрия не дает возможности точно контролировать количество поступившего в организм йода. В связи с этим, для решения проблемы недостатка йода в организме сельскохозяйственных животных и птицы необходимо использовать органический йод [3,4]. Таким препаратом является йодсодержащий препарат бальзам «Возрождение плюс», разработанный казахстанскими учеными и специалистами.

Объекты и методы исследований. Исследования проведены в виварии Института физиологии человека и животных и лабораториях Казахского национального аграрного университета. В опыте были сформированы 4 группы цыплят-бройлеров кросса «Арбо-

рэйкрз», приобретенных у АО «Алель Агро» в Алматинской области. Срок выращивания цыплят составил 42 дня.

Схема опыта приведена в табл. 1.

Таблица 1– Схема опыта

Группы	Характер кормления	
	1-28 дней	29-42 дней
1к (невакцинированная)	основной рацион (ОР)	основной рацион (ОР)
2 (вакцинированная)	ОР	ОР
3 (вакцинированная)	ОР+0,7мг бальзама	ОР+0,7мг бальзама
4 (невакцинированная)	ОР+0,7мг бальзама	ОР+0,7мг бальзама

Цыплят-бройлеров содержали в специально подготовленном виварии на полу с использованием глубокой подстилки. Условия микроклимата (световой режим, влажность и температура воздуха) во всех группах соответствовали требованиям ГОСТ 2116-82. Рецепты использованных комбикормов для разных возрастных групп также соответствовали нормативным требованиям.

Группы цыплят были сформированы с учетом их живой массы. В течение опыта проводили осмотр птицы, наблюдение за их аппетитом и состоянием здоровья.

Для решения поставленных задач в опыте были изучены следующие показатели:

- изменение живой массы цыплят-бройлеров в динамике в суточном, 14-дневном, 28-дневном и 42-дневном возрастах путем взвешивания по 15 голов на аналитических весах (PrO-Analytical);
- сохранность поголовья с учетом количества павших и выбракованных цыплят (еженедельно);
- анатомическая разделка и категория тушек цыплят-бройлеров;
- расход корма на 1 кг прироста живой массы и на 1 голову путем учета расхода кормов и полученного прироста;
- определение иммуногенности вакцины против болезни Ньюкасла путем вакцинации и контрольного заражения по СТ 405-1919-04 ГП-053-2011;
- патолого-морфологические и гистологические показатели.

Экспериментальный материал был обработан биометрическими методами по методике Плохинского Н.А. с использованием программы «Microsoft Excel».

Обсуждение результатов. В соответствии с методикой было проведено взвешивание молодняка по периодам роста и развития. Изменение живой массы цыплят приведено в табл. 2.

Данные табл. 2 свидетельствуют, что изменения живой массы цыплят в разные возрастные периоды в целом соответствовали нормативным требованиям. К концу выращивания более высокая масса была в 1-й контрольной группе и составила 2978,2 г. В 3-й и 4-й опытных группах живая масса оказалась ниже на 0,1 и 0,5 %, соответственно. Самая низкая живая масса была у цыплят 2-й группы и составила 2938,7 г. Однако разница по живой массе между всеми группами была статистически не достоверной.

Сохранность поголовья в 3-й и 4-й группах была абсолютной, а в 1-й группе отмечен отход 2-х голов и во 2-й группе – 1 головы. Патологоанатомическое вскрытие павших цы-

плят показало, что никаких патологических изменений внутренних органов обнаружено не было и отход был связан, скорее всего, с недоразвитием молодняка в первые две недели выращивания, вследствие доминирования у кормушек и поилок более сильных особей.

Таблица 2 – Живая масса цыплят-бройлеров по периодам роста

Возраст, дни	Живая масса, г			
	1 группа (к)	2 группа	3 группа	4 группа
1	48,1 ± 1,4	49,8 ± 0,96	47,1 ± 1,17	47,8 ± 0,66
14	210,0 ± 3,34	199,4 ± 11,81	207,5 ± 7,57	209,7 ± 6,25
28	1734,1 ± 62,69	1786,3 ± 106,77	1809,1 ± 103,79	1785,8 ± 87,12
42	2978,2 ± 77,34	2938,7 ± 88,4	2974,5 ± 80,86	2963,4 ± 84,07

Расход комбикорма на 1 голову за весь период опыта варьировал от 3,5 до 4,7 кг при конверсии корма 1,6-1,8.

Анатомическая разделка тушек показала, что основное поголовье цыплят достигло необходимых кондиций: убойный выход тушек колебался в пределах 68-70 %, внутренние органы были хорошо развиты без особых изменений, более 80 % тушек соответствовали стандартам 1-й категории.

Зоогигиенические параметры также соответствовали рекомендуемым нормам.

Было изучено влияние биологически активной кормовой добавки бальзам «Возрождение Плюс» на иммунологические и патоморфологические показатели в отношении одного из наиболее опасных вирусных болезней птиц – Ньюкаслской инфекции.

На 20-й день выращивания цыплята 2-й и 3-й опытных групп были вакцинированы против болезни Ньюкасла вакциной «Ла-Сота» согласно инструкции изготовителя. При этом предварительно были взяты пробы сыворотки крови во всех 4-х группах. При постановке реакции торможения гематологической агглютинации были получены следующие результаты: в 1-й группе – 1:20, во 2-й группе – 1:20, в 3-й группе – 1:80 – 1:60 и в 4-й группе – 1:20.

На 15-й день после вакцинации подопытные группы заразили эпизоотическим вирусом, предварительно взяв пробы сыворотки крови.

Серологические исследования в 4-х группах подопытного молодняка дали следующие результаты реакции задержки гематологической агглютинации: в 1-й группе – 1:40-1:80, во 2-й группе – 1:40-1:80, в 3-й группе – 1:40-1:640 и в 4-й группе – 1:80-1:320. Из приведенных данных следует, что использование йодсодержащей кормовой добавки к основному рациону привело к значительному повышению титра гемагглютинирующих антител к вирусу Ньюкаслской болезни. Сравнительные данные уровня антител у молодняка 2-й и 3-й групп показали, что у цыплят 3-й группы, где использовался бальзам «Возрождение плюс», титр гемагглютинирующих антител превысил в 8 раз аналогичные показатели 2-й группы.

Показатели патологоанатомического вскрытия цыплят 2-й и 3-й групп показали следующее.

Во 2-й группе упитанность цыплят была выше средней. Органолептическое исследование мяса цыплят-бройлеров 2 группы существенных различий не выявило. Поверхность тушек беловато-желтая, мышцы упругие, посторонних запахов в мышечной и жировой

ткани, которые соответствуют несвежему мясу, не обнаруживалось, мясо имело специфический запах, свойственный мясу здоровых цыплят.

Видимые слизистые оболочки глаз и ротовой полости бледно-розового цвета. Мышечная ткань упругая, без посторонних запахов, бледно-розового цвета, на разрезе волокнистое строение ткани сохранено. Селезенка не увеличена, красно-коричневого цвета. Печень не увеличена, темно-коричневого цвета, консистенция умеренно плотная, на разрезе дольчатый рисунок органа сохранен. Легкие эластичные, воздушные, не увеличены, равномерно окрашены в бледно-розовый цвет, рисунок на разрезе хорошо выражен. Сердце не увеличено, округло-овальной формы. Миокард равномерно окрашен в красно-коричневый цвет. В органах пищеварительной системы изменения не обнаружены. Слизистая оболочка пищевода бледно-розового цвета, влажная и гладкая. Зоб умеренно наполнен кормовой массой. Слизистая оболочка бледно-розового цвета. Железистый желудок – слизистая оболочка бледно-розового цвета, влажная, гладкая, сосочки глубоких желез хорошо выступают. Мышечный желудок – без видимых изменений. Слизистая оболочка тонкого и толстого отделов кишечника бледно-розового цвета. Почка без изменений.

В 3-й группе упитанность цыплят была выше средней. Органолептическое исследование мяса цыплят 3-й группы существенных различий не выявило. Поверхность тушек беловато-желтая, мышцы упругие, посторонних запахов в мышечной и жировой ткани, которые соответствуют несвежему мясу, не обнаруживалось и оно имело специфический запах, свойственный мясу здоровых цыплят-бройлеров. Однако макроскопическая картина внутренних органов существенно отличалась от цыплят 2-й группы. Селезенка была увеличена, поверхность разреза мелко зернистая. Печень неравномерно окрашена, темно-коричневые участки чередовались с желто-коричневыми, незначительно увеличена в размере, рисунок на разрезе сглажен. Миокард неравномерно окрашен, дрябловатой консистенции. У одной птицы легкие были в состоянии острой венозной гиперемии и отека. По всей видимости добавка йодсодержащего препарата оказала влияние на обмен веществ, вызвав некоторое обострение указанных органов, что наблюдается при изменении иммунитета организма. По остальным органам видимых различий между группами выявлено не было.

Кроме того, были проведены гистологические исследования в контрольной и опытных группах для выявления влияния йодсодержащего препарата на ткани различных органов.

В контрольной группе, не получавшей йодсодержащую кормовую добавку, в фабрициевой сумке было отмечено увеличение количества плазматических клеток. Они преимущественно располагались в межфолликулярной соединительной ткани, частично в мозговом веществе лимфатических фолликулов.

В селезенке белая и красная пульпы были резко расширены белыми клетками, сосуды наполнены кровью, эндотелий набухший, в гиперплазированной лимфоидной ткани органа отмечено множество макрофагальных элементов. Границы между пульпами просматриваются не четко. Обнаруживались нагруженные гемосидерином клетки, которые хорошо выявлялись при окраске по методу Перльса. Активность плазматических клеток довольно высокая.

В печени хорошо выражена зернистая дистрофия, была обнаружена мелкокапельная дистрофия гепатоцитов. Около междольковых сосудов, по ходу триад, обнаружены скопления лимфоидных клеток в виде очерченных узлов без соединительнотканной основы.

В почках признаки зернистой и жировой дистрофий хорошо выражены. Во всех случаях обнаруживалось скопление лимфоидных клеток с признаками лимфоретикулярной гиперплазии.

В легких у некоторых цыплят обнаружены признаки серозной бронхопневмонии. В просветах бронхов отмечены служённые клеточные элементы и серозный выпот.

В сердечной мышце умеренная зернистая дистрофия и умеренное полнокровие сосудов.

В опытных группах, где молодняк птиц получал кормовую добавку бальзам «Возрождение плюс», в фабрициевой сумке отмечено увеличение количества плазматических клеток. Они преимущественно располагались в межфолликулярной соединительной ткани, частично в мозговом веществе лимфатических фолликулов.

В селезенке белая и красная пульпы были резко расширены белыми клетками, сосуды наполнены кровью, эндотелий набухший, в гиперплазированной лимфоидной ткани органа обнаружено множество макрофагальных элементов. Границы между пульпами просматриваются нечетко. Обнаружены нагруженные гемосидерином клетки, которые хорошо выявлялись при окраске по методу Перльса. Активность плазматических клеток довольно высокая.

В печени сильно выражена зернистая и крупнокапельная жировая дистрофия гепатоцитов. Около междольковых сосудов, по ходу триад, можно увидеть скопления лимфоидных клеток в виде очерченных узлов без соединительнотканной основы.

В почках признаки зернистой и жировой дистрофий хорошо выражены. Во всех случаях обнаруживались скопление лимфоидных клеток с признаками лимфоретикулярной гиперплазии.

В легких изменения отмечены как в бронхах, так и парабронхиальных комплексах. Часто мерцательный эпителий был слущен и увеличено количество бокаловидных клеток, отмечен отек парабронхиальной соединительной ткани.

В сердечной мышце выраженная зернистая дистрофия и умеренное полнокровие сосудов.

Выводы. Полученные в ходе исследований результаты позволяют сделать вывод о положительном влиянии йодсодержащей биологически активной кормовой добавки бальзам «Возрождение плюс» на продуктивные, иммунологические и гистологические показатели цыплят-бройлеров. В перспективе необходимо апробировать указанную кормовую добавку в производственных условиях птицефабрик на большом поголовье птицы.

Литература

1. Мойсель, Н.М. О механизме антимикробного действия биологически активных форм йода / Н.М. Мойсель, В.О. Мохнач, Н.П. Вакина // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1971. – № 6. – С.819-829.
2. Мохнач, В.О. Йод и проблемы жизни / В.О. Мохнач. – Л.: Наука, 1974. – 283с.
3. Оголева, В.П. Йод в животноводстве Нижнего Поволжья / В.П. Оголева, Н.К. Бессережнова, А.С. Лушкин, Г.Т. Ковалева // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. – № 2. – С.30-33.
4. Карабаева, М.Э. Проблема йододефицита у животных / М.Э. Карабаева // Эффективное животноводство. – 2018. – № 2. – С. 28-29.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ОЧИСТКИ ГУСТЫХ ПРОДУКТОВ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Городецкий В.О., канд. техн. наук, Люсый И.Н., канд. техн. наук,
Даишева Н.М., канд. техн. наук, Семенихин С.О., канд. техн. наук,
Котляревская Н.И., Усманов М.М.

Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (Краснодар)

Реферат. В статье рассмотрена технология известково-углекислотной очистки концентрированных сахарсодержащих растворов (сиропов) с проведением сатурационной обработки в одну ступень. Приведено теоретическое обоснование необходимости проведения известково-углекислотной очистки сиропа, отмечены ее преимущества в сравнении с очисткой низкоконцентрированных растворов. Представлена принципиальная схема разработанного нами способа очистки концентрированных сахарсодержащих растворов, предусматривающая их обработку гидроксидом кальция и последующую карбонизацию. Проведена сравнительная оценка существующей и усовершенствованной технологий очистки концентрированных сахарсодержащих растворов.

Ключевые слова: известково-углекислотная очистка, концентрированные сахарсодержащие растворы, карбонизация, бикарбонизация, сатурация, чистота, эффект очистки, цветность

Summary. The technology of lime-carbon dioxide purification of concentrated sugar-containing solutions (syrups) with carbonation treatment in one step is considered in the article. Theoretical substantiation of the necessity of syrup lime-carbon dioxide purification is given and its advantages in comparison with purification of low-concentration solutions are noted. The principal scheme of the method of concentrated sugar-containing solutions purification developed by us is proposed, which involves the treatment of solutions with calcium hydroxide and subsequent carbonization. A comparative evaluation of existing and improved technologies of concentrated sugar-containing solutions purification is carried out.

Key words: lime-carbon dioxide purification, concentrated sugar-containing solutions, precarbonation, bicarbonation, carbonation, purity, purification effect, coloration

Введение. Определяющим фактором качества белого сахара является его цветность. Согласно действующему ГОСТ 33222-2015 цветность белого сахара категории экстра в единицах оптической плотности (ICUMSA) не должна превышать 45, первой категории – не более 60. Сахар, который не отвечает этим требованиям, относится к категориям низкого качества, что приводит к снижению его цены и уменьшению возможностей сбыта на отечественном и мировом рынках.

Кроме того, красящие вещества отрицательно влияют на процессы очистки сока, кристаллизации и центрифугирования сахара, способствуют увеличению количества пробеливающей воды при центрифугировании утфеля I продукта и потерь сахара с оттеками, снижают продолжительность хранения сахара. В связи с этим проблема повышения качества концентрированного сахарсодержащего раствора (сиропа) как определяющего фактора, влияющего на качество белого сахара, была и остается чрезвычайно актуальной. К настоящему времени известно много способов дополнительной очистки сиропа и клервов свеклосахарного производства. В частности, для очистки сиропов можно применять адсорбционное удаление красящих веществ с помощью ионообменных смол, природных сорбентов и активированного угля.

Известным способом очистки концентрированных полупродуктов сахарного производства является дефекосатурация, которая обеспечивает снижение цветности сиропа и повышение его чистоты за счет адсорбции несахаров осадком карбоната кальция. Основным недостатком этого способа является значительное пенение сахарных растворов, которое усложняет его практическое использование.

Экспериментальными исследованиями установлено, что более склонны к адсорбированию карбонатом кальция крупные (с высокой молекулярной массой) ионы с малой подвижностью, каковыми преимущественно являются красящие вещества – продукты разложения инвертного сахара и карамелизации сахаров (карамели, продукты щелочного разложения и меланоидины), образующиеся в процессе выпаривания и кристаллизации [1].

В производственных сахарсодержащих растворах свыше 80 % несахаров имеют электролитический характер, то есть находятся в диссоциированном состоянии. По мнению Г. Шевека, красящие вещества являются анионами с присущим им отрицательным зарядом [2]. Этим объясняется обесцвечивание производственных сахарных растворов карбонатом кальция, который, образуясь в условиях избытка ионов Ca^{2+} , является анионообменником с селективным коэффициентом разной величины для одно- и двухосновных кислот.

Известно, что объемный коэффициент адсорбции, то есть коэффициент, рассчитанный по расходу извести на единицу объема обрабатываемого раствора, остается постоянным для различных концентраций сахарных растворов при прочих равных условиях очистки [3]. При сгущении сока количество сухих веществ в единице объема производственного сахарного раствора увеличивается. В результате, при переходе на очистку сиропа необходимый расход гидроксида кальция может быть сокращен в 3-4 раза, то есть расход гидроксида кальция в количестве 0,3-0,4 % СаО на очистку сиропа равноценен расходу гидроксида кальция в количестве около 1 % к массе свеклы на очистку сока. Это имеет особое значение при переработке свеклы с пониженными технологическими качествами, когда для полноты адсорбционной очистки требуется значительное увеличение расхода гидроксида кальция. Поэтому из общего его расхода, затрачиваемого на очистку полупродуктов сахарного производства, целесообразно выделить часть на обработку более концентрированного раствора. Таким образом, с точки зрения эффективности очистки и экономии вспомогательных материалов, в частности известнякового камня и топлива на его обжиг, целесообразно проводить известково-углекислотную очистку концентрированных сахарсодержащих растворов.

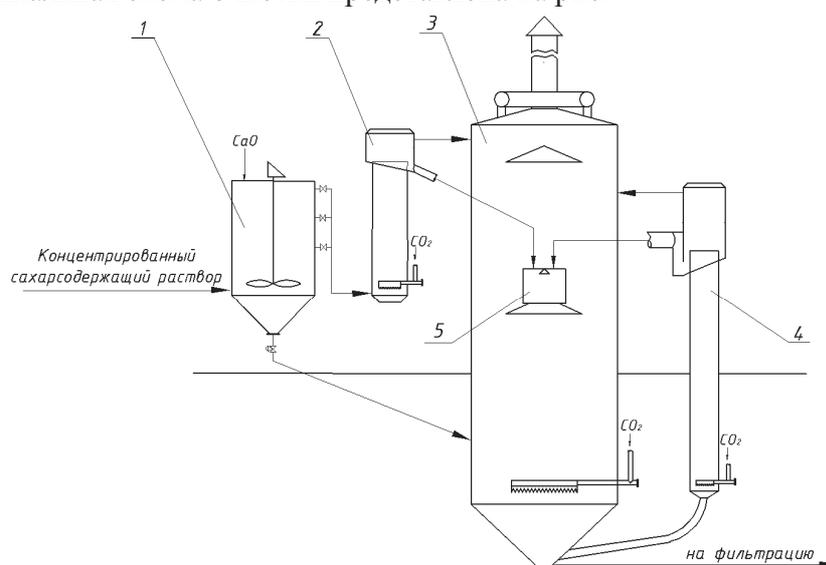
В результате проведенных нами исследований разработан и запатентован высокоэффективный способ очистки густого сахарсодержащего раствора (патент РФ № 2610704), позволяющий снизить цветность очищенного сиропа, увеличить выход готового продукта и, соответственно, прибыль предприятия, что является актуальным для отечественной свеклосахарной промышленности.

Объекты и методы исследований. Для экспериментальной проверки эффективности теоретических предпосылок по созданию нового высокоэффективного способа известково-углекислотной очистки концентрированных сахарсодержащих растворов в лабораторных условиях была проведена серия исследований. Отобранные для исследований образцы корнеплодов сахарной свеклы измельчали в стружку на полупромышленной свеклорезке и помещали в лабораторную диффузионную установку Красильщикова для получения диффузионного сока.

Данная модель диффузионной установки позволяет получать диффузионный сок по качеству, приближенный к диффузионному соку, получаемому в производственных условиях. Содержание сухих веществ сока (СВ,%) составляло 13-15 %, содержание веществ коллоидной дисперсности соответствовало их концентрации в производственных соках.

Полученный в лабораторных условиях диффузионный сок подвергали известково-углекислотной очистке до значений рН, оптимальных для сатурационных соков. Фильтрованный очищенный сок выпаривали до содержания сухих веществ около 50 % для проведения экспериментов по очистке концентрированных сахаросодержащих растворов. Исследования осуществляли на экспериментальной лабораторной установке, аналогичной той, что использовалась для экспериментов с исследованием режимов очистки диффузионного сока.

Принципиальная схема очистки представлена на рис.



1-дефекатор; 2-первый прямоточный сатуратор (карбонизатор); 3-противоточный сатуратор; 4-второй прямоточный сатуратор (бикарбонизатор); 5-камера смешивания

Рис. Принципиальная схема адсорбционной очистки концентрированных сахаросодержащих растворов

С целью повышения эффекта очистки концентрированных сахаросодержащих растворов в схеме предусматривается обработка растворов гидроксидом кальция и карбонизация в три ступени. На первой ступени процесс вели до значений рН 11,3-11,5, а на второй – до оптимальной щелочности. Первую ступень карбонизации осуществляли в отдельной емкости 2 сатурационным газом. Раствор после второй ступени карбонизации разделяли на две части, одну из которых направляли на фильтрацию, а другую подвергали пересатурированию (бикарбонизации) свежим сатурационным газом (третья ступень карбонизации) в прямоточном бикарбонизаторе 4 с последующим отделением сатурационного газа и направлением бикарбонизированного раствора на смешивание с раствором после первой ступени карбонизации. Смесь сатурировали в противоточном сатураторе 3 до щелочности, оптимальной для II сатурации (вторая ступень карбонизации).

Разработанный технологический режим известково-углекислотной очистки концентрированного сахаросодержащего раствора заключается в следующем: сироп обрабатывают гидроксидом кальция в дефекаторе 1 до рН 12,3-12,5 и подают на первую ступень карбонизации 2, где происходит обработка сиропа сатурационным газом до достижения значения рН 11,3-11,5 путем смешивания сатурационного газа с потоком сиропа. После первой ступени карбонизации сироп поступает на вторую ступень в верхнюю часть 5 противоточного сатуратора 3, где происходит смешивание его с потоком бикарбонизированного сиропа из бикарбонизатора 4. Далее смесь попадает в нижнюю часть сатуратора 3, где движется в противотоке со свежим сатурационным газом и сатурируется до конечной оптимальной щелочности.

Отсатурированный сироп после конечной (оптимальной) сатурации разделяется на две части, одна из которых направляется на последующие фильтрацию, а другая поступает на третью ступень карбонизации в сатуратор-бикарбонизатор 4 трубчатого типа, где в целях образования гидрокарбоната кальция обрабатывается до рН 7,0-8,0 свежим сатурационным газом путем эжектирования его в сироп. За счет эжектирования сатурационного газа осуществляется подъем сиропа в трубе и подача его в верхнюю часть противоточного сатуратора 3.

Обсуждение результатов. Параллельно с экспериментальным вышеописанным способом очистки сахарсодержащего раствора проводили типовой способ очистки, заключающийся в обработке сиропа гидроксидом кальция до рН 12,3-12,5 и последующей сатурации до конечной оптимальной щелочности.

Усредненные результаты проведенных исследований по экспериментальному способу и типовому представлены в табл.

Таблица – Сравнительные результаты экспериментальных исследований по очистке концентрированных сахарсодержащих растворов (сиропов)

Наименование показателя	Значение показателя	
	Способы известково-углекислотной очистки	
	типовой	экспериментальный
Исходный сироп		
Содержание сухих веществ (СВ) %	49,1	
Чистота (Ч), %	87,7	
Очищенный сироп		
Расход Ca(OH) ₂ , % CaO	1,12	1,01
Снижение расхода извести, %	-	0,11
Чистота очищенного раствора, %	89,8	90,6
Прирост чистоты, %	-	0,8
Эффект известково-углекислотной очистки, %	19,1	25,6
Увеличение эффекта очистки (Δ, %)	-	6,5
Содержание солей кальция, % CaO к массе продукта	0,115	0,091
Цветность, единиц оптической плотности	456,7	407,4

Как видно из данных табл., эффект очистки полученного в лабораторных условиях сиропа по сравнению с типовым вариантом увеличился на 5-6 %, что позволило увеличить чистоту очищенного концентрированного сахарсодержащего раствора на 0,8 % с соответствующим увеличением выхода сахара-песка на 0,2 % к массе перерабатываемой свеклы и уменьшением содержания сахара в мелассе. Кроме того, разработанный способ позволил сократить расход гидроксида кальция на 0,11 % к массе сиропа и, соответственно, расход топлива на обжиг соответствующего количества известнякового камня.

Использование предлагаемого способа очистки сиропа обеспечивает повышение эффекта адсорбционной очистки, которая складывается из нескольких составляющих. На первой ступени карбонизации проводится адсорбционная очистка карбонатом кальция в среде с избытком иона гидроксила OH⁻, то есть в среде с активной щелочностью равной 0,2-0,4 % CaO и рН 11,3-11,5. Адсорбционная очистка на второй ступени осуществляется при глубоком пересатурировании карбонатом кальция, образованном в среде с избытком HCO₃⁻ при рН 7,0-8,0 на третьей ступени карбонизации в бикарбонизаторе 4. Глубокое пересатурирование нельзя осуществлять ниже рН 7,0, так как именно это значение рН характеризуется изоэлектрической точкой амфотерного осадка белково-пектинового комплекса, при которой осадок обладает наименьшей гидратированностью и, соответственно, максимальной плотностью.

Верхний предел рН 8,0 – это то значение рН, ниже которого в сиропе накапливается в растворенном виде гидрокарбонат кальция, проявляющий осаждающее действие в среде, близкой к нейтральной. Повышение значения рН более 8,0 значительно снижает эффект очистки.

Дополнительный эффект очистки достигается при смешивании сиропа после первой ступени карбонизации, содержащего частицы коллоидной степени дисперсности CaCO_3 в среде с повышенной щелочностью и сиропа после третьей ступени карбонизации с рН 7,0-8,0, содержащего частицы карбоната кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. При смешивании сиропов происходит быстрое образование конгломерата осадка CaCO_3 в процессе, так называемой, «мгновенной» сатурации. При этом, анионы красящих веществ, входящие в состав противоионов адсорбционного слоя, оказываются включенными внутрь образовавшегося конгломерата, что обеспечивает высокий адсорбционный эффект.

Выводы. Установлена эффективность адсорбционной известково-углекислотной очистки концентрированных сахарсодержащих растворов (сиропов) с применением технологических приемов карбонизации и бикарбонизации, позволяющей повысить чистоту получаемых сиропов, снизить их цветность и значительно сократить расход гидроксида кальция на осуществление процесса очистки.

Экспериментальными исследованиями установлено, что расход гидроксида кальция на дефекацию при очистке концентрированных сахарсодержащих растворов по предлагаемому способу уменьшается на 0,11 % к массе обрабатываемого раствора или на 0,04 % к массе перерабатываемой свеклы с увеличением эффекта очистки на 6,0 % и приростом чистоты на 0,8 % абсолютных. Полученные показатели при прочих равных условиях обеспечивают увеличение выхода сахара-песка на 0,15-0,20 % к массе свеклы, что свидетельствует в пользу предлагаемого нами способа.

Проведенные нами исследования по очистке концентрированных сахарсодержащих растворов, кроме того, подтвердили ранее сделанный вывод применительно к очистке диффузионного сока о том, что карбонизация и бикарбонизация дефекованного сиропа с последующим сатурированием в одну ступень способствует получению термоустойчивого очищенного сиропа с минимально возможной концентрацией солей кальция. Это приводит к минимальному отложению солей кальция на поверхности теплообмена последних корпусов выпарной установки и снижению потерь сахара в мелассе.

На основании комплекса проведенных исследований разработан научно-обоснованный и инновационный способ высокоэффективной известково-углекислотной очистки концентрированных сахарсодержащих растворов, позволяющий улучшить их показатели качества, повысить эффект очистки концентрированных сахарсодержащих растворов и сократить расход вспомогательных материалов.

Разработанный способ известково-углекислотной очистки концентрированных сахарсодержащих растворов обеспечивает получение сахара-песка высокого качества в условиях варьирования в широком диапазоне качества исходного сырья, защищен патентом РФ на изобретение и имеет «ноу-хау».

Литература

1. Даишев, М.И. Об обратимости адсорбции красящих веществ продуктов сахарного производства / М.И. Даишев // Известия вузов. Пищевая технология. – 1972. – №4. – С. 27-29.
2. Schwef, H. Der Assalini-B-Prozeß ein neues Verfahren Zur Melasseentzuckerung / H. Schwef // Zucker. – 1959. – №21. – p. 502-509.
3. Даишев, М.И. Исследования по повышению эффектов очистки и кристаллизации в сахарном производстве: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / М. И. Даишев. – Киев, ВНИИСП. – 1974. – 53 с.

УДК 664.3.014

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО СПОСОБА ИДЕНТИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЛЕЦИТИНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМПУЛЬСНОГО МЕТОДА ЯМР**Викторова Е.П., д-р техн. наук, Шахрай Т.А., канд. техн. наук, Великанова Е.В., Федосеева О.В.***Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции - филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (Краснодар)***Агафонов О.С., канд. техн. наук, Прудников С.М., д-р техн. наук***Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта» (Краснодар)*

Реферат. Проведена оценка экономической эффективности экологически безопасного способа идентификации растительных лецитинов с применением импульсного метода ядерно-магнитного резонанса. Показано, что разработанный способ идентификации растительных лецитинов с применением импульсного метода ЯМР является, с экономической точки зрения, более выгодным, а отсутствие использования при его реализации токсичных реактивов, в том числе органических растворителей, подтверждает его экологическую безопасность. Установлено, что экономический эффект от внедрения разработанного способа идентификации растительных лецитинов с применением импульсного метода ЯМР достигается за счет отсутствия затрат на химические реактивы, вспомогательные материалы и химическую посуду, а также за счет снижения затрат на оплату труда персонала лаборатории.

Ключевые слова: растительные лецитины, импульсный метод ядерно-магнитного резонанса, экологически безопасный способ, идентификация, экономическая эффективность

Summary. The estimation of economic efficiency of ecologically safe method of identification of vegetable lecithins with application of pulsed method of nuclear magnetic resonance is carried out. It is shown that the developed method for the identification of vegetable lecithins using the NMR method is economically more profitable, and the lack of its use in the implementation of toxic reagents, including organic solvents, confirms its environmental safety. It is established that the economic effect of the introduction of the developed method of identification of plant lecithins using the pulse NMR method is achieved due to the lack of costs for chemical reagents, auxiliary materials and chemical utensils, as well as by reducing the labor costs of laboratory personnel.

Keywords: plant lecithins, pulse method of nuclear magnetic resonance, environmentally safe method, identification, economic efficiency

Введение. Ранее в работах [1-5] было установлено, что степень проявления технологических и физиологически функциональных свойств лецитинов зависит от вида растительного масла, из которого они получены, то есть подсолнечного, рапсового или соевого масел.

В связи с этим, эффективное применение растительных лецитинов для производства пищевых и биологически активных добавок, а также пищевых продуктов, в том числе функциональных, зависит от вида лецитина – подсолнечный, соевый или рапсовый.

В настоящее время идентификацию растительных лецитинов осуществляют на основе метода газовой хроматографии метиловых эфиров жирных кислот масла, выделенного из растительного лецитина, реализация которого включает три основных этапа: 1 этап – извлечение масла из растительного лецитина в соответствии с ГОСТ 32052 [6], 2 этап –

получение метиловых эфиров жирных кислот в соответствии с ГОСТ 31665 [7] и 3 этап – определение массовой доли метиловых эфиров жирных кислот методом газовой хроматографии в соответствии с ГОСТ 31663 [8], при этом для реализации каждого из этапов требуются химические реактивы, в том числе токсичные органические растворители, химическая посуда и вспомогательные материалы.

Кроме этого, реализация существующего способа идентификации растительных лецитинов требует больших временных затрат (11 часов), что не позволяет оперативно осуществлять идентификацию растительных лецитинов.

Таким образом, известный способ идентификации имеет ряд недостатков.

Учеными Краснодарского научно-исследовательского института хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» и ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта» разработан экологически безопасный способ идентификации растительных лецитинов с применением импульсного метода ЯМР, в котором исключены недостатки известного способа.

Целью исследования является оценка экономической эффективности экологически безопасного способа идентификации растительных лецитинов с применением импульсного метода ЯМР.

Обсуждение результатов. В табл. 1 приведены данные, характеризующие затраты на средства измерений, вспомогательное оборудование и химическую посуду, необходимые для реализации первого этапа идентификации лецитина по известному способу, а именно, для извлечения масла из лецитина по методике в соответствии с ГОСТ 32052.

Таблица 1 – Затраты на средства измерений, вспомогательное оборудование и химическую посуду

Наименование затрат	Кол-во, шт.	Цена за единицу, руб.	Затраты, руб.
Весы лабораторные с пределом допускаемой погрешности однократного взвешивания $\pm 0,00001$	1	164000	164000
Шкаф сушильный, обеспечивающий поддержание заданного режима нагрева от 20 ° С до 200 ° С	1	57050	57050
Холодильник бытовой по ГОСТ 26678	1	22120	22120
Термометр жидкостный стеклянный с диапазоном измерения от -10° С до +50° С по ГОСТ 28498	1	150	150
Стекло часовое	4	30	120
Цилиндр 1 (3) 25-1 по ГОСТ 25336	1	75	75
Эксикатор 2-190 (250) по ГОСТ 25336 со свежим силикагелем	2	1000	2000
Колба КН 2-250 (500)29/32 ТХС по ГОСТ 25336	2	80	160
Воронка В-56-80 по ГОСТ 25336	4	50	200
Стаканчик для взвешивания СВ-24/10 по ГОСТ 25336	4	80	320
Стакан В-1-150 ТС по ГОСТ 25336	2	40	80
Палочка стеклянная	4	4	16
Итого:	-	-	246291

Из данных табл. 1 видно, что для осуществления первого этапа идентификации лецитина известным способом затраты на средства измерений, вспомогательное оборудование и химическую посуду составляют 246291 тыс. руб.

Однако, учитывая, что лаборатории физико-химических исследований, работающие на масложировых предприятиях, как правило, оснащены весами лабораторными, шкафом сушильным и холодильником, то для реализации первого этапа известного способа идентификации потребуются только затраты в сумме 3121 руб.

В табл. 2 приведены затраты на органический растворитель – ацетон и вспомогательный материал – фильтр обезжиренный обеззоленный, которые необходимы для реализации первого этапа идентификации лецитина известным способом.

Таблица 2 – Затраты на органический растворитель и вспомогательный материал

Наименование затрат	Расход на анализ	Цена за единицу, руб.	Затраты, руб.
Ацетон, см ³	700	0,30	210,0
Фильтр обезжиренный обеззоленный, шт.	4	1,20	4,8
Итого:	-	-	214,8

Из данных табл. 2 видно, что затраты на органический растворитель и вспомогательный материал составляют 214,8 руб.

Следует отметить, что разработанный способ идентификации лецитина с применением импульсного метода ЯМР, в отличие от известного способа, не требует извлечения масла из лецитина, то есть затраты, указанные для реализации первого этапа известного способа, в разработанном способе идентификации отсутствуют.

В табл. 3 приведены затраты на химическую посуду, необходимую для реализации второго и третьего этапов идентификации лецитина известным способом.

Таблица 3 – Затраты на химическую посуду

Наименование затрат	Кол-во, шт.	Цена за единицу, руб.	Затраты, руб.
Стаканчик ВС-19/9 по ГОСТ 25336	4	38	152
Пипетка на 10 см ³	4	100	400
Пипетка на 2 см ³	4	120	480
Пипетка на 0,1 см ³	4	40	160
Воронка	4	40	160
Микрошприц	1	2015	2015
Итого:	-	-	3367

Из данных табл. 3 видно, что затраты на химическую посуду, необходимую для реализации второго и третьего этапов идентификации лецитина известным способом, составляют 3367 руб.

Таким образом, затраты на химическую посуду, необходимую для реализации трех этапов идентификации лецитина известным способом, составляют:

$$3121,0 + 3367,0 = 6488,0 \text{ руб.}$$

Следует отметить, что в отличие от известного способа идентификации лецитина, разработанный способ идентификации не требует таких затрат на химическую посуду, а именно, для реализации разработанного способа достаточно 4 стаканчика общей стоимостью 360 руб.

В табл. 4 приведены затраты на приобретение органических растворителей, реактивов и вспомогательных материалов, необходимых для осуществления второго этапа (получение метиловых эфиров жирных кислот) и третьего этапа (определение массовой доли

метиловых эфиров жирных кислот методом газовой хроматографии) идентификации лецитина известным способом.

Таблица 4 – Затраты, необходимые для реализации второго и третьего этапов идентификации лецитина известным способом

Наименование растворителя, реактива и вспомогательного материала	Расход на 1 анализ	Цена за единицу, руб.	Затраты, руб.
Гексан, см ³	20	1,2	24,0
Метанол, см ³	20	4,0	80,0
Окись кальция, г	0,01	2,0	0,02
Металлический натрий, г	1,15	15,60	17,94
Сернистый натрий, г	1,5	0,1	0,15
Азот газообразный, л	1,5	0,20	0,30
Водород, л	1,5	0,30	0,45
Фильтровальная бумага, г	15	0,20	3,0
Вата, г	5	0,20	1,0
Наполнитель-хроматон N-AW, г	0,1	132,15	13,21
Итого:	-	-	140,07

Из приведенных в табл. 4 данных видно, что затраты на органические растворители, реактивы и вспомогательные материалы, необходимые для осуществления второго и третьего этапов идентификации лецитина известным способом, составляют 140,07 рублей.

Таким образом, затраты на органические растворители, химические реактивы и вспомогательные материалы, необходимые для реализации трех этапов идентификации лецитина известным способом, составляют:

$$214,80 + 140,07 = 354,87 \text{ руб.}$$

Следует отметить, что приведенные в табл. 4 затраты, необходимые для реализации известного способа, в разработанном способе идентификации отсутствуют.

Учитывая, что продолжительность реализации разработанного способа идентификации составляет 1 час, а известного способа – 11 часов, численность лабораторного персонала, выполняющего идентификацию, сокращается (табл. 5).

Таблица 5 – Затраты на заработную плату персонала, выполняющего идентификацию известным и разработанным способами

Наименование показателя	Значение показателя	
	Известный способ (ГХ)	Разработанный способ (ЯМР)
Время проведения одного анализа, ч	1	11
Количество анализов в год	300	300
Численность лабораторного персонала, необходимая для проведения 1 анализа, чел	1	0,09
Заработная плата 1 лаборанта	14500	14500
Заработная плата 1 лаборанта в месяц, руб.	14500,0	14500,0

Следует отметить, что стоимость ЯМР-анализатора составляет 1500 тыс. руб., а газового хроматографа - 2500 тыс. руб., то есть стоимость ЯМР-анализатора на 1000 тыс. руб. ниже стоимости газового хроматографа. Использование указанных приборов требует затрат на их содержание. Кроме того, в издержки должна быть включена амортизация приборов, норма которой составляет 10 % в год.

В табл. 6 приведены исходные данные, характеризующие общие затраты (в год) на проведение идентификации растительных лецитинов известным и разработанным способами.

Таблица 6 – Общие затраты на проведение идентификации растительных лецитинов известным и разработанным способами

Наименование показателя	Значение показателя, тыс. руб.	
	Известный способ (ГХ)	Разработанный способ (ЯМР)
Стоимость реактивов и вспомогательных материалов	106,461	-
Стоимость химической посуды	6,488	0,360
Заработная плата лаборанта	174,00	1,305
Отчисления на социальные нужды	52,55	0,40
Амортизация прибора	250,0	150,0
Содержание прибора	45,00	1,80
Итого:	634,499	153,865

На основании данных, приведенных в табл. 6, экономический эффект от внедрения разработанного способа идентификации растительных лецитинов составит:

$$\text{Э} = 634,499 - 153,865 = 480,634 \text{ тыс. руб.}$$

Следует отметить, что затраты на приобретение ЯМР-анализатора не требуются, так как масложировые предприятия, вырабатывающие лецитины, оснащены такими анализаторами, которые уже эффективно используются для оперативного определения массовой доли масла и влаги в масличных семенах.

Выводы. Установлено, что экономический эффект от внедрения разработанного способа идентификации растительных лецитинов с применением импульсного метода ЯМР достигается за счет отсутствия затрат на химические реактивы, вспомогательные материалы и химическую посуду, а также за счет снижения затрат на оплату труда персонала лаборатории.

Литература

1. Корнен, Н.Н. Исследование технологических свойств растительных лецитинов / Н.Н. Корнен, Т.А. Шахрай, М.В. Лукьяненко, А.А.Схалыхов //Новые технологии – 2015.– № 3.– С. 19-24.
2. Корнен, Н.Н. Исследование влияния лецитинов рапсовых масел на свойства пшеничной муки / Н.Н. Корнен, Т.В. Першакова, Е.В.Лисовая, Т.А. Шахрай //Новые технологии – 2015.– № 4.– С. 16-20 .
3. Корнен, Н.Н. Применение растительных фосфолипидов (лецитинов) в производстве хлебобулочных изделий / Н.Н.Корнен, Т.В.Першакова, Е.В. Лисовая // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016.– № 02 (116). – С. 288-300..
4. Исследование гипохолестеринемических свойств рапсовых и подсолнечных лецитинов / Н.Н. Корнен [и др.]// Новые технологии. – 2017. – № 3. –С. 38 - 43.
5. Сравнительная оценка эффективности антиоксидантного действия рапсовых и подсолнечных лецитинов в опытах на лабораторных животных / Н.Н. Корнен [и др.]// Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов.– 2017. – № 5 (46). –С.9-14.
6. ГОСТ 32052-2013 Добавки пищевые. Лецитины Е322. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
7. ГОСТ 31665-2012 Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 7 с.
8. ГОСТ 31663-2012 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 7 с.

УДК 664:001.89

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ «ПОРОШОК ГРУШЕВЫЙ»
НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ****Федосеева О.В., Викторова Е.П., д-р техн. наук,
Шахрай Т.А., канд. техн. наук, Великанова Е.В., Матвиенко А.Н.***Краснодарский научно-исследовательский институт хранения
и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (Краснодар)***Вершинина О.Л., канд. техн. наук***Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Кубанский государственный технологический университет» (Краснодар)*

Реферат. В статье приводятся результаты исследований по влиянию дозировки пищевой добавки, полученной из вторичных ресурсов, образующихся при переработке груши, на качество хлебобулочных изделий. Установлено, что внесение пищевой добавки в пшеничную муку позволяет увеличить удельный объем хлебобулочного изделия, пористость мякиша, а также формоустойчивость подового изделия. Выполненный комплекс исследований позволил установить положительное влияние пищевой добавки «Порошок грушевый» на качество хлебобулочных изделий, что может явиться основой для разработки рецептур хлебобулочных изделий, обогащенных добавкой.

Ключевые слова: пищевая добавка, «Порошок грушевый», пшеничная мука, хлебобулочные изделия, качество, удельный объем, пористость мякиша, формоустойчивость подового изделия

Summary. The article presents the results of studies on the effect of the dosage of food additives obtained from secondary resources formed during the processing of pears on the quality of bakery products. It is established that the introduction of food additives in wheat flour can increase the specific volume of the bakery product, porosity of the crumb, as well as the form stability of the hearth. The performed complex of researches allowed to establish positive influence of the food additive "pear powder" on quality of bakery products that can be a basis for development of the compounding of the bakery products enriched with the additive.

Keywords: food additive, "pear powder", wheat flour, bakery products, quality, specific volume, porosity of the crumb, shape stability of the hearth product

Введение. В соответствии со «Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года» и «Стратегией повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» одним из перспективных направлений исследований в области качества пищевой продукции является разработка инновационных технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для получения безопасных и качественных, в том числе специализированных, функциональных и обогащенных продуктов питания [1,2].

В связи с этим, актуальной задачей является разработка ресурсосберегающих технологий, включая и переработку образующихся вторичных ресурсов, с получением самостоятельных продуктов, в частности, с получением пищевых добавок.

Учеными института разработана технология производства пищевой добавки из вторичных ресурсов, образующихся при переработке груш в процессе производства пюре, а именно, пищевой добавки «Порошок грушевый» [3].

Ранее нами было показано, что разработанная добавка проявляет антиоксидантные свойства, а также способствует повышению газообразующей способности пшеничной муки, укреплению клейковины пшеничной муки и формированию требуемых структурно-механических характеристик теста [4,5].

Учитывая это, актуальной задачей является изучение влияния пищевой добавки «Порошок грушевый» на качество хлебобулочных изделий.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являются пшеничная мука 1 сорта, пищевая добавка «Порошок грушевый», соответствующая по показателям качества и безопасности требованиям ТУ 10.39.25-005-17021101-2017 и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов», а также образцы хлебобулочных изделий, обогащенных пищевой добавкой.

Основные показатели качества хлебобулочных изделий определяли по стандартным методикам: влажность мякиша – по ГОСТ 21094-75 [6], пористость мякиша – по ГОСТ 5669-96 [7], кислотность – по ГОСТ 5670-96 [8], удельный объем и формоустойчивость подового изделия – по ГОСТ 27669-88 [9].

С целью выявления влияния дозировки пищевой добавки на качество хлебобулочных изделий были проведены пробные лабораторные выпечки. За контрольную рецептуру была взята рецептура хлеба из пшеничной муки 1 сорта (пшеничная мука 1 сорта – 100 кг; дрожжи хлебопекарные прессованные – 1,5 кг; соль поваренная пищевая – 1,3 кг).

Для получения экспериментальных образцов в пшеничную муку вносили пищевую добавку при дозировке 3,5,7 и 9 % к массе муки, при этом пищевую добавку предварительно смешивали с водой (соотношение пищевая добавка – вода, равное 1:3; температура – 40 ° С). Тесто с внесением добавки готовили безопарным способом, приготовленное тесто разделявали, тестовые заготовки расстлаивали и выпекали. Для проведения лабораторной выпечки тестовых заготовок применяли комплект оборудования DIOSNA SP 12 F, Backcombi.

Эксперименты проводили в трех повторностях, полученные экспериментальные данные обрабатывали с помощью методов физического и математического моделирования, статистической обработки, корреляционного анализа Mathcad.12 (Professional), Matlab 6.5 и Statistica 9.0.

Обсуждение результатов. Данные по влиянию дозировки пищевой добавки на удельный объем хлебобулочных изделий приведены на рис.1.

Из диаграммы, представленной на рис. 1, видно, что внесение пищевой добавки в пшеничную муку позволяет увеличить удельный объем хлебобулочного изделия, при этом с повышением дозировки добавки с 3 до 9 % удельный объем увеличивается на 9 – 32 % по сравнению с этим показателем для контрольного образца. Это объясняется более высокой газообразующей способностью пшеничной муки с внесением пищевой добавки, так как в ее составе содержатся сахара (более 49 %), минеральные вещества (1,6 %) и органические кислоты (более 2,0 %), что обуславливает увеличение удельного объема.

На рис. 2 приведены результаты исследования по влиянию дозировки пищевой добавки на пористость мякиша хлебобулочных изделий.

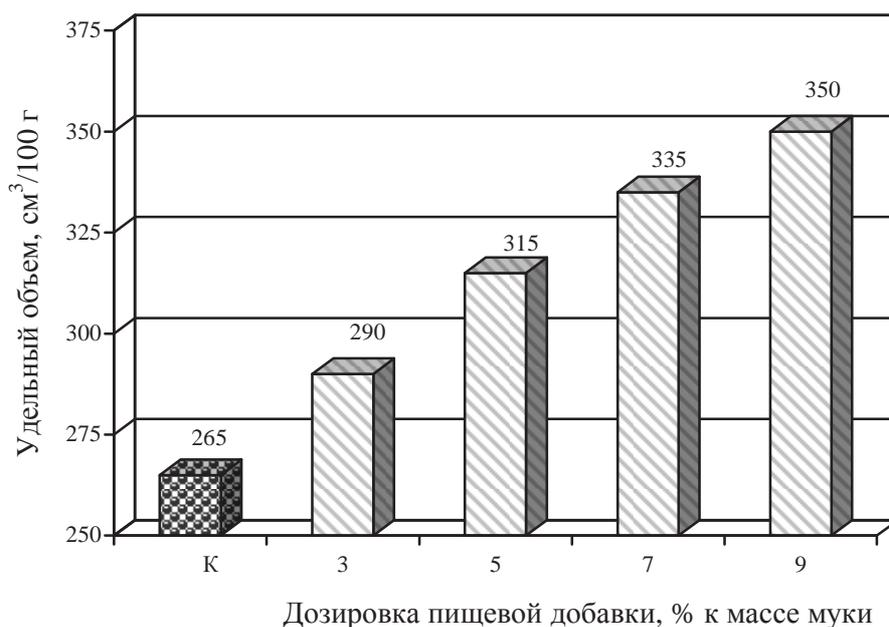


Рис.1. Влияние дозировки пищевой добавки «Порошок грушевый» на удельный объем хлебулочного изделия

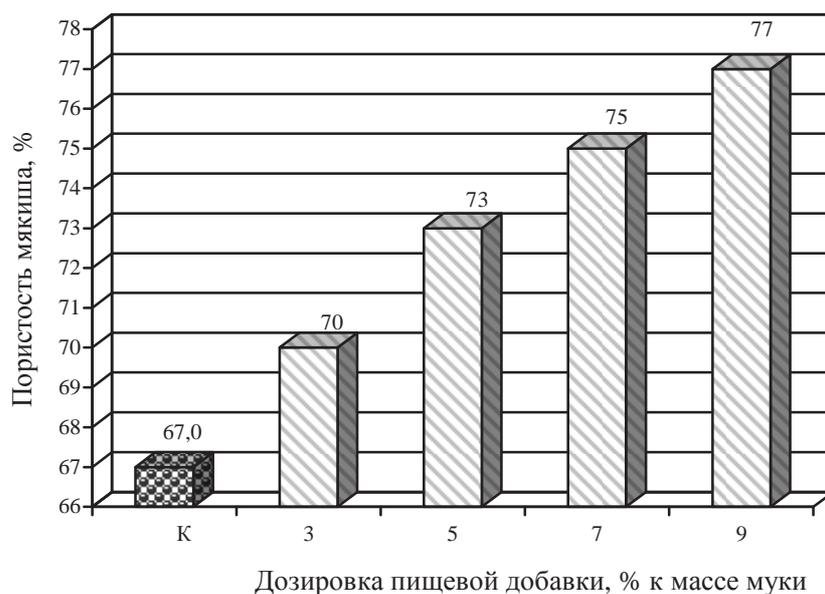


Рис.2. Влияние дозировки пищевой добавки «Порошок грушевый» на пористость мякиша хлебулочного изделия

Представленные на рис. 2 данные позволяют сделать вывод о том, что внесение пищевой добавки также обеспечивает повышение пористости мякиша, при этом с увеличением дозировки добавки с 3 до 9 % удельный объем хлебулочных изделий увеличивается на 3-10 % по сравнению с контрольным образцом.

В табл. приведены результаты исследований по влиянию дозировки пищевой добавки на физико-химические показатели качества хлебулочных изделий.

Таблица – Влияние дозировки пищевой добавки «Порошок грушевый» на физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий

Наименование показателя	Значение показателя				
	Контроль	с внесением пищевой добавки, % к массе муки			
		3	5	7	9
Влажность мякиша, %	42,5	42,8	43,0	43,2	43,5
Кислотность мякиша, град.	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0
Формоустойчивость подового изделия, Н/Д	0,35	0,40	0,43	0,45	0,49

Из данных таблицы видно, что с внесением пищевой добавки увеличивается влажность мякиша и его кислотность. Повышение влажности мякиша объясняется высокой водоудерживающей способностью добавки, благодаря содержанию в ее составе пищевых волокон (32,5 %) и белков (2,7 %). Более высокая кислотность мякиша экспериментальных образцов, по сравнению с контрольным образцом, объясняется более интенсивным накоплением кислот в процессе брожения теста, что обусловлено наличием в добавке сахаров, минеральных веществ и органических кислот.

Следует также отметить, что формоустойчивость подовых изделий с внесением пищевой добавки выше, чем формоустойчивость контрольного образца, что объясняется образованием в тесте с внесением добавки более прочных устойчивых структур.

Выводы. Таким образом, выполненный комплекс исследований позволил установить положительное влияние пищевой добавки «Порошок грушевый» на качество хлебобулочных изделий, что может явиться основой для разработки рецептур хлебобулочных изделий, обогащенных добавкой.

Литература

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года, утвержденная Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 года № 642.
2. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 29 июня 2016 г. № 1364-р.
3. Разработка технологии производства пищевой добавки из вторичных ресурсов переработки груш / Е.П. Викторова [и др.]// Научный журнал КубГАУ. – 2017. –131 (07). –С. 709-719.
4. Исследование функциональных и технологических свойств пищевых добавок из вторичных растительных ресурсов для создания продуктов здорового питания /Е.П. Викторова [и др.] // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2018. – № 14. – С 201-209.
5. Исследование влияния пищевой добавки «Порошок грушевый» на качество и свойства пшеничной муки/ Е.П. Викторова [и др.]//Новые технологии. – 2017. – № 2. – С.18-23.
6. ГОСТ 21094-75 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности. – М.: Стандартинформ, 2006. – 4 с.
7. ГОСТ 5669-96 Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2006. – 5 с.
8. ГОСТ 5670-96 Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2006. – 8 с.
9. ГОСТ 27669-88 Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба (с Изменениями N 1, 2) . – М.: Стандартинформ, 2006. – 10 с.

УДК 577.114.5:577.114.083

О ДЕКАТИОНИЗАЦИИ ПЕКТИНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ НА ПРИМЕРЕ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

Кондратенко В.В., канд. техн. наук, Царёва М.А., Кондратенко Т.Ю., Давыдова А.Ю.,
Алабина Н.М., канд. техн. наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования –
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(Видное, Московская область)*

Реферат. При обработке растительного сырья с высоким содержанием поливалентных катионов ферментными препаратами, катионы могут ингибировать или даже блокировать их работу. Для предотвращения этого был определён оптимальный режим декатионизации свекловичного жома водным раствором комплексона (на примере двузамещённой натриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты): концентрация ~ 2,612 г/дм³, продолжительность – 48 минут. В результате исследования косвенно установлено, что в процессе хелатообразования в свекловичном жоме принимают участие не только катионы Ca²⁺, но и незначительное количество других – минорных – катионов. При установленном режиме декатионизация позволяет удалить из субстрата до ~ 23 % содержащихся в нём катионов Ca²⁺, что, предположительно, достаточно для стабилизации работы фермента на следующем этапе обработки свекловичного жома.

Ключевые слова: пищевые волокна, ферментные системы, комплексон, свекловичный жом, декатионизация

Summary. Within processing of plant materials with a high native or added content of polyvalent cations with enzymes, cations can inhibit or even block their activity. To prevent this, the optimum mode of sugar beet pulp decationization with an aqueous complexon solution was determined (by the example of the double-substituted sodium salt of ethylenediaminetetraacetic acid): the concentration is about 2,612 g/dm³, duration is 48 minutes. As an additional result of research, it was indirectly established that during chelating in beet pulp, in addition to Ca²⁺ cations, an insignificant number of other – minor – cations are also processed. Within the established condition, decationization allows to remove from the substrate up to ~ 23 % of Ca²⁺ cations. Presumably, it should be sufficient for stabilization of the enzyme activity at the next stage of sugar beet pulp processing.

Key words: food fibers, enzyme systems, chelating agent, sugar beet pulp, decationization

Введение. Одной из важнейших задач, стоящих в настоящее время перед перерабатывающими отраслями отечественного агропромышленного комплекса, является повышение эффективности трансфера нутриентного потенциала сельскохозяйственного сырья и вторичных продуктов его переработки в пищевые системы и/или ингредиенты. Особенно актуально это в части вторичных продуктов переработки – жома сахарной свёклы, подсолнечного шрота, выжимок сырья после сокового производства, побочных продуктов пивоварения, виноделия и т.д., – они представляет ценное сырьё для выделения функциональных высокомолекулярных компонентов. По своему гистологическому составу данное сырьё представляет собой обогащённую материалом клеточных стенок биомассу, в отдельных случаях более или менее существенно модифицированную, с пониженным содержанием компонентов протоплазмы [1]. В свою очередь, матрикс клеточных стенок включает в себя значительное разнообразие высокомолекулярных компонентов [2], по-

тенциально способных, будучи выделенными, проявлять функциональные свойства [3]. К ним относятся различные виды пищевых волокон, в том числе пектин [4].

Среди существующих способов извлечения функциональных компонентов растительного сырья наиболее экологичными являются биотехнологические, такие как, в частности, обработка ферментами [5]. Так, для выделения пектиновых веществ используются ферментные препараты комплексного действия с полигалактуронозной, арабаназной, галактаназной, целлюлазной, гемицеллюлазной и др. активностью [6]. Данный подход имеет как минимум один существенный недостаток – в качестве продуктов обработки образуется семейство растворимых высокомолекулярных фрагментов разной природы – рамногалактуронаны, арабинаны, галактаны, арабиноксиланы, ксилогликаны и др. [6]. В этом отношении более перспективным видится использование гомоферментных препаратов, отличающихся узким спектром объектов целевого действия [7].

Однако и в этом случае имеет место ряд факторов, уменьшающих целевую эффективность такого подхода при акцентировании внимания исключительно на природе используемых ферментов. Известно, что компоненты клеточных стенок нативно объединены между собой в единый матрикс посредством нескольких видов связей, таких, как простые и сложные эфирные, водородные, солевые и комбинированные мостики [2]. Солевые и комбинированные солевые мостики, в силу своей природы образованные с участием катионов поливалентных металлов, могут вызвать определённые затруднения для работы целевых фрагментов. Такой эффект может быть обусловлен изменением степени сродства активных центров ферментов к солевым внутримолекулярным связям, снижая эффективность фермента. Также солевые мостики сами могут дополнительно связывать выделяемые целевые фрагменты с матриксом. В этой связи потенциально возникает необходимость инактивации поливалентных катионов – основных составляющих данных мостиков. Особенно остро этот вопрос стоит в отношении свекловичного жома, для которого характерно высокое содержание катионов Ca^{2+} [4]. В целях профилактики подобных негативных эффектов авторы видят целесообразным введение в технологию выделения пектиновых веществ из растительного сырья гомоферментными препаратами предварительного этапа декатионизации с использованием хелатирующих агентов [8].

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований использовались образцы сушёного негранулированного свекловичного жома, произведённые в Краснодарском крае (ЗАО «Успенский сахарник»). В качестве модельного активного агента (комплексона) использовали двузамещённую натриевую соль этилендиаминтетрауксусной кислоты. Базовую концентрацию водного раствора рассчитывали, исходя из известных представлений о механизмах образования хелатов катионов с комплексонам. Базовая концентрация составила $2,87 \text{ г/дм}^3$. Поскольку в механизме образования хелатов кроме обычных ионных задействованы также и координационные связи катионов с комплексонам [9], динамика хелатообразования в целом потенциально может иметь нелинейный характер. В этой связи исследовали процесс декатионизации при различных концентрациях комплексона, дробно соотносящихся с базовой: 0,0; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9 и 1,1. Последние обозначали как «условные концентрации».

Динамику хелатообразования фиксировали по изменению удельной электрической проводимости (УЭП) системы. Для определения УЭП использовали кондуктометр лабораторный WTW inoLab® Cond 7310, укомплектованный погружной ячейкой с чёрными платиновыми электродами.

Для каждой дробной концентрации комплексона исследование проводили следующим образом. Навеску сухого свекловичного жома 20 г помещали в стеклянный стакан на 1000 см^3 . К навеске приливали бидистиллированную воду объёмом 400 см^3 температурой $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Смесь перемешивали и оставляли для набухания в течение 18 ч. Затем первичный

водный экстракт отфильтровывали через бумажный обеззоленный складчатый фильтр «красная лента». Осадок с фильтра количественно переносили обратно в стакан небольшими порциями водного раствора комплексона, предварительно нагретого до температуры 40 °С. В этот же стакан прибавляли дополнительное количество водного раствора комплексона, предварительно нагретого до температуры 40 °С до доведения общего его объёма в системе 450 см³. Стакан с системой помещали на водяную баню при той же температуре, вводили погружную кондуктометрическую ячейку и с помощью оригинального программного обеспечения, прилагаемого к кондуктометру, фиксировали динамику УЭП в течение 19200 с (до перехода в зону «плато») с дискретностью 30 с. Полученный экстракт отфильтровывали через бумажный обеззоленный складчатый фильтр «красная лента». В фильтрате определяли массовую долю катионов Ca²⁺ по [10]. Кроме того определяли УЭП каждого из приготовленных водных растворов комплексона. Все исследования проводили в трёхкратной повторности.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программного обеспечения, прилагаемого к аналитическому оборудованию, специализированного программного обеспечения TableCurve 2D v.5.01 (SYSTAT Software Inc.), табличного процессора Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation) со встроенным языком программирования VBA и надстройкой Addinsoft XLSTAT Version 2014.5.03. Первичное отсеивание статистически ненадёжных экспериментальных данных в повторностях, расчёт средних и погрешностей эксперимента проводили с использованием существующих подходов [11]. Обработку данных по методу главных компонент Пирсона проводили по [12].

Обсуждение результатов. Первичный анализ экспериментальных данных динамики УЭП системы «свекловичный жом – водный раствор комплексона» от продолжительности процесса взаимодействия показал отличие как в форме кривой, её отражающей, так и в локализации областей определения зависимого показателя при использовании растворов с разными условными концентрациями комплексона. Для проведения дальнейшего анализа, экспериментальные данные были трансформированы в единую область варьирования УЭП. В качестве фактора инвариантности были приняты значения УЭП исходных растворов комплексона. Для каждой условной концентрации были рассчитаны приведённые значения УЭП по формуле:

$$Q_{сп} = Q_{\tau} - Q_{\epsilon}, \quad (1)$$

где $Q_{сп}$ – приведённая УЭП, мкСм/см; Q_{τ} – УЭП системы «комплексон – сырьё» как функция продолжительности процесса $f(\tau)$, мкСм/см; Q_{ϵ} – УЭП исходного водного раствора комплексона, мкСм/см.

Для каждой зависимости была определена функция, наиболее адекватно аппроксимирующая приведённые экспериментальные данные при $\alpha < 0,05$. Полученные в результате первичной обработки динамики приведённой УЭП в процессе декатионизации при разных условных концентрациях комплексона представлены на рис. 1.

Анализ полученных результатов показал, что процесс взаимодействия комплексона с катионами сырья происходит в два последовательных этапа. На первом происходит непосредственное связывание катионов комплексоном, при этом УЭП системы «комплексон-сырьё» уменьшается и момент «насыщения» комплексона катионами характеризуется локальным минимумом УЭП. Особенно явно это в вариантах с максимальными значениями условной концентрации комплексона. На втором этапе продолжается лишь процесс диффузии отдельных мономерных компонентов сырья в экстракт, в результате чего происхо-

дит монотонное возрастание УЭП со стремлением к некоторому асимптотическому значению при $\tau \rightarrow \infty$.

Следует отметить, что увеличение условной концентрации комплексона приводило к увеличению выраженности (аналитической визуализации) процесса связывания катионов. При этом заметным он становился, начиная с условной концентрации 0,5 ед. Косвенно наличие процесса фиксировали визуализацией локальных экстремумов (точки T1, T2, T3 и T4), а выраженность – продолжительностью процесса до достижения этих экстремумов. Предположительно, при значениях условной концентрации комплексона меньше 0,5 ед., насыщение комплексона катионами происходило практически мгновенно (по временным масштабам исследований), что косвенно указывает на сильный дефицит комплексона.

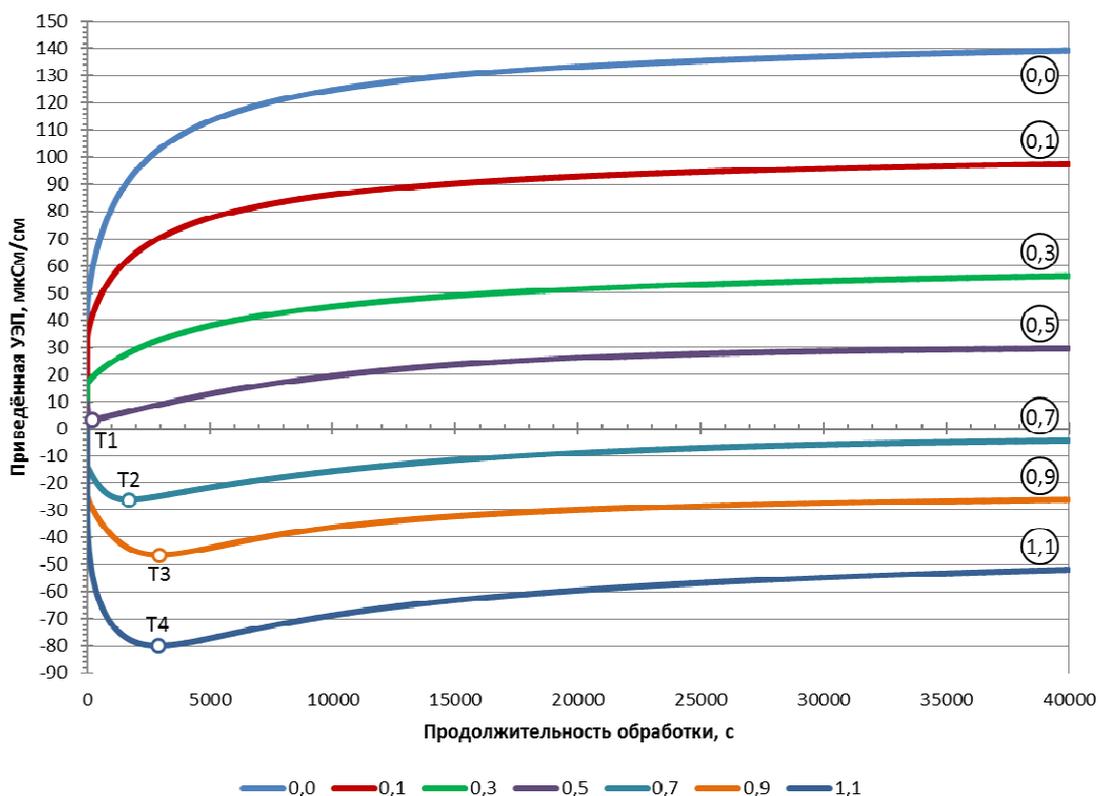


Рис. 1. Динамика приведённой УЭП в процессе декатионизации системы «комплексон – субстрат» при разных концентрациях комплексона: 0,0, 0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 0,9 и 1,1 – условные концентрации комплексона, ед.; T1, T2, T3 и T4 – точки экстремумов

Для нахождения оптимальных режимов декатионизации, были аналитически определены численные значения локальных минимумов, на основании которых провели дальнейший анализ зависимости продолжительности активного связывания катионов (достижение экстремума) от величины условной концентрации комплексона. Для этого точки экстремумов расположили в системе координат «условная концентрация комплексона – продолжительность обработки до достижения экстремума». В данной системе функция, адекватно аппроксимирующая аналитически полученные данные, имеет вид:

$$y = \frac{a}{1 + \exp\left(\frac{b-x}{c}\right)}, \tag{2}$$

где x – условная концентрация комплексона, ед.; y – продолжительность связывания катионов, с; $a = 2949,625211$; $b = 0,679466805$; $c = 0,06158077$.

Полученная зависимость адекватно аппроксимирует исследуемый процесс с $\alpha \leq 0,00001$. Константа и коэффициенты адекватны с $\alpha \leq 0,0005$. Коэффициент корреляции 0,998442, что говорит о тесной связи исследуемых показателей.

Результаты исследований приведены на рис. 2.

Функция, описывающая зависимость, имеет тенденцию к неравномерному монотонному возрастанию к асимптотическому значению, равному ~ 2950 с при $x \rightarrow \infty$.

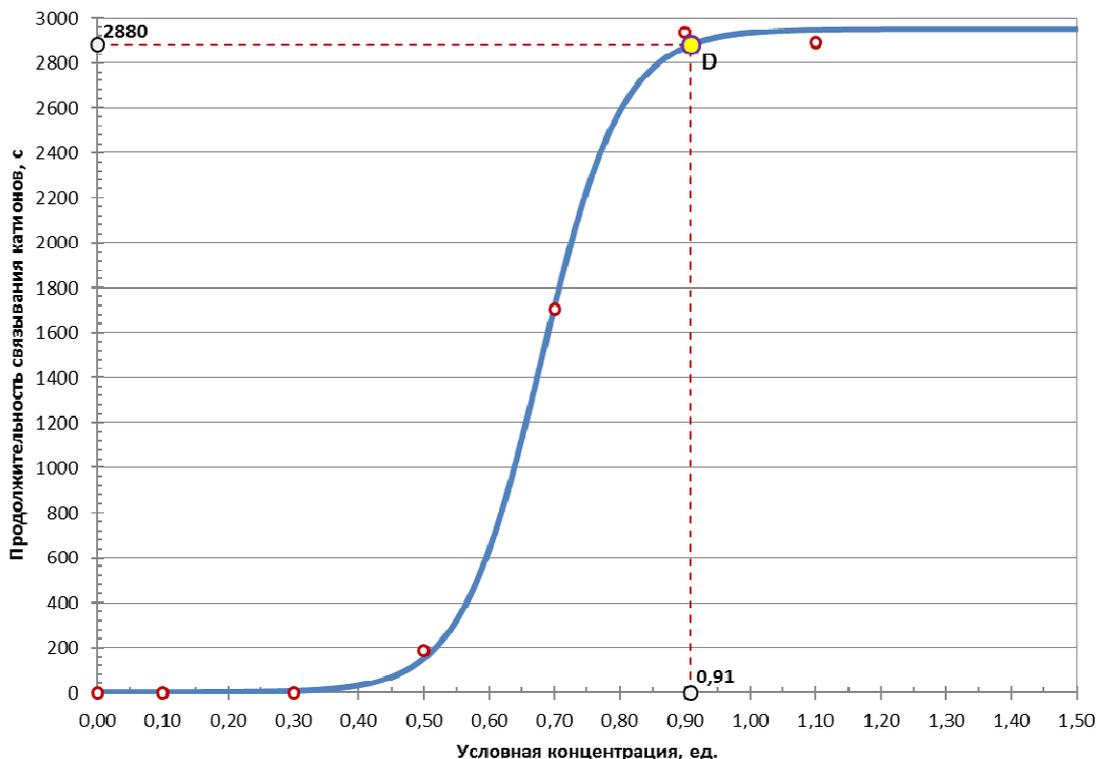


Рис. 2. Зависимость продолжительности эффективного хелатообразования от условной концентрации комплексона в системе «комплексон – субстрат»

Дальнейший анализ функции показал, что при достижении некоторого значения условной концентрации комплексона – точки D – дальнейшее её увеличение приводит к переходу в состояние плато. Данное критическое значение находили методом нормированного асимптотического приближения при $d = 1$ % и $\Delta x = 0,1$ ед., в соответствии с формулой (3).

$$\frac{|f(x_D + \Delta x) - f(x_D)|}{f(x_D)} \leq d, \quad (3)$$

где $f(x_D)$ – значение функции в точке x_D ; $f(x_D + \Delta x)$ – значение функции в точке $x_D + \Delta x$; d – максимально допустимое приращение значения функции $f(x_D)$ на интервале Δx независимой переменной, %.

В результате, с учётом округления расчётной продолжительности процесса до ближайшего минимального целого количества минут, в качестве оптимального предварительно определён следующий режим декатионизации:

- условная концентрация комплексона $C_c = 0,91$ ед. или 2,612 г/дм³;
- продолжительность процесса $\tau_c = 2880$ с = 48 мин.

Адекватность режима был подтверждён исследованием зависимости массовой доли хелатно связанных катионов Ca^{2+} от условной концентрации комплексона в системе «комплексон-субстрат» (рис. 3).

Функция, наиболее адекватно аппроксимирующая экспериментальные данные, имеет вид:

$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c}, \quad (4)$$

где x – условная концентрация комплексона, ед.; y – массовая доля связанных катионов Ca^{2+} , мг/100 г жома; $a = 181,6999319$; $b = 0,481401217$; $c = -7,27990297$.

Полученная зависимость адекватно аппроксимирует экспериментальные данные с $\alpha \leq 0,00001$. Константа и коэффициенты адекватны с $\alpha \leq 0,00023$. Коэффициент корреляции 0,999974, что говорит о тесной связи исследуемых показателей.

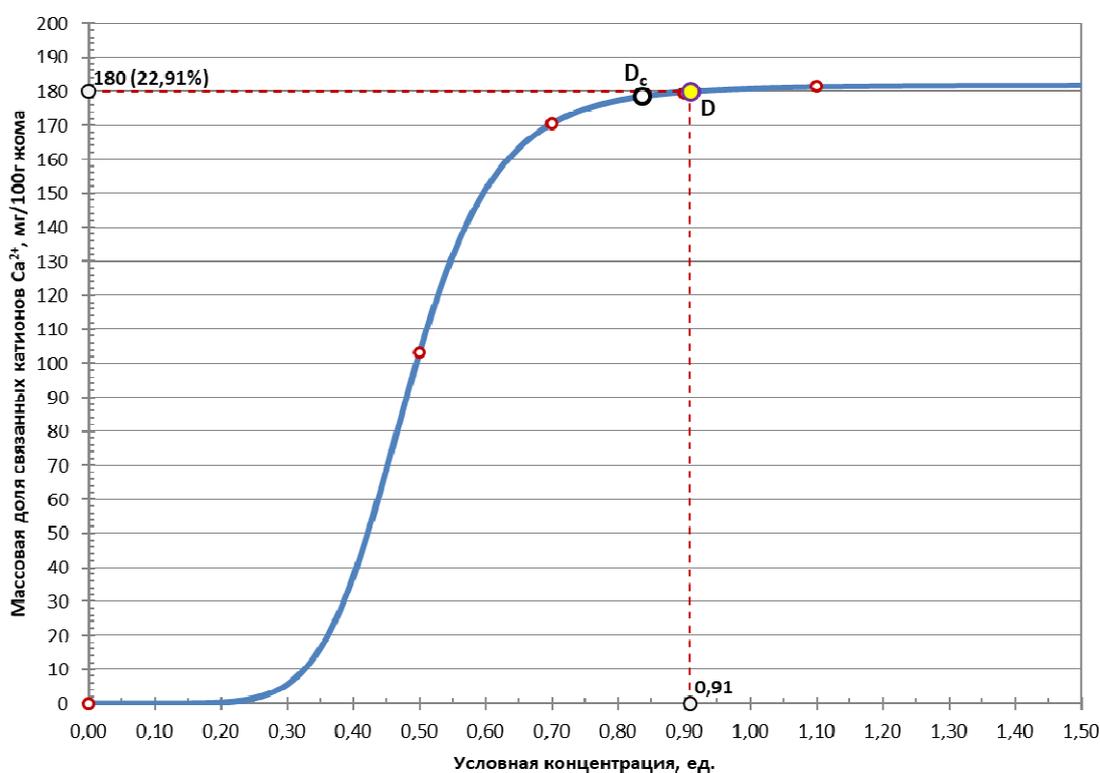


Рис. 3. Зависимость массовой доли связанных катионов Ca^{2+} от условной концентрации комплексона в системе «комплексон-субстрат»

Функция (4), описывающая зависимость, имеет тенденцию к неравномерному монотонному возрастанию к асимптотическому значению, равному 181,7 мг/100 г жома при $x \rightarrow \infty$. Для функции по формуле (3) при тех же граничных условиях было рассчитано место перехода в зону плато – координаты точки D_c . Отличие ранее рассчитанной точки D от значения точки D_c со смещением первой вглубь зоны плато указывает на то, что в процессе хелатообразования участвовали не только катионы Ca^{2+} , но и другие катионы, минорные по отношению к нему, например, Mg^{2+} . Таким образом, установленный режим декатионизации является достаточным.

Стоит особо отметить, что при установленном режиме декатионизация сырья – частичная, позволяющая вывести из субстрата около 23 % катионов (по Ca^{2+}), что, предположительно, является достаточным для стабилизации работы ферментной системы следую-

шего этапа в силу весьма ограниченной реакционной активности остаточного количества катионов.

Выводы. В результате проведённых исследований установлен оптимальный режим предварительной декатионизации свекловичного жома для последующей ферментативной обработки:

- концентрация водного раствора комплексона (на примере ЭДТА) ~ 2,612 г/дм³;
- продолжительность декатионизации – 48 минут.

Косвенно установлено, что в процессе хелатообразования принимают участие не только катионы Ca²⁺, но и другие минорные катионы.

Установленный режим декатионизации позволяет удалить из субстрата до 23 % содержащихся в нём катионов Ca²⁺, что, предположительно, достаточно для стабилизации работы фермента на следующем этапе обработки свекловичного жома.

Литература

1. Лукин А.Л. Свекловичный пектин: от поля до конечного продукта / А.Л. Лукин, В.В. Котов, Н.Г. Мязин. – Воронеж: Истоки, 2005. – 176 с.
2. Dominiak M.M. A novel perspective on pectin extraction / M.M. Dominiak, J.D. Mikkelsen, K. Marie Søndergaard / Ph.D. Thesis. – Technical University of Denmark, Department of Chemical and Biochemical Engineering, 2014. – 113 p.
3. Хатко З.Н. Свекловичный пектин полифункционального назначения: свойства, технологии, применение / З.Н. Хатко. – Майкоп: МГТУ, 2012. – 244 с.
4. Кондратенко В.В. О некоторых особенностях сушёного свекловичного жома как сырья для производства пектина / В.В. Кондратенко, Т.Ю. Кондратенко, М.А. Царёва, Е.Ю. Колпаков, В.П. Рачкова, М.А. Хрупало // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: фундаментальные и прикладные аспекты: Материалы VI международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2016. – С.42-46.
5. Nadar Sh.S. Enzyme assisted extraction of biomolecules as an approach to novel extraction technology: A review / Sh.S. Nadar, P. Rao, V.K. Rathod // Food Research International – 2018. – V.108. – pp.:309-330.
6. Babbar N. Enzymatic pectic oligosaccharides (POS) production from sugar beet pulp using response surface methodology / N. Babbar, W. Dejonghe, S. Sforza, K. Elst // J. Food Sci. Technol. – 2017. – V.54(11). – pp.3707-3715.
7. Кондратенко В.В. Исследование возможности комплексного ферментативного экстрагирования отдельных полимерных компонентов из сухого свекловичного жома / В.В. Кондратенко, А.П. Сеницын, Т.Ю. Кондратенко, Л.В. Киселёва, Н.М. Алабина // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: Материалы V Международной научно-практической конференции. – Воронеж: 2015. – С.92-98.
8. Кропачева Т.Н. Моделирование ремобилизации тяжёлых металлов под действием ЭДТА/ Т.Н. Кропачева, В.И. Корнев // Вода: химия и экология. – 2012. – №5. – С.92-98.
9. Leštan D., Luo Ch.-l., Li X.-d. The use of chelating agents in the remediation of metal-contaminated soils: A review / D. Leštan, Ch.-l. Luo, X.-d. Li // Environ. Pollut. – 2008. – V.153(1). – pp.3-13.
10. ГОСТ Р 51429-99 Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания натрия, калия, кальция и магния с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии. – М.: 2002. – 8с. – Дата последнего изменения: 19.04.2010.
11. Seltman Y.J. Experimental Design and Analysis / Y.J. Seltman. – 2014. – 414 p.
12. Abdi H. Principal component analysis. Overview / H. Abdi, L.J. Williams // WIREs Computational Statistics. – 2010. – V.2. – pp.433-459.

УДК 663.81.

ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ НАПИТКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФЕРМЕНТОЛИЗАТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Курбатова Е.И., канд. техн. наук, Соколова Е. Н., канд. биол. наук,
Борщева Ю. А. канд. техн. наук, Римарева Л. В., д-р техн. наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал
Федерального государственного бюджетного научного учреждения «ФИЦ питания и
биотехнологии» (Москва)*

Реферат. Экспериментально показана возможность повышения выхода биологически активных компонентов (органических кислот, микроэлементов, витаминов, антоцианов, каротиноидов, токоферолов) в экстракты в результате направленного ферментативного гидролиза полимеров клеточных стенок растительного сырья. Показана перспективность использования полученных ферментоллизатов растительного сырья для конструирования напитков функционального назначения сбалансированного состава в соответствии с нормами физиологических потребностей населения в пищевых веществах.

Ключевые слова: растительное сырье, биохимический состав, ферментализ, биологически активные вещества, функциональные напитки, микронутриенты

Summary. The article shows the enzymatic hydrolysis of plant raw materials polymers using leads to increasing of biologically active components yield to the extracts (organic acids, microelements, vitamins, anthocyanins, carotenoids, tocopherols). The enriched fermentolysates using for functional foods and beverages designing is the perspective way to the obtaining of the balanced products in accordance with the physiological needs norms of the population in food substances.

Keywords: plant material, biochemical composition, fermentative, biologically active substances, functional drinks, micronutrients

Введение. В связи с ухудшением экологической обстановки, высокими эмоциональными нагрузками и стрессовыми факторами, особенно в крупных промышленных городах, продукты питания, регулярно употребляемые населением, должны не только удовлетворять физиологические потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные задачи [1]. Мониторинг состояния здоровья детского и взрослого населения страны, проведенный в 2008 г. органами Роспотребнадзора Минздравсоцразвития РФ, выявил широкое распространение дефицита биологически активных веществ у большей части обследованных. По информации Главного государственного санитарного врача РФ Г.Г. Онищенко (письмо № 01/12925-8-32 от 12.11.2008 г «О состоянии заболеваемости, обусловленной дефицитом микронутриентов»), важнейшими из них являются:

- дефицит витаминов С, В₁, В₂, В₆, фолиевой кислоты, бета-каротина;
- дефицит микроэлементов кальция, калия при одновременном избытке натрия за счет повышенного потребления поваренной соли;
- дефицит микроэлементов йода, селена, железа, цинка, фтора;
- дефицит пищевых волокон.

В связи с этим, возникает необходимость в увеличении объемов производства традиционных продуктов питания, обладающих высокой пищевой ценностью, а также в созда-

нии новых источников жизненно необходимых элементов, способных корректировать биохимический состав пищевых продуктов.

Современная нутрициология рассматривает фруктово-ягодное сырье как перспективный источник физиологически функциональных компонентов питания, обладающих высокой биодоступностью. В связи с этим, работы многих авторов посвящены использованию фруктов и ягод в качестве компонентов функциональных продуктов питания и биологически активных добавок [2,3]. На сегодняшний день наиболее широко изучен вопрос получения напитков функционального назначения путем обогащения растительных экстрактов микро- и макронутриентами в количестве, превышающем уровень их содержания в исходном сырье [4]. По литературным данным, известен способ введения мезги облепихи, образующейся в процессе получения сока, в состав вафель, позволяющий улучшить как органолептические, так и физико-химические показатели продукта [5], а также использование жома красной смородины в производстве пряников для повышения содержания пищевых волокон в продукте [6].

В процессе создания функционального продукта одним из основных этапов является выбор и обоснование функциональных ингредиентов, формирующих новые свойства продукта и обуславливающих его способность оказывать благоприятное физиологическое воздействие на организм. В связи с этим, выбор и обоснование функциональных ингредиентов должны осуществляться с учетом совокупности потребительских свойств и целевого физиологического воздействия создаваемого функционального продукта.

Таким образом, научные исследования, направленные на получение пищевых продуктов и биологически активных добавок, содержащих функциональные компоненты, а также выявление их физиологического действия на организм различных групп населения, являются актуальными и востребованными.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись зерновое сырье (пшеница) в качестве богатого источника белковых веществ, аминокислот, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов, а также фруктово-ягодное сырье: яблоки (источник витаминов С, В₁, В₂, Р, Е, бета-каротина, микро- и макроэлементов, пектиновых веществ, моно-, ди-, олигосахаридов, органических кислот, флавоноидов) и черная смородина (источник витаминов С, В, Р, провитамина А, органических кислот, моно-, ди-, олигосахаридов, гликозидов, флавоноидов, пектиновых, дубильных, антоциановых веществ, флавонолов и азотистых веществ, полиненасыщенных жирных кислот в семенах).

Количественный и качественный состав биологически активных веществ в полученных ферментолизатах растительного сырья изучали следующими методами:

концентрацию общих белковых веществ методом Лоури [7]; редуцирующих веществ методом Шомоди-Нельсона [8]; содержание органических кислот и микроэлементов методом капиллярного электрофореза на приборе Agilent 7100; содержание витамина С определяли согласно ГОСТ 24556-89; количественное содержание токоферолов методом ВЭЖХ – по Р.4.1.1672-03, антоцианов по ГОСТ Р 53773-2010 и каротиноидов по ГОСТ Р 51443-99; аминокислотный состав определяли методом ВЭЖХ на аминокислотном анализаторе «KNAUER Advanced scientific instruments».

Обсуждение результатов. Как известно, для повышения выхода экстрактивных веществ из растительного сырья необходимо увеличить проницаемость клеточной стенки растений путем применения различных технологических приемов (термошок, криолиз, УЗ-обработка, вибрация, воздействие ионизирующего облучения, электроплазмолиз и др.). При этом, неоспоримым преимуществом обладает ферментативный катализ, позволяющий не только повысить выход биологически активных веществ сырья, но и сохранить нативную структуру и функциональные свойства целевых компонентов.

На первом этапе исследований изучали эффективность биокаталитической деградации полимеров клеточных стенок выбранных видов сырья с использованием энзиматических систем, содержащих ферменты различной направленности действия, подобранных для каждого вида растительного сырья индивидуально. Таким образом, для обработки пшеницы использовали ферментную систему, состоящую из α -амилазы, глюкоамилазы, протеазы, β -глюканазы; для яблочного сырья – пектиназы, протеазы, β -глюканазы; для сырья из черной смородины – пектиназы и β -глюканазы.

Эффективность проведения ферментализации полимеров клеточных стенок растительного сырья оценивали по увеличению выхода экстрактивных веществ и накоплению продуктов гидролиза структурных биополимеров в жидкую фракцию: растворимых сухих веществ (РСВ), редуцирующих сахаров (РВ), белковых веществ, аминного азота (NH_2) (табл.).

Таблица – Влияние ферментативной обработки растительного сырья на биохимические показатели получаемых ферментализатов

Используемый вид сырья	Показатель									
	Выход сока (экстракта), см ³		РВ, мг/см ³		РСВ, %		Белок, мг/см ³		NH ₂ , мг%	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Пшеница	0,5	27,6	120,0	331,8	7,8	21,6	1,8	17,4	4,2	21,0
Яблоки	4,8	24,6	374,4	423,7	12,3	14,1	3,6	8,4	21,0	105,0
Черная смородина	9,8	25,0	369,0	683,0	11,0	17,0	9,8	16,7	70,0	525,0

В результате эксперимента отмечено значительное увеличение выхода соков из черной смородины – в 2,6; яблок – в 5,1 раз, а также жидкой фракции после ферментативного катализа экстракта пшеницы – в 55 раз в сравнении с выходом экстракта из необработанного сырья. При этом выявлено повышение выхода продуктов гидролиза полимеров клеточных стенок выбранных видов сырья: содержание РСВ увеличилось на 14,6-177 %, редуцирующих сахаров на 13-176,5 %, белковых веществ на 70,5-866 %, аминного азота на 400-650 % в сравнении с показателями экстрактов, полученных без применения ферментного гидролиза. Кроме того, в результате гидролиза некрахмальных полисахаридов напитки, получаемые на основе ферментализатов растительного сырья, обогащаются легко усвояемыми веществами углеводной и белковой природы, способствующими формированию вкусо-ароматической и биохимической составляющей в получаемом продукте.

На следующем этапе исследований представилось интересным изучить влияние направленной ферментативной деструкции полимеров клеточных стенок на качественный и количественный состав биологически активных веществ в полученных ферментализатах растительного сырья (рис. 1-3).

Использование ферментативного катализа для обработки яблочного сырья приводит к увеличению содержания витамина С на 21,9 %, токоферолов – на 45,0 %, каротиноидов – на 92,0 %. Напитки, получаемые на основе ферментализатов яблочного сырья, будут обладать профилактическим эффектом для людей, страдающих сердечно-сосудистыми и простудными заболеваниями.

Показано, что в результате гидролиза структурных полимеров сырья из черной смородины наиболее значительное увеличение выхода отмечается в отношении каротиноидов

и токоферолов на 62,8-200 % от контроля, а также антоцианов на 37,8 % и катехинов на 54,3 %. Повышение выхода витамина С удалось достичь на 11 % (рис.2).

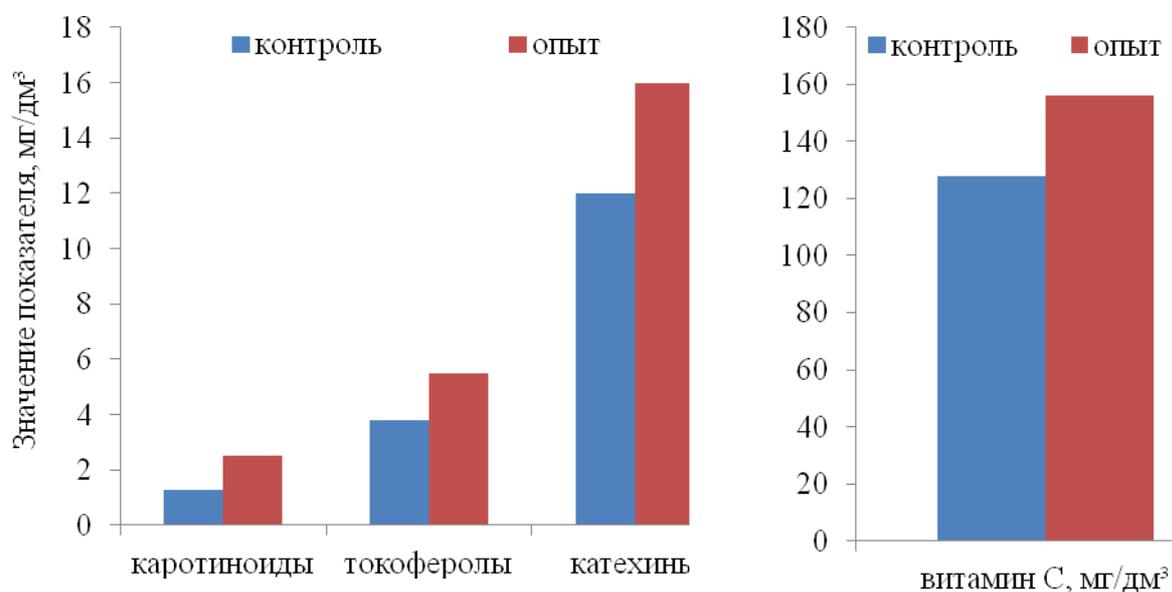


Рис.1. Влияние направленного ферментативного гидролиза полимеров яблочного сырья на выход биологически активных веществ

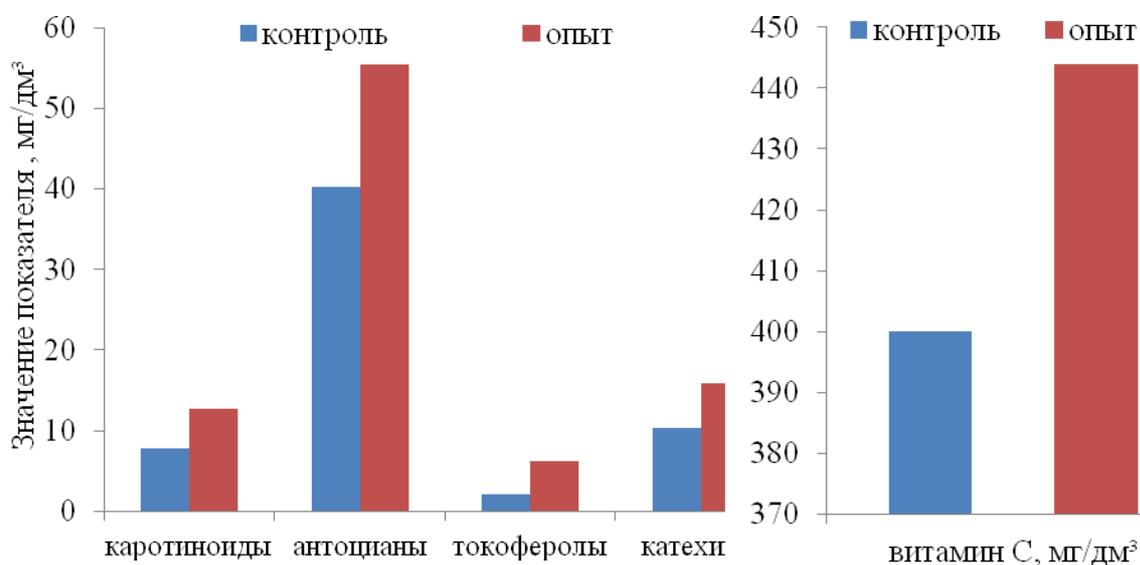


Рис. 2. Влияние направленного ферментативного гидролиза полимеров черной смородины на выход биологически активных веществ

Напитки, получаемые на основе ферментоллизатов черносмородинового сырья, будут обладать профилактическим действием для людей с ослабленным иммунитетом и желудочно-кишечными заболеваниями.

После проведенной ферментативной обработки пшеницы, отмечено существенное увеличение выхода токоферолов – на 82 % в сравнении с контрольным образцом (рис.3),

важно для поддержания оптимального функционирования всех систем организма, так как этот витамин – главный борец со старением, активно предотвращающий процесс перекисного окисления.

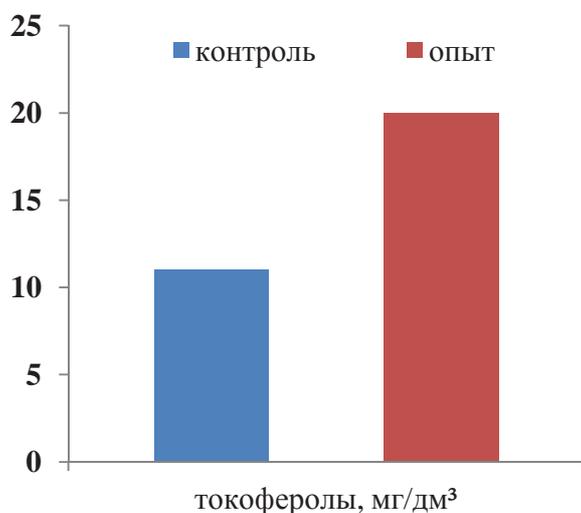


Рис.3. Влияние направленного ферментативного гидролиза полимеров пшеничного экструдата на выход токоферолов

Известно также, что напитки, получаемые на основе ферментоллизатов пшеницы, способствуют восстановлению функций организма после ишемического повреждения. Исходя из полученных экспериментальных данных, выявлена эффективность действия ферментативных систем на выход биологически активных веществ различной природы, что позволит конструировать напитки согласно принципам пищевой комбинаторики, основанным на сочетании различных функциональных компонентов в оптимальных соотношениях с необходимостью учета потребностей различных групп населения в биологически активных веществах.

Выводы. Таким образом, показано, что ферментативная обработка способствует не только увеличению выхода экстрактов, редуцирующих и белковых веществ, аминного азота, но и в результате гидролиза некрахмальных полисахаридов клеточных стенок напитки, получаемые на основе ферментоллизатов растительного сырья, обогащаются легко усвояемыми веществами углеводной и белковой природы, способствующими формированию вкусо-ароматической и биохимической составляющей получаемого продукта.

Литература

1. Тутельян, В.А. От концепции государственной политики в области здорового питания населения России – к национальной программе здорового питания/В.А.Тутельян, А.В.Шабров, Е.И.Ткаченко //Клиническое питания. – № 2. – 2004. – С.2-4.
2. Сорокопуд, А.Ф. Физико-химические свойства экстрактов плодов боярышника кроваво-красного и калины обыкновенной/ А.Ф.Сорокопуд, Н.В Дубинина // Пиво и напитки.– 2008. – № 3. – С.30-31.
3. Алексеенко Е.В. Научные и технологические основы применения биокаталитических методов обработки плодово-ягодного сырья /Е.В. Алексеенко, Н.В. Осташенкова, С.Е. Траубенберг // Сборник трудов московского государственного университета. Москва, 2010 – С. 5 -13.
4. Шатнюк, Л.Н. Пищевые микроингредиенты в создании продуктов здорового питания/ Л.Н. Шатнюк// Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2005. – № 2. – С.18-22
5. Alekseenko, E.V., Dikareva Y.M., Traubenberg S.E., Ostashenkova N.V. Biotechnological ways of processing seabuckthorn for foods manufacture // Abstract proceedings of the 5–th International Seabuckthorn Association Conference (ISA2011), China, Qinghai, Xining. – 2011. – С. 121.
6. Родионова, Л.Я. Жидкие пектинопродукты как основа для производства напитков и плодоовощных десертных изделий // Тез. докл. I Всероссийского научно-технического семинара-совещания с международным участием «Научные и практические пути решения проблемы производства пектина». – Краснодар, 12-13 октября 1993г.
7. Дарбре, А. Практическая химия белка / А.Дарбре. – М.: Мир. – 1989. – 623 с.
8. Синицын, А.П., Черноглазов В.М., Гусаков А.В. Методы исследования и свойства целлюлолитических ферментов. ВИНТИ, М. –1990. – Т.25. –С. 30-37.

УДК 636.6.085/087

ПРОДУКТИВНОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ПТИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Юрина Н.А., д-р с.-х. наук, Кононенко С.И., д-р с.-х. наук,
Скворцова Л.Н., д-р биол. наук, Власов А.Б., канд. с.-х. наук,
Максим Е.А., канд. биол. наук, Данилова А.А.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии» (Краснодар)*

Реферат. Скармливание комбикормов с добавлением изучаемой кормовой добавки повысило интенсивность роста молодняка и продуктивность кур-несушек яичного направления продуктивности, способствовало повышению функциональной активности репродуктивных органов, интенсивному развитию вторичных половых признаков и улучшению биологического статуса птицы.

Ключевые слова: молодняк кур-несушек, природная кормовая добавка, живая масса, внутренние органы, биологический статус

Summary. Feeding of mixed fodders with addition of the studied fodder additive increased the growth rate of the young and the productivity of laying hens in the egg direction of productivity, promoted the increase in the functional activity of the reproductive organs, the intensive development of secondary sexual characteristics and the improvement of the biological status of the poultry.

Key words: juveniles of laying hens, natural fodder additive, live weight, internal organs, biological status

Введение. Главной задачей современного птицеводства является получение максимального количества птицепродукции в единицу времени при наименьших затратах кормов. Интенсификация отрасли немыслима без организации прочной кормовой базы и доступных полноценных кормовых ингредиентов. Однако не просто обеспечить высокую продуктивность птицы только за счет концентрированных кормов. В них присутствует дефицит минеральных элементов, витаминов и других веществ, который восполняется добавлением различных биологически активных кормовых добавок в состав комбикормов для сельскохозяйственной птицы [1].

Многочисленными исследованиями установлено, что применение кормовых добавок, балансирующих комбикорма по дефицитным питательным, минеральным и биологически активным веществам, способствует повышению эффективности рационов за счет улучшения физиологического состояния животных и птицы, что обеспечивает и повышение продуктивных качеств. Весьма актуальными признаны разработки современных приемов получения качественных птицепродуктов на основе применения при производстве комбикормов природных источников, например, донных осадков [2].

Донные осадки озер привлекают внимание многих исследователей в связи с возможностями их применения в сельскохозяйственных целях. Актуальным направлением является изучение илов минерализованных соленых озер, в том числе эффективности их применения в качестве кормовых добавок [3].

Скармливание природных кормовых добавок способствует повышению продуктивности, скорости роста, снижению затрат кормов и сохранности птицы, оказывает положи-

тельное воздействие на морфофункциональное состояние органов желудочно-кишечного тракта.

Донные осадки содержат в своем составе гуминовые кислоты, обладающие антиоксидантными свойствами, а также микроорганизмы всех функциональных групп, которые осуществляют пробиотические функции [7,8].

Озера имеют разные физико-химические параметры вод, например, показатель кислотности воды варьирует от 7 до 11, минерализация достигает до 60-90 %, содержание макро и микроэлементов зависит от типа озер, но во всех озерах присутствуют в разных количествах все элементы таблицы Менделеева и их количество зависит от колебания суточных и сезонных температур. Микробиологические анализы воды и донных осадков исследованных озер показывают, что в них происходит полный круговорот веществ за счет деятельности прокариотических микроорганизмов. К продуцентам этих озер относятся цианобактерии: синезеленые бактерии и водоросли – представители оксигенного фотосинтеза, пурпурные бактерии – анаксигенного фотосинтеза, а деструкторами являются микроорганизмы I и II порядка – аэробные и анаэробные протеолитики, амилолитики, целлюлолитики (I порядок); сульфатредукторы и метаногены (II порядок). В связи с наступившей в России новой системой экономики появилась необходимость освоения природных территориальных ресурсов по типу гибкой технологии. К территориальным видам ресурсов во всех регионах относятся озера и реки, разные природные ландшафты. В купе все эти виды ресурсов можно использовать в сельскохозяйственном производстве. Следует отметить, что если эксплуатировать озера в течение нескольких лет без научного подхода, то по истечении некоторого времени биоценоз озер начнет испытывать экологический кризис и эти озера перестанут приносить прибыль экономике регионов и вложенные средства будут потеряны.

Одним из путей получения здорового молодняка с высокой интенсивностью роста является поиск природных кормовых биодобавок, ускоряющих обмен веществ. Исследования донных осадков озер Забайкалья показали наличие различных физиологических групп алкалофильных психрофильных и мезофильных бактерий-продуцентов, деструкторов, факультативных и облигатных анаэробов и аэробов, которые осуществляют интенсивные деструкционные и продукционные процессы органического вещества, в результате которых происходят образование и потребление газов, концентрация и рассеивание химических элементов. Поэтому донные осадки можно отнести к природным накопителям разных алкалофильных бактериальных культур с устоявшимися трофическими связями, которые могут расти в широком диапазоне физико-химических параметров. В результате их жизнедеятельности образуются разные органические (нуклеиновые и аминокислоты, спирты, органохелаты и т.д.) и неорганические вещества (макро-, микроэлементы, металлохелаты и т.д.), ферменты, витамины и другие биологически активные вещества. Именно поэтому донные осадки озер можно рассматривать в качестве природных кормовых биодобавок для животных, которые способствовали бы оздоровлению, повышению интенсивности роста и продуктивности сельскохозяйственных животных. Таким образом, донные осадки минеральных озер, характеризуются высоким содержанием минеральных и биоорганических веществ, при применении которых устраняются дефициты макро- и микроэлементов в организме животных. Кроме того, в составе микрофлоры донных осадков высокоминерализованных озер не встречаются патогенные микроорганизмы [2,3].

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлся молодняк кур-несушек яичного направления продуктивности. Цель работы заключалась в изучении влияния иловой кормовой добавки (ИКД) на основе донных осадков Ханского озера Ейского района Краснодарского края на приросты живой массы, затраты кормов на единицу

продукции, развитие и биологический статус молодняка, а также на продуктивность кур-несушек.

На птицефабрике «Краснодарская» (г. Краснодар) был выполнен научный эксперимент. Цыплята кросса Хайсекс Браун яичного направления продуктивности содержались в типовых клеточных батареях БКМ-3. Две группы суточных цыплят были сформированы методом пар-аналогов из одного вывода цыплят по 51 голове в каждой группе. Птица контрольной группы получала полнорационный комбикорм (ПК), опытной – ПК, в который дополнительно было включено 1,5 % по массе корма ИКД.

При проведении исследований определяли живую массу цыплят в суточном и 91-дневном возрасте посредством индивидуального взвешивания на электронных весах. Затраты кормов рассчитывали делением количества полученной продукции на объем потребленных кормов за опыт. В возрасте 91 дней были проведены линейные замеры вторичных половых признаков у птицы и выполнен контрольный убой птицы по 3 головы из каждой группы с целью изучения развития внутренних и репродуктивных органов. Анализ развития внутренних органов проводили относительно массы непотрошенной тушки (убойной массы) – массы тушки без крови и пера. В дальнейшем оценивалась яичная продуктивность кур-несушек промышленного стада. Биологический статус птицы оценивался исходя из анализа биохимических показателей сыворотки крови (содержание гемоглобина, общего белка, холестерина, глюкозы, мочевины, кальция, фосфора), полученной путем взятия пробы у живой птицы из подкрыльцовой вены.

Кормовая добавка на основе озерных донных осадков Ейского месторождения Краснодарского края является разработкой сотрудников лаборатории кормления и физиологии сельскохозяйственных животных ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии» и была внесена в комбикорма за счет снижения количества пшеницы, увеличения содержания жмыха соевого и растительного масла.

По физико-химическим показателям изучаемые донные осадки Ейского месторождения Краснодарского края относятся к иловым минерализованным, слабосульфидным пелоидам от нейтральной до слабощелочной реакции среды (при pH 7,4). Зольность донных осадков составляет 94 % в пересчете на сухое вещество, минерализация – 6,5 г/кг, содержание кальция – 29,7 г/кг, макроэлементов – от 1,04 до 25,8 г/кг, микроэлементов – от 0,03 до 0,7 г/кг.

Обсуждение результатов. Живая масса молодняка кур-несушек контрольной группы в суточном возрасте составляла $37,1 \pm 0,2$ г, опытной – $37,0 \pm 0,2$ г, в конце эксперимента (91 дней) – $1099,4 \pm 17,7$ г и $1133,1 \pm 12,4$ г, что выше контроля на 3,1 %. Среднесуточный прирост живой массы цыплят составил в контрольной группе 11,7 г, в опытной – 12,1 г, что выше контроля на 3,4 %. Сохранность птицы была на одном уровне и составляла 98,0 % в обеих группах. Затраты корма на 1 кг прироста живой массы составили в опытной группе – 3,6 кг, а в контрольной группе – 3,5 кг.

Развитие мышечной ткани и внутренних органов молодняка кур-несушек было в пределах нормы в обеих группах. Прослеживалась тенденция к увеличению массы яичника в опытной группе на 6,5 % ($0,60 \pm 0,05$ г против $0,53 \pm 0,04$ г в контроле). Масса яйцевода молодых составила в контрольной группе $0,40 \pm 0,03$ г, а в опытной – $0,53 \pm 0,03$, что выше на 32,5 % ($P < 0,05$), длина гребня – $2,60 \pm 0,10$ г и $3,03 \pm 0,09$, что выше на 16,5 %, длина сережек – $0,73 \pm 0,07$ г – в контроле и $0,87 \pm 0,09$ см, что выше на 19,2 %, по сравнению с контролем. Вышеизложенное указывает на повышение функциональной активности репродуктивных органов кур-несушек и интенсивное развитие вторичных половых признаков, что связано, скорее всего, с присутствием в составе донных осадков таких необходимых микроэлементов для нормального развития половой системы молодняка, как цинк и медь.

Исходя из данных биохимического анализа сыворотки крови птицы, прослеживалась тенденция к повышению общего белка и гемоглобина у цыплят опытной группы. Вероятно, это связано с тем, что молодняк получал в составе рациона достаточное количество железа, входящего в состав ИКД.

Совокупность тенденции к повышению общего белка и гемоглобина свидетельствует о том, что обменные процессы в организме кур-несушек опытных групп улучшились.

Содержание холестерина в крови подопытных цыплят яичного направления продуктивности несколько снизился в опытной группе на 2,7 %. Это, скорее всего, говорит об усилении интенсивности расхода жира в организме опытного молодняка кур-несушек, что подтверждается данными, полученными в результате проведения контрольного убоя. В совокупности со снижением уровня холестерина прослеживается динамика снижения уровня глюкозы в крови птицы – на 0,5 %.

Количество микроэлементов, которые играют большую роль в образовании скорлупы яиц, как кальций и фосфор, немного повысилось в составе сыворотки крови. В опытной группе содержание кальция превысило контроль на 8,0 %, фосфора – на 0,6 %. Скорее всего, тенденция к повышению уровня представленных микроэлементов в организме связана с их дополнительным поступлением в организм с кормовой добавкой ИКД, что в свою очередь, свидетельствует о целесообразности ее применения.

Опыт продолжался и на взрослом поголовье кур-несушек. При этом было установлено повышение яичной продуктивности птицы на 0,1-0,6 %. Также выявлено улучшение биологического статуса организма продуктивных кур-несушек, заключающееся в тенденции к повышению содержания общего белка в сыворотке крови на 0,6 %, гемоглобина – на 0,5 %, кальция – на 6,5 %, а также к снижению содержания холестерина на 1,7 % и глюкозы – на 0,6 %.

Выводы. Скармливание комбикормов с добавлением изучаемой кормовой добавки повысило интенсивность роста молодняка яичного направления продуктивности, не оказало отрицательного влияния на развитие внутренних органов молодняка и дальнейшей яичной продуктивности кур-несушек, способствовало повышению функциональной активности репродуктивных органов, интенсивному развитию вторичных половых признаков и улучшению биологического статуса птицы.

Литература

1. Биохимические и микробиологические аспекты получения биопродуктов и фармпрепаратов и эффективность их применения в птицеводстве / А.И. Петенко [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 52. – С. 212–218.
2. Кулырова, А.В. Пути привлечения малых озер в экономику регионов // Фундаментальные исследования. – № 3. – 2004 С. 42-46.
3. Кулырова, А.В. Исследование химического и микробиологического состава воды и донных осадков содовых озер Забайкалья как природного источника биологически активных и минеральных веществ при производстве кормовых БАД для животных // Ветеринарная медицина. – 2009. – № 1-2. – С. 43-44.
4. Аввакумова Н.П. Влияние гиматомелановых кислот пелоидов на про- и антиоксидантные системы в модели адьювантного артрита // Биоантиоксидант: Тезисы докладов VIII Междунар. конф.: РУДН, Москва, 2010. – С. 4-6.
5. Фармакологическое и токсикологическое действие пробиотической кормовой добавки, используемой в кормлении птицы / Ю.А. Лысенко [и др.] // Зоотехния. – 2015. – № 12. – С. 17–18.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРОВИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ АНТИАНЕМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Омаров Р.С., канд. техн. наук

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет»
(Ставрополь)*

Антипова Л.В., д-р техн. наук

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
(Воронеж)*

Реферат. Разработан способ глубокой переработки форменных элементов (ФЭ) крови сельскохозяйственных животных посредством их гемолиза аскорбиновой кислотой с получением гемолизата в форме порошка. Предложены направления использования гемолизата в пищевых продуктах для немедикаментозной профилактики анемии.

Ключевые слова: кровь, гемовое железо, гемолизат, антианемические продукты

Summary. A method for deep processing of blood cells of agricultural animals by hemolysis with ascorbic acid has been developed to produce a hemolysate in the form of a powder. The directions of using hemolysate in food for non-drug prevention of anemia are suggested.

Key words: blood, heme iron, hemolysate, anti-anemic products

Введение. В жизнедеятельности практически всех известных форм жизни железо играет огромную роль. В частности, железосодержащие белки осуществляют транспорт электронов в дыхательной цепи, поставляя энергию для функциональной активности клеток. Железо также необходимо для синтеза ДНК, роста и размножения клеток.

Железодефицитные состояния относятся к одной из самых распространенных патологий современного человечества. По данным ВОЗ, недостаток железа отмечается у более 1,5 млрд людей, в том числе насчитывается около 500 млн человек с железодефицитной анемией [1].

Недостаток железа в человеческом организме вызывает нарушение жизненно важных функций и ведет к различным заболеваниям, повышению риска смертности. У детей железодефицитная анемия может приводить к задержке развития и поведенческим отклонениям – снижению двигательной активности, способности к социальному взаимодействию и концентрации внимания, у беременных женщин увеличивается риск преждевременных родов и рождение детей с маленьким весом, у взрослых часто проявляется снижением работоспособности. В терапии железодефицитных анемий применяют, прежде всего, соли железа, которые могут вызывать ряд побочных эффектов, ухудшающих работу систем организма [2]. Альтернативой медикаментозной профилактике и лечению железодефицитных анемий можно предложить продукты питания профилактического действия с повышенным содержанием органического железа.

Присутствие в крови животных значительных количеств органического железа определяет перспективность ее применения для производства профилактических продуктов питания для людей с железодефицитными анемическими заболеваниями [3].

Эффективность использования крови убойных животных для разработки данной категории продуктов обусловлена, прежде всего, тем, что железо находится в гемовой форме, являющейся наиболее усвояемой в сравнении с аналогичными препаратами.

В соответствии с нормативами убоя свиней и крупного рогатого скота получение пищевой крови составляет соответственно 2,6 % и 3,5 % от переработанного мяса. Высокое содержание полноценных белков и биологически активных веществ позволяет издавна называть кровь «жидким мясом», подчеркивая ее значимость как важнейшего пищевого сырья. Однако традиционные технологии не позволяют широко использовать это сырье для выработки продуктов питания, ограничивая его применение лишь некоторыми видами колбас, производством светлого и черного пищевого альбумина, а также выпуском продуктов медицинского назначения. Поэтому значительная часть отобранной крови направляется на выработку кормов (мясокостной муки), или просто сливается в производственные канализационные стоки, причиняя ущерб окружающей среде [4, 5].

Выполненные нами в течение нескольких лет исследования были направлены на создание технологий, обеспечивающих возможность более полного использования пищевой крови и ее фракций для разработки новых продуктов и ассортиментных групп [6].

Объекты и методы исследований. Качество готовой продукции оценивали по физико-химическим, органолептическим и микробиологическим показателям согласно общепринятых методик.

Объектами исследования являлись стабилизированная пирофосфатом натрия свиная кровь и кровь крупного рогатого скота.

Массовая доля железа определялась согласно методике [7] с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра ААС-703.

Гемолиз форменных элементов осуществляли добавлением к 1 см³ ФЭ 1 см³ химического реагента. Затем отбирали 0,25 см³ смеси и разводили физиологическим раствором в 84 раза. После перемешивания измеряли оптическую плотность на фотоэлектроколориметре при длине волны 670 нм.

Оценку эффективности антиокислителей проводили посредством сравнительной оценки скорости окисления жира с внесением добавки и без нее.

Обсуждение результатов. Разработка эффективных способов и методов использования крови животных или ее форменных элементов (ФЭ) неотъемлемо связана с операцией разрушения клеточных оболочек. Это необходимо как с функционально-технологической так и с биологической точки зрения. Особенно важной деталью является снижение содержания клеточных оболочек, которые плохо поддаются воздействию ферментов ЖКТ человека.

Нами предложен гемолиз ФЭ крови аскорбиновой кислотой молярной концентрацией 0,75 моль/дм³. При изучении динамики гемолиза было установлено, что степень гемолиза на 10-й мин составляет 99,8 %. Реализация гемолиза с применением аскорбиновой кислоты является новым подходом и позволяет получить обогащенную функциональную основу для производства пищевых продуктов.

Гемолизат содержит несвязанные формы гемоглобина, а также в нем отсутствуют клеточные оболочки, снижающие пищевую ценность продукта. Гемолизат представляет

собой коричневую жидкость без запаха крови с содержанием до 19,5 % белка, около 75,5 %, влаги и порядка 0,09 % железа.

По своим цветовым характеристикам гемолизаты аналогичны порошку какао, что свидетельствует о возможности их использования для производства имитационных шоколадных продуктов, которые будут выгодно отличаться от традиционных содержанием гемового железа и белками животного происхождения, имеющими важное значение для профилактики анемий разной этиологии.

Результаты инструментальной оценки цвета, проведенные в колориметрической системе CIE Lab, свидетельствуют, что при одинаковой цветности какао-порошка и гемолизата форменных элементов последний отличается более темным тоном.

За основу имитационных антианемических продуктов были приняты рецептуры таких кондитерских изделий, как шоколадная паста, ирис, вафли (начинка), помадные конфеты, в которых порошок какао заменяли на гемолизат ФЭ. Технология данных продуктов дополнительно включает сбор и фракционирование крови, гемолиз, составление рецептурной композиции, варку, внесение ароматизатора, пастеризацию, охлаждение и упаковку. В ходе процесса охлаждения вносили антиоксиданты (токоферолы) и ароматизаторы. Это предотвращало окислительную порчу жировой составляющей, провоцируемую ионами железа, а также позволяло обогатить продукты витаминами – витамином Е и аскорбиновой кислотой. Необходимый запах продуктов (фруктовый, шоколадный) обеспечивали ароматизаторы.

Готовая продукция содержала (в 100 г): 3,75 г аскорбиновой кислоты, 0,3 г токоферола (витамина Е), 135-180 мг легкоусвояемого органического железа и около 8,5 г фолиевой кислоты, имея при всем этом свойственные вкус, цвет и запах для каждой из видов продукции. Таким образом, предложены рецептуры имитационных кондитерских продуктов на основе гемолизата ФЭ для профилактики железодефицитной анемии.

Также нами изучена возможность использования ФЭ крови убойных животных для придания желаемого цвета при производстве мясных продуктов, что особенно актуально при высокой доле замены мясного сырья белковыми препаратами в колбасном производстве, а также в случае использовании сырья с низкими цветовыми характеристиками. Цветовая коррекция в данном случае является технологически необходимым действием, так как в противном случае готовая продукция будет иметь бледный цвет. Одним из способов достижения желаемых цветовых характеристик может быть использование натурального красителя на основе гемолизата ФЭ крови.

Условием получения нитрозогемоглобина, дающего стойкое красно-розовое окрашивание мясной системы, является нахождение гемоглобина в восстановленной форме, что обеспечит его реакцию с нитритом натрия для образования окрашенного комплекса. С этой целью в дистиллированную воду добавляли аскорбиновую кислоту в количестве 0,2 % к массе ФЭ крови, что в конечном итоге также способствовало улучшению процесса гемолиза.

Диапазон концентраций нитрита натрия устанавливали на основании расчетного содержания гемоглобина в растворе, а также с учетом предварительных исследований, показавших оптимальное цветообразование при соотношении пигмента и нитрита натрия, равном 1 : 5 [6].

Разработанный краситель может использоваться для коррекции цвета фаршевых систем, характеризующихся низким содержанием миоглобина.

Нами также разработан слоеный продукт на основе печени сельскохозяйственных животных с заменой части сырья на ФЭ крови убойных животных.

Соотношение рецептурных компонентов было скорректировано после изучения влияния количества добавляемых ФЭ на цвет продукта. Спектры отражения $R=f(\lambda)$ образцов с добавлением различных количеств ФЭ показали, что образцы, изготовленные с более высоким содержанием ФЭ, имели темную окраску, что отрицательно сказывалось на органолептических показателях. Внесение же ФЭ на уровне 15-20 % от исходного содержания печени незначительно меняло цветовые характеристики готового изделия.

Технология приготовления продукта включает следующие операции: измельчение и смешивание компонентов согласно рецептуре, заливку форм, выпечку при температуре 140-150 °С в течение 20-25 мин, чередование полученных коржей с морковью и луком, охлаждение до температуры 0-4 °С. Дополнительное внесение в продукт пассерованных овощей в виде моркови и лука позволяет обогатить продукт балластными веществами и устранить специфический привкус, вызываемый печенью и кровью.

Аминокислотная сбалансированность предложенных продуктов свидетельствует о достаточно высоких значениях коэффициента рациональности аминокислотного состава. Комплексная оценка качества показала, что 100 г продукта содержат 100 мг легкоусвояемого органического железа, 17,5 г белка, 18,8 г жира и 4,4 г углеводов.

Выводы. Таким образом, включение в рацион питания форменных элементов крови является инструментом немедикаментозной профилактики анемии и улучшения состояния здоровья населения. Кроме того, глубокая переработка крови убойных животных позволит решить проблему рационального использования этого стратегического сырья животного происхождения.

Литература

1. Файвишевский, М.Л. Нетрадиционные технологии переработки и использования пищевой крови убойных животных / М.Л. Файвишевский // Все о мясе. – 2006. – № 1. – С. 14-17.
2. Глазкова, И.В., Сидорова В.А. Натуральные красители для мясной промышленности / И.В. Глазкова, В.А. Сидорова // Биотехнология: состояние и перспективы развития: Сб. тез. 2-го Моск. междунар. конгр. – М., 2003. – С. 122.
3. Пешков, А.С. Разработка натурального красителя для окрашивания копченых колбасных изделий/ А.С. Пешков, А.Н. Добрынина // В мире научных открытий. – 2010. – № 4-4. – С. 92-93.
4. Рожков, С.В. Разработка антианемических белково-жировых продуктов на основе рационального использования фракций крови и жиров убойных животных / С.В. Рожков // Дисс. на соискание ученой степени кандидата техн. наук. Воронеж. Воронеж, гос. технол. академ. 1999г. –251 с.
5. Файвишевский, М.Л. Переработка непищевых отходов мясоперерабатывающих предприятий: монография. – СПб: ГИОРД, 2000. – 256 с.
6. Антипова, Л.В. Гидролиз форменных элементов крови убойных животных ферментными препаратами / Л.В. Антипова, Н.А. Клейн, С.П. Воротило // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1992. – № 1. – С. 40-42.
7. Лабораторные исследования в ветеринарии: биохимические и микологические / Под ред. Б.И. Антонова. – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ И КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ БИОКОНВЕРСИИ МИЦЕЛИАЛЬНОЙ БИОМАССЫ

Римарева Л.В. *д-р техн. наук*, Мочалина П.Ю., Оверченко М.Б. *канд. техн. наук*,
Игнатова Н.И., Серба Е.М. *д-р биол. наук*

*Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный
исследовательский центр питания и биотехнологий» (Москва)*

Реферат. Создание функциональных ингредиентов на основе ферментолитатов грибной биомассы является актуальной задачей современного мира. Получены экспериментальные данные о содержании полисахаридов и белковых веществ, составе и массовой концентрации катионов, анионов неорганических и органических кислот в отходах ферментного производства – биомассе *Aspergillus oryzae*, которые позволяют рассматривать ее как перспективный субстрат для получения биодобавки для коррекции минерального состава и повышения биологической ценности продуктов питания и кормов.

Ключевые слова: грибная биомасса, функциональный ингредиент, аминокислоты, биополимеры

Summary. The creation of functional ingredients based on fermentation fungal biomass is an urgent task of the modern world. Experimental data on the content of polysaccharides and protein substances, composition and mass concentration of cations, inorganic and organic acid anions in enzymatic production wastes – biomass *Aspergillus oryzae*, which allow to consider it as a promising substrate for obtaining bio-additives for correction the mineral composition and increase the biological value of food and feed.

Key words: mycelial biomass, functional ingredient, amino acids, biopolymers

Введение. Одним из приоритетных направлений развития современной биотехнологии является разработка кормовых и пищевых добавок с использованием мицелиальных грибов. Микромицеты являются продуцентами целого ряда биологически активных веществ: белков, липидов, полисахаридов, органических кислот, ферментов, витаминов и др. Среди грибов для пищевой промышленности *Aspergillus oryzae* выделяется как продуцент протеолитических и амилалитических ферментов, источник ценных ингредиентов, которые могут обеспечивать биологическую полноценность и качество пищевых продуктов и кормов [1-3].

Важным преимуществом создания биотехнологии кормовых и пищевых добавок на основе грибной биомассы – отхода ферментного производства является низкая стоимость, доступность и быстрая возобновляемость сырьевых ресурсов.

Целью работы является исследование биотехнологического процесса направленного биокатализа биомассы мицелиального гриба *Aspergillus oryzae* 01133 для получения добавок пищевого и кормового назначения с заданными свойствами.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования являлись биомасса мицелиального гриба, полученная после глубинного культивирования микромицета

Aspergillus oryzae 01133, путем отделения от культуральной жидкости; ферментные препараты – источники протеиназ и пептидаз, β -глюканы, хитиназы и маннаны [4, 5].

Обсуждение результатов. Полученные экспериментальные данные показали, что грибная биомасса является источником биологически полноценных белков (27,8 %) с высоким содержанием незаменимых аминокислот, а также полисахаридов (32,0 %), представленных в виде хитино-глюканового комплекса и ценных маннанов (табл.).

Таблица – Биохимическая характеристика биомассы гриба *Aspergillus oryzae* и ферментолизатов, полученных на ее основе

Образец	Биохимическая характеристика				
	NH ₂ , %	Сырой протеин, %	Своб. АК, % от общ.	РВ, %	ОРВ, %
Биомасса гриба	0,5	27,8	1,3	3,0	32,0
Ферментолизат 1 (жидкая фаза)	3,0	25,0	40,0	7,9	14,5
Ферментолизат 2 (твердая фаза)	1,0	45,5	-	-	38,5

С целью получения пищевых и кормовых добавок с заданными свойствами разработан биотехнологический процесс направленной конверсии полимеров мицелиальной биомассы с учетом разработанных способов и подобранных ферментных систем [2,3], обеспечивающий повышение биодоступности внутриклеточных биологически ценных компонентов.

Полученную после отделения культуральной жидкости биомассу гриба *A. oryzae* подвергали каталитической деструкции под действием ферментных комплексов – источников протеиназ и пептидаз, β -глюканы, маннаны и хитиназы в течение 12 ч. По окончании процесса гидролиза инкубационную смесь разделяли на жидкую и твердую фазы, представляющие ферментолизаты грибной биомассы с различным биохимическим составом и структурно-функциональными свойствами (табл., рис.).

Полученные результаты позволили подтвердить эффективность ферментативной конверсии полимеров биомассы микромицета с образованием продуктов гидролиза полисахаридов клеточных стенок и белковых веществ. После разделения основная часть растворимых веществ была сконцентрирована в жидкой фракции ферментолизатов (ферментолизат 1), а вещества с более высокой молекулярной массой - в твердой фракции (ферментолизат 2).

Ферментолизат 1 содержал, в основном, растворимые компоненты в виде свободных аминокислот, низкомолекулярных пептидов, олигосахаридов, микроэлементов, которые способствовали приданию ему определенных функциональных свойств. В результате биокаталитической конверсии порядка 40 % белковых веществ было прогидролизировано с образованием аминокислот в свободной форме, остальные высокомолекулярные белки деструктивированы в пептиды с более низкой молекулярной массой.

Аминокислоты, из которых состоит белок, являются строительным материалом всех структур организма. При этом особая роль в придании функциональных свойств ферментолизату 1 принадлежит аминокислотам, которые находясь в свободной форме, могут наи-

более активно участвовать в метаболизме человека и животных. Каждая аминокислота в отдельности выполняет свою незаменимую роль.

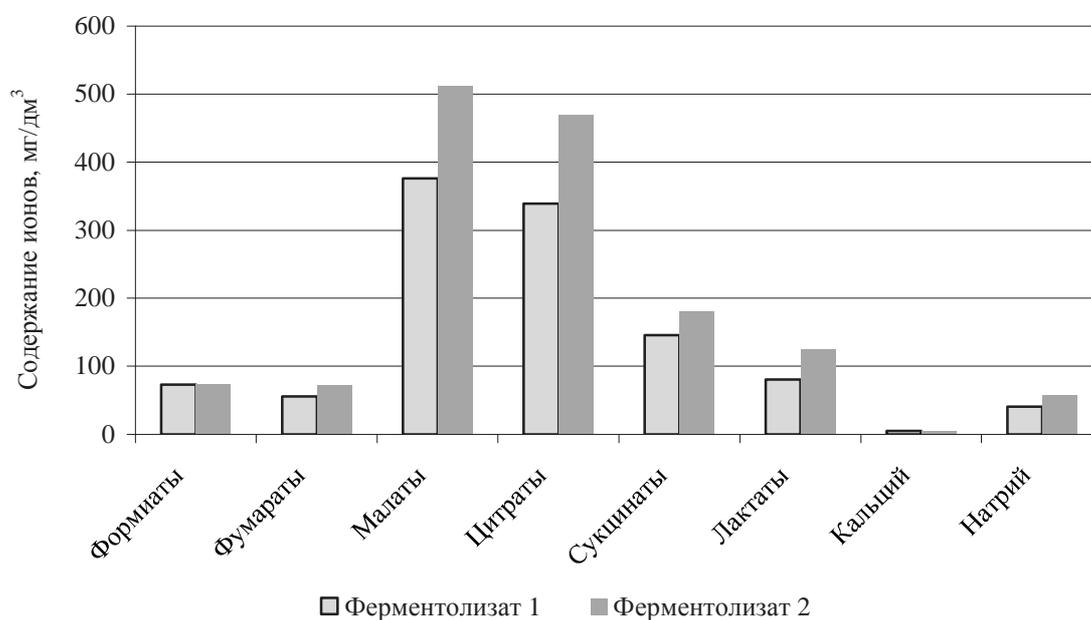


Рис. Ионный состав ферментолизатов 1 и 2, полученных на основе биоконверсии полимеров биомассы гриба *Aspergillus oryzae*

Ферментолизат 2, в основном, содержал остатки клеточных стенок микромицета, содержащих полисахариды (38,5 % ОРВ), представляющие собой трудно гидролизуемый хитино-глюкановый комплекс, и белковые вещества (45,5 %). При этом практически отсутствовали аминокислоты в свободной форме и редуцирующие углеводы. Повышенное содержание ценных полисахаридов, включающих β -глюканы, маннаны, хитин может придавать ему функциональные свойства, характерные для продуктов гидролиза аминопполисахаридов, обладающих сорбционной и антимикробной способностью [8].

Ионный состав ферментолизатов биомассы микромицета *A. oryzae* представлен анионами органических и неорганических кислот и катионами (рис.). В общем количестве идентифицированных ионов наиболее высокое содержание в ферментолизатах 1 и 2 приходилось на фосфаты (5553,6-7251,4 мг/дм³) и калий (1283,5-2109,1 мг/дм³). Кроме того, в них содержалось существенное количество анионов, особенно в ферментолизате 2, полученном после 12 ч ферментативной деструкции белковых веществ и полисахаридов: малатов – 512,0 мг/дм³, цитратов – 468,8 мг/дм³ и сукцинатов – 180,7 мг/дм³.

Микроэлементы имеют значительную роль в составе функциональных пищевых ингредиентов. Следствием дефицита микроэлементов является ферментативная и гормональная недостаточность, снижение адаптивных возможностей организма, иммунитета, уровня восстановительных процессов [7,8]. Для большинства жизненных процессов человека и животных необходимы органогенные элементы, среди которых особая роль принадлежит фосфору. Калий не менее важен для организма, так как он участвует во многих биохимических процессах и входит в состав каталитических центров важнейших ферментов. Поэтому грибная биомасса, содержащая в общем количестве идентифицированных ионов порядка 65 % фосфатов и 19-25 % калия, является перспективным субстратом.

Органические кислоты оказывают благоприятное влияние на процесс пищеварения. Они снижают рН среды, способствуя созданию определенного состава микрофлоры, активно участвуют в энергетическом обмене веществ, стимулируют сокоотделение в желудочно-кишечном тракте, улучшают пищеварение, активизируют перистальтику кишечника, способствуя снижению риска развития многих желудочно-кишечных и других заболеваний, обеспечивая ежедневный стул нормальной структуры, тормозят развитие гнилостных процессов в толстом кишечнике. Выявленное количество в биомассе анионов органических кислот, необходимых для пищеварения человека и животных, доказывает биологическую ценность грибной биомассы и перспективность ее использования в производстве продуктов пищевого и кормового назначения.

Выводы. Таким образом, биодобавки, полученные на основе ферментализатов микробной биомассы, могут использоваться в качестве функциональных ингредиентов для восполнения дефицита рациона питания по белку и аминокислотам, обогащения кормов и продуктов питания легкоусвояемыми белковыми веществами, ценными полисахаридами, витаминами и микроэлементами.

Литература

1. Поляков, В.А. Скрининг микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ для создания биотехнологии обогащенных натуральных биокорректоров пищи на основе микробной биомассы / В.А. Поляков, Л.В. Римарева, Е.И. Курбатова [и др.] // В сб. «Перспективные биокатализаторы для перерабатывающих отраслей АПК». ВНИИПБТ. – М.: Пищепромиздат, 2010. – С. 58-63.
2. Римарева, Л.В. Биотехнологические аспекты создания пищевых добавок биокорректирующего действия на основе микробной биомассы / Л.В. Римарева, Е.И. Курбатова, Н.А. Фурсова, Е.Н. Соколова, А.В. Макарова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 2. – С. 45-47.
3. Римарева, Л.В. Использование биомассы гриба *Aspergillus oryzae* в качестве источника биологически активных веществ / Л.В. Римарева, Е.М. Серба, М.Б. Оверченко, К.В. Рачков, Е.В. Орлова, И.М. Абрамова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 9. – С. 46-50.
4. Серба, Е.М. Мицелиальные грибы – перспективный источник гидролаз и ценных биополимеров / Е.М. Серба, Л.В. Римарева, М.Б. Оверченко, Н.С. Погоржельская, Е.Н. Соколова, Н.И. Игнатова, Ю.А. Борщева // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 4. – С. 41-43.
5. Серба, Е.М. Скрининг активных популяций гриба *A. oryzae* по способности к синтезу промышленно значимых метаболитов / Е.М. Серба, М.Б. Оверченко, Л.В. Римарева, Н.С. Погоржельская, В.Е. Давыдкина, В.А. Поляков // Микология и фитопатология. – 2017. – №1. – С. 47-53.
6. Орлова, Е.В. Влияние ферментализатов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на клеточный цикл и апоптоз клеток перевиваемых опухолей / Е.В. Орлова, Л.В. Римарева, М.Б. Оверченко, В.С. Орлова, Е.М. Серба // Биозащита и биобезопасность. – 2012. – № 3. – С. 48-51.
7. Ершов, Ю.А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд, А.З.М. Книжник – М.: Высшая школа, 2003; 4-е изд. – 560 с.
8. Нечаев, А.П. Пищевая химия. / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова, В.В. Колпакова, И.С. Витол, И.Б. Кобелева – СПб.: ГИОРД, 2015. – 672 с.

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ БЕЛКОВОЙ ДОБАВКИ КОРМОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Волкова Г.С., канд. техн. наук, Куксова Е.В., канд. техн. наук,
Соколова Е.Н., канд. биол. наук, Фурсова Н.А.**

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи» (Москва)

Реферат Разработана новая ресурсосберегающая эффективная технология производства белкового кормового продукта для птицеводства на основе вторичных ресурсов спиртового производства. Проведены испытания кормового продукта при кормлении кур-несушек и цыплят – бройлеров различного возраста, что позволяет рекомендовать его как белковый компонент для комбикормов, премиксов и кормовых добавок.

Ключевые слова: кормовой белковый продукт, пробиотические свойства, обогащение рациона, консорциум живых микроорганизмов

Summary: The new resource-saving effective production technology of proteinaceous fodder product is developed for poultry farming on the basis of secondary resources of spirit production. Tests of fodder product when feeding laying hens and broilers of various age are carried out that allows to recommend him as a proteinaceous component for compound feeds, premixes, feed additives.

Key words: fodder proteinaceous product, pro-biotic properties, enrichment of a diet, consortium of live microorganisms

Введение. Современная стратегия развития птицеводства в России предполагает значительное увеличение объема отечественного производства кормов, повышение их качества, сбалансированности и содержания белка, внедрение новых эффективных технологий [1,2].

Применяемые в настоящее время в хозяйствах методы кормления птицы не всегда позволяют в полной мере сбалансировать рационы по важнейшим показателям энергии, протеину, минералам и витаминам, вследствие чего генетически заложенный потенциал продуктивности птицы используется только на 50-60 %. Кроме того, недостаточное использование научного потенциала, кустарное производство комбикормов с целью их удешевления приводит к низкому качеству, несбалансированности, недостатку белка, значительному перерасходу кормов и высоким издержкам производства [3].

В то же время имеется реальная возможность достаточно быстро организовать производство современных кормовых белковых продуктов, используя имеющийся потенциал в виде вторичных сырьевых ресурсов и отходов производства в перерабатывающих отраслях промышленности: спиртовой, пивоваренной, крахмальной, мукомольной и других. Предприятия этих отраслей промышленности стабильно работают, а выработка из отходов и вторичных сырьевых ресурсов дополнительной товарной продукции повысит эффективность использования сельскохозяйственного сырья в основном производстве, позволит улучшить инфраструктуру производства и одновременно решить экологические проблемы [4-7].

Объекты и методы исследований. Объектами исследований служили: селекционированные штаммы-продуценты органических кислот из коллекций культур ВНИИПБТ, ВКМ, цельная зерновая барда.

В работе использованы как общепринятые физико-химические, биохимические, микробиологические и спектрофотометрические методы анализа, так и современные инструментальные методы ВЭЖХ, тонкослойной хроматографии, электронной микроскопии с использованием современного оборудования и приборов.

Образование органических кислот и их концентрацию определяли методом ВЭЖХ на приборе (Series-200, «Perkin Elmer», США). Макро- и микроэлементный состав кормовых добавок исследовали методами капиллярного электрофореза («PrinCE 560»). Анализ содержания аминокислот проводили по методу Мура и Штейна на аминокислотном анализаторе LC 200 фирмы «Biotronik» (Германия); содержание белка - на автоматической установке Vadopest 10 (Gerhardt, Германия) с использованием титратора DL15 (Mettler Toledo, Швейцария).

Для определения содержания бактериоцинов использовали методы тонкослойной хроматографии и спектрометрию.

Для количественной оценки концентрации бактериоциноподобных веществ, выделяемых в КЖ, проводили измерения оптической плотности при различных длинах волн, при этом в качестве контроля использовали препарат низаплина.

Антимикробные свойства культуральных жидкостей определяли методом лунок с использованием тест-культур.

В кормовой добавке определяли: содержание сырого жира по ГОСТ 32905-2014; содержание аминокислот по ГОСТ 32195-2013; подсчет количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов по ГОСТ 10444.11-2013; определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина по ГОСТ 32044.1-2012; определение содержания сухого вещества по ГОСТ 31640-2012; определение содержания влаги по ГОСТ Р 54951-2012; определение содержания сырой клетчатки по ГОСТ ISO 6865-2015.

Обработку результатов биотехнологических экспериментов (с числом повторов ≥ 3) проводили статистическим методом анализа и обработки данных.

Обсуждение результатов. С целью создания кормовых и пищевых добавок профилактического действия проведены селекционные исследования и осуществлен скрининг микроорганизмов-продуцентов БАВ с учетом основных критериев к отбору продуцентов: скорости их роста и ферментации, уровня синтеза органических кислот и бактериоцинов.

Скрининг селекционированных штаммов проводился путем многократных (не менее 35-45) пересевов клеток исходных штаммов на плотные агаризованные питательные среды с отбором колоний.

В результате длительной целенаправленной ступенчатой селекции бактерий на средах с повышенными концентрациями органических кислот на основе отобранных штаммов осуществили скрининг новых активных вариантов, которые показали более высокую скорость кислотообразования, стабильно высокий выход органических кислот и бактериоцинов.

Отобранные штаммы были изучены по культурально-морфологическим, физиологическим, биохимическим и цитологическим признакам.

Результаты биосинтетической способности отобранных штаммов в отношении органических кислот и бактериоцинов приведены в табл. 1.

Штаммы *L. acidophilus* ВКМ 1660/08; *L. plantarum* ВКМ 578/26; *L. plantarum* 314; *L. casei* ВКМ 536; *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* ВКМ В-103/27 отобраны в банк перспективных штаммов для дальнейших исследований и охарактеризованы по кислотообразующей активности и стабильности сохранения свойств.

Таблица 1 – Биосинтетические свойства селекционированных штаммов бактерий

Культура	Выход органических кислот от использованного субстрата, %	Количество бактериоцинов, мг/л
<i>Lactobacillus acidophilus</i> 1660/08	85,0	12,41
<i>Lactobacillus casei</i> ВКМ 536	72,0	7,00
<i>Lactobacillus plantarum</i> 314	84,0	10,22
<i>Lactobacillus plantarum</i> 578/26	85,3	11,27
<i>Pr. freudenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i> В-103/27	55,2	9,70

Последующее изучение культурально-морфологических и физиолого-биохимических свойств селекционированных штаммов бактерий достоверно показало, что все селекционированные штаммы могут усваивать широкий спектр углеводов и накапливать кислоты с высоким выходом от потребленных субстратов (до 96-98 %). Кроме того, определение молочной кислоты с помощью ферментов L-и D-лактатдегидрогеназ показало, что культура *Lactobacillus acidophilus* экскретирует в основном кислоту L-формы (оптическая чистота – 98 %) и это выгодно отличает ее от других продуцентов.

Сконструирован консорциум микроорганизмов *L. acidophilus* ВКМ 1660/08 + *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* ВКМ В-103/27 для технологии получения кормовой добавки, проведено изучение его антимикробных свойств на тест-культурах.

Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Антимикробный спектр действия штамма *L. acidophilus* 1660/08 и консорциума *L. acidophilus* 1660/08 + *Pr. freudenreichii* subsp. *shermanii* В-103/27

Тест культуры	Зоны угнетения роста, мм		
	<i>L. acidophilus</i> (фильтрат)	<i>L. acidophilus</i> (КЖ с биомассой)	<i>L. acidophilus</i> + <i>Pr. freudenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i> (фильтрат)
<i>Bacillus lichinoformis</i>	15,0±1,0	20,0±1,0	30,0±1,0
<i>B. mesentericus</i>	22,5±1,0	25,0±1,0	26,2±1,0
<i>B. sporoginosis</i>	16,0±1,0	20,0±1,0	28,0±1,0
<i>Bacillus subtilis</i>	25,0±1,0	25,0±1,0	26,0±1,0
<i>Escherichia coli</i>	25,0±1,0	25,0±1,0	27,5±1,0
<i>Klebsiella pneumonia</i>	23,5±1,0	26,0±1,0	29,0±1,0
<i>Mycobacterium smegmatis</i>	24,0±1,0	27,7±1,0	31,0±1,0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	24,0±1,0	25,5±1,0	30,0±1,0
<i>Proteus vulgaris</i>	23,5±1,0	24,0±1,0	27,0±1,0
<i>Salmonella tumphimurium</i>	25,0±1,0	26,5±1,0	28,7±1,0
<i>Shigella flexneri</i>	25,0±1,0	27,5±1,0	28,0±1,0
<i>Staphylococcus aureus</i>	19,8±1,0	22,0±1,0	24,0±1,0
<i>Candida utilis</i>	15,0±1,0	16,5±1,0	18,0±1,0
<i>Aspergillus niger</i>	10,0±1,0	20,0±1,0	25,0±1,0

Установлено, что вещества, выделяемые клетками культур *L. acidophilus* 1660/08 и *Pr. freudenreichii* subsp. *shermanii* В-103/27 в культуральную жидкость, обладают выраженными антимикробными свойствами, особенно в отношении бактериальных форм мик-

роорганизмов, а также интенсивно угнетают рост дрожжей и плесневых грибов. При этом выявлено, что препарат из культуральной жидкости с биомассой *Lactobacillus acidophilus* 1660/08 действовал эффективнее, чем препарат из фильтрата.

Препарат фильтрата культуральной жидкости, полученный при совместном культивировании культур *L. acidophilus* 1660/08 и *Pr. freudenreichii* subsp. *shermanii* B-103/27 в 1,3-2,0 раза был эффективнее, чем препарат из культуральной жидкости с биомассой, полученных после ферментации *L. acidophilus* 1660/08. Это говорит о том, что культуры консорциума экстрацеллюлярно выделяют в среду при своем росте отличные друг от друга бактерицидные комплексы, которые при совместном использовании против нежелательной микрофлоры действуют синергически.

Установлена высокая эффективность культуральных жидкостей консорциумов в отношении тест-культур, вызывающих нарушения работы желудочно-кишечного тракта животных, а также в отношении микроорганизмов, вызывающих микробную порчу кормов.

На основании проведенных фундаментальных исследований разработана и реализована в промышленном масштабе современная технология производства белковой кормовой добавки «Биобардин» на основе послеспиртовой барды, защищенная патентами Российской Федерации. Добавка характеризуется высоким содержанием белка (40-45 %), аминокислот, витаминов, микроэлементов и др. полезных веществ. Этот кормовой продукт содержит комплексы метаболитов, ферментов, бактериоцинов, консорциум живых микроорганизмов, обеспечивающих пробиотические и защитно-профилактические свойства продукта.

Сущность технологии состоит в том, что послеспиртовая барда инокулируется консорциумом бактерий и путем его направленного культивирования получают комплексные кормовую добавку.

Подбором консорциума микроорганизмов, разработкой оптимальных параметров режима ферментации и последующей обработки достигается высокий выход биологически активных веществ, сохранение биологически ценных компонентов, метаболитов, обладающих защитно-профилактическими и антимикробными свойствами, а также стабильность целевого продукта. Для получаемого фильтрата имеется несколько путей его использования и превращения в товарный продукт, в зависимости от инфраструктуры производства [3].

Полноценность получаемого кормового продукта обусловлена, кроме содержания белков и аминокислот, содержанием важнейших микро- и макроэлементов, витаминов. Штаммы в процессе ферментации образуют биологически активные вещества, ферментные системы, продукты метаболизма, которые включаются в регулирование обменных процессов в организме животных, положительно влияют на иммунную систему, препятствуют росту и развитию микроорганизмов, вызывающих заболевания желудочно-кишечного тракта (сальмонеллез, дисбактериоз, микоз и микотоксикоз и другие), предотвращают образование токсинов.

Особенно важную роль играет синтезирование продуцентом витамина В₁₂, который повышает усвоение корма и перевариваемость, а также стимулирует рост и привес молодняка сельскохозяйственных животных и птицы, позволяет им развиваться при отсутствии или недостаточности белков животного происхождения, повышает яйценоскость [8,9].

Химический и аминокислотный состав кормовой добавки «Биобардин» по сравнению с некоторыми белковыми кормами представлен в табл. 3.

Как видно из табл. 3, «Биобардин» по составу близок к основным источникам кормового белка, а по некоторым показателям их превосходит.

Кормовой белковый продукт «Биобардин» производится в течение ряда лет. Использование его для обогащения и балансирования рационов кормления птицы по белку и для

частичной замены в них соевого и подсолнечного шротов рекомендовано методической комиссией ФГУ «ВГНКИ» и Департаментом ветеринарии РФ.

Таблица 3 – Химический состав и питательная ценность белковых кормов

Показатель	Подсолнечный шрот	Соевый шрот	Кормовые дрожжи	Рыбная мука	Биобардин
Сырой протеин %	38	45	45	60	45
Клетчатка %	15	7	1,5	1	8,0
Сырой жир %	1,5	7	1,5	1	8,0
Лизин, %	1,2	2,7	1,5	7,4	1,2
Метионин, %	0,68	0,61	0,54	1,7	0,8
Мет.+ цистин %	1,2	1,26	1,14	2,43	1,3
Триптофан, %	0,45	0,59	0,62	0,60	0,60
Фосфор %	0,9	0,63	1,32	3,5	0,60
В ₁ , мг/кг	3,2	3,1	16	1	3,3
В ₂ , мг/кг	3,1	3,8	40	11	7,7
В ₆ , мг/кг	11	5	30	4	8,2
Обменная энергия, ккал/кг	2670	2500	2800	2840	3200
Переваримость белка %	86	90	89	89	92

Организация такого производства имеет инвестиционную привлекательность, преимуществом является также использование отечественного оборудования. Размещение оборудования возможно в быстровозводимых зданиях. В данном случае создана сквозная технология, т.е. высокотехнологичный комплекс полного цикла по переработке сельскохозяйственного сырья с более эффективной выработкой целевого продукта (спирта), производством кормового белкового продукта из отходов спиртового производства и использованием его в птицеводстве для производства важнейшей продукции – мяса птицы и яиц.

Нормативная документация на кормовую белковую смесь «Биобардин» согласована и утверждена в установленном порядке. Инструкция по применению препарата согласована с Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору.

Исследования по его использованию при кормлении птиц проводились с привлечением соответствующих институтов сельскохозяйственного профиля, непосредственно в птицеводческих хозяйствах и частных подворьях. По результатам опытных кормлений была отмечена почти полная сохранность молодняка, быстрое развитие и прибавление веса, хорошее физическое состояние, отсутствие заболеваний, хорошая поедаемость корма. Кормовая белковая смесь не оказала отрицательного влияния на биохимические показатели крови, они находились в пределах физиологической нормы.

Работы по испытанию «Биобардина» продолжаются на ряде откормочных предприятий Рязанской области под контролем и общим руководством Управления сельского хозяйства Рязанской области.

По данным ВНИИТИП, при скармливании в течение шести месяцев «Биобардина» в полнорационных комбикормах кур-несушек в оптимальном количестве 4 % вместо под-

солнечного шрота было отмечено повышение интенсивности яйценоскости на 8,4 %, количества яиц на 7,9 % больше при более низкой затрате кормов на 2,7 % по сравнению с контролем. При этом переваримость и доступность всех питательных веществ кормов была выше в рационах с «Биобардином». Кроме того, установлено, что применение «Биобардина» увеличивает накопление в яйцах витаминов А, Е, В₂ и каротиноидов на 20-40 %.

При использовании «Биобардина» в полнорационных комбикормах для цыплят-бройлеров в количестве 3 и 6 % вместо соевого жмыха показано, что получение живой массы опытного молодняка различного возраста превышало контрольную группу на 3-3,1 %, при потреблении корма на 2,6 % меньше. При этом ввод «Биобардина» обеспечивает высокое содержание протеина в ножных мышцах, что является хорошим показателем качества мяса.

Выводы. Кормовая белковая смесь «Биобардин» может служить основой белковых компонентов для комбикормов, премиксов, кормовых добавок и по своему химическому составу и питательной ценности выгодно отличается от других кормовых белковых продуктов.

Литература

1. Маринченко, Т.Е. Состояние и тенденции в птицеводстве ЕС. / Т.Е. Маринченко // В сборнике: Инновационное обеспечение яичного и мясного птицеводства России Материалы XVIII Международной конференции «Всемирная научная ассоциация по птицеводству» (ВНАП) Российское отделение НП «Научный центр по птицеводству». 2015. - С. 546-551;
2. Воробьева, Г.И. Новые виды микробиологической белковой продукции на отходах сельского хозяйства, пищевой и деревообрабатывающей промышленности / Г.И. Воробьева, А.И. Заикина, А.Е. Сычев, И.А. Буторова, Ю.В. Ковальский, Ц.С. Гарибян // В книге: Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы IX международного конгресса, Москва. - 2017. - С. 361-362;
3. Римарева, Л.В. Обогащенные белковые кормовые продукты на основе поспиртовой барды. / Л.В. Римарева, Г.С. Волкова, Е.В. Куксова // Тез. доклада Московский международный конгресс «Биотехнология: состояние и перспективы развития», г. Москва. – 2010. - С.275-276;
4. Ушакова, Н.А. Новое поколение пробиотических препаратов кормового назначения / Н.А. Ушакова, Р.В. Некрасов, В.Г. Правдин, Л.З. Кравцова, О.И. Бобровская, Д.С. Павлов // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 1. – С. 184-192;
5. Самуйленко, А.Я. Симбиотические препараты в животноводстве / А.Я. Самуйленко, И.В. Павленко, В.И. Еремец, Л.Б. Соловьев, И.В. Бобровская, В.А. Гаврилов // Ветеринария и кормление. – 2014. – №6. – С.23-24;
6. Салеева, И.П. Новые пробиотические комплексы (препараты) и их применение при выращивании бройлеров/ И.П. Салеева, А.В. Иванов, И.В. Павленко, Е.Э. Школьников, Л.А. Неминая, Т.А. Скотникова, В.И. Еремец // Птицеводство. – 2014. – № 12. – С.29-33.
7. Гулюшин, С.И. Использование пробиотической добавки «АІВІ» серии LcB 24.01 для стимуляции цыплят-бройлеров / С.И. Гулюшин, И.А. Викторов /. Сборник научных трудов ВНИТИП, Сергиев Посад, Том 87. – 2014. – С.99-104;
8. Лаптев, Г.Ю. Выбор кормовых добавок на основе метагеномных исследований микрофлоры кишечника птицы / Г.Ю. Лаптев, И.Н. Никонов, Л.А. Ильина, Е.А. Ёылдырым / Материалы XVIII Международной конференции "Инновационное обеспечение яичного и мясного птицеводства России". Сергиев-Посад. – 2015. – С.74-79;
9. Ноздрин, Г.А. Пробиотики и микронутриенты при интенсивном выращивании цыплят кросса Смена / Г.А. Ноздрин, А.Б. Иванова, А.И. Шевченко // Новосибирск: НГАУ. –2009. – С.207-212.

УДК 664.788/ 664.668.9

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ СОРТА «ТИМИРЯЗЕВСКАЯ 150»

Витол И.С., канд. биол. наук, Мелешкина Е.П. д-р техн. наук,
Туляков Д. Г., Герасина А.Ю.

Всероссийский научно исследовательский институт зерна и продуктов его переработки – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (Москва)

Реферат. В статье представлены результаты изучения технологических и биохимических показателей зерна тритикале нового сорта Тимирязевская 150, играющих ключевую роль при переработке и определяющих его хлебопекарные достоинства. Проведена оценка белково-протеиназного комплекса. Оценка углеводно-амилазного комплекса свидетельствует о повышенной амилолитической активности в данных образцах зерна тритикале. Реологические свойства теста из зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 свидетельствуют о том, что исследуемые образцы зерна имеют достаточно высокий технологический потенциал для использования в продовольственных целях, особенно в технологиях, где высокая амилолитическая активность не является отрицательным фактором.

Ключевые слова: тритикале, технологические и биохимические показатели, протеолитическая активность, активность амилаз, реологические свойства теста

Summary. The article presents the results of studying the technological and biochemical parameters of the triticale grain of the new grade Timiryazevskaya 150 e, which play a key role in its processing and determine its baking advantages. The protein-proteinase complex was evaluated. Evaluation of the carbohydrates-amylase complex increased amylolytic activity in these samples of triticale grain. The rheological properties of the triticale grain of the Timiryazevskaya 150 is shown that the investigated samples of grain have a sufficiently high technological potential for use in food purposes, especially in technologies where high amylolytic activity is not a negative factor.

Keywords: triticale, technological and biochemical indicators, proteolytic activity, activity of amylase, rheological properties of dough

Введение. Тритикале – это первая зерновая культура, полученная скрещиванием пшеницы (*Triticum*) с рожью (*Secale*). Новый вид хлебных злаков обладает высоким биологическим потенциалом и пищевой ценностью. Использование тритикале как продовольственной культуры в нашей стране остается до сих пор крайне ограниченным, тем не менее, это интересное, перспективное направление расширения сырьевой базы и ассортимента выпускаемой продукции для перерабатывающих отраслей пищевой индустрии. Во Всероссийском НИИ зерна и продуктов его переработки на основе многолетних исследований впервые в РФ разработаны межгосударственные стандарты на зерно и муку из зерна тритикале: ГОСТ 341032-2016. «Тритикале. Технические условия», ГОСТ 34142-2017. «Мука тритикалевая. Технические условия», в которых сформулированы требования для зерна и муки, с позиции возможности их использования для переработки в продовольственных целях.

Сорт тритикале Тимирязевская 150 – новый сорт озимой гексаплоидной тритикале, созданный учеными РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева [1] и включенный в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в России в 2017 году. Известно, что качество зерна, в том числе и тритикале, зависит от особенностей

сорта, поэтому комплексное изучение технологических, биохимических особенностей новых сортов, в частности сорта Тимирязевская 150, позволит в полной мере выявить их биопотенциал, а значит полноценно и целенаправленно использовать как зерно тритикале, так и продукты его переработки в различных отраслях пищевой индустрии [2-4]. Оценка многочисленных факторов, от которых зависят хлебопекарные свойства зерна и муки, и которые в свою очередь зависят от свойств всех компонентов муки, их взаимодействия и взаимовлияния, по отдельности крайне длительна и трудоемка. Изучение реологических свойств теста, которые предопределяют качество хлеба и хлебобулочных изделий, позволяет за короткое время оценить назначение зерна или муки [5-7].

Объекты и методы исследований. В работе использовали зерно озимого тритикале сорта Тимирязевская 150, урожая 2015 – 2017 годов, предоставленное Селекционной станцией им. П.И. Лисицына РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Оценка технологических показателей качества проводили в соответствии с действующими стандартами, принятыми в отрасли. Число падения определяли по ГОСТ 27676-88. Фракционный состав белков и ферментативную активность протеаз по общепринятым методикам [8].

Оценку реологических свойств теста осуществляли на приборе Миксолаб фирмы Chopin Technologies (Франция). Принцип метода основан на постоянной регистрации изменения момента силы на приводе месильных лопастей в процессе замеса теста при заданных изменениях температуры, что позволяет объективно оценить свойства зерна или муки и определить его целевое назначение [5,9].

Для анализа цельносмолотого зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 использовали протокол Chopin Wheat+, предлагающий 5 интервалов температур, при которых идет исследование. Измеряемый крутящий момент в анализируемых точках графика с точки зрения биохимии характеризует различные процессы.

Первый этап (С1) характеризует время замеса, образования теста, его устойчивость. Продолжительность 1-ой фазы составляет 8 мин, при этом оптимальная консистенция обеспечивается путем подбора количества добавляемой воды, что характеризует водопоглотительную способность муки из целого зерна. Также на этом этапе определяется оптимальный крутящий момент для дальнейшего эксперимента. На втором этапе (С2) регистрируется разжижение теста при его нагреве до 90 °С, которое, как считается, связано с изменениями в белковом комплексе зерна, вызванными механическим воздействием и температурой. Общая продолжительность 2-ого этапа составляет 7 мин (скорость нагрева 4 °С/мин). Продолжительность 3-его этапа составляет 5 мин. Во время этой фазы в тестомесилке поддерживается постоянная температура 90 °С. На 4-ом и 5-ом этапах измеряют консистенцию теста при его охлаждении до 50 °С и выдерживании при этой температуре в течение 5 мин (С4, С5 – начало и окончание ретроградации крахмала). Продолжительность составляет 10 и 5 мин соответственно. Скорость охлаждения на 4-ой фазе – 4 °С/мин. Расчетные величины: α , β , γ – скорости биохимических реакций.

Обсуждение результатов. Проведена оценка технологических тритикале сорта Тимирязевская 150 урожая 2015-2017 годов, результаты которой представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Показатели качества зерна тритикале сорта Тимирязевская 150

Год урожая	Влажность, %	Масса 1000 зерен, г на с.в.	Натура, г/дм ³	Стекловидность, %		Зольность, %
				общая	полная	
2015	9,9	41,26	785	53	7	1,94
2016	9,6	40,76	766	55	10	2,04
2017	9,2	37,06	792	52	12	1,96

Состояние белково-протеиназного комплекса оценивали по общему содержанию белка, количеству и качеству клейковины (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика белкового комплекса зерна тритикале сорта Тимирязевская 150

Год урожая	Содержание белка (N×6,25), %	Количество клейковины, %	Качество клейковины	
		Сырой	ед. ИДК	группа
2015	9,9	8,40	35	II – удовлетворительная крепкая
2016	9,6	17,33	49	II – удовлетворительная крепкая
2017	10,8	12,0	40	II – удовлетворительная крепкая

Изучение количественного соотношения и свойств различных фракций растворимых белковых веществ зерна представляет, наряду с теоретическим интересом, и большой практический интерес для технологий, использующих зерно в качестве основного сырья. Несмотря на то, что разделение белковых веществ по растворимости достаточно условно, тем не менее, оно применяется достаточно широко и в настоящее время. Однако многие вопросы остаются до сих пор не выясненными. Это связано, чаще всего, с различием в методическом подходе разных исследователей.

Изучение фракционного состава растворимых белков показало, что процентное соотношение всех фракций примерно одинаковое и составляет 20-25 %, при этом следует отметить, что в образце зерна тритикале урожая 2016 года доля спирто- и щелочерастворимых белков суммарно больше, чем в образце зерна тритикале урожая 2015 года (47,22 и 49,58 % соответственно). Образец зерна тритикале урожая 2017 г. занимает промежуточное положение (табл. 3).

Таблица 3 – Фракционный состав растворимых белков зерна озимого тритикале сорта Тимирязевская 150

Год урожая	Фракционный состав белков, % от общего содержания белка				
	альбумины	глобулины	проламины	глютелины	нерастворимый остаток
2015	21,48	22,32	23,75	23,47	8,71
2016	20,14	21,64	25,08	24,50	8,64
2017	21,08	22,10	24,15	23,88	8,79

Известно, что протеолитические ферменты играют существенную роль в процессах, протекающих в зерне при его хранении и переработке. Мука, получаемая при механическом воздействии на зерно, нарушении его целостности, представляет собой с биохимической точки зрения совершенно другой объект исследования. Объект, в котором активируются, в первую очередь, окислительные и гидролитические процессы, в том числе процессы, связанные с протеолизом эндогенных белков.

В работах, проводимых в Всероссийском НИИ зерна и продуктов его переработки по изучению протеолитических ферментов зерна тритикале, было показано наличие трех типов протеиназ при действии на бычий сывороточный альбумин (стандартный субстрат) и

собственные белки: кислые протеиназы с оптимумом рН 3,5; нейтральные протеиназы с оптимумом рН 6,5; щелочные протеиназы с оптимумом рН 9,5 [10,11].

В табл. 4 представлены данные об активности кислых и нейтральных протеиназ зерна тритикале сорта Тимирязевская 150.

Таблица 4 – Активность протеиназ зерна тритикале сорта Тимирязевская 150

Образец, год урожая	Белок, мг/мл	Протеолитическая способность	
		Кислые протеиназы, ед. ΔA_{280} /мг белка	Нейтральные протеиназы, ед. ΔA_{280} /мг белка
2015	0,110	1,20	1,90
2016	0,150	1,30	2,20
2017	0,150	1,10	2,10

Из представленных данных следует, что активность нейтральных протеаз в 1,5–2,0 раза выше активности кислых протеиназ.

Величина протеолитической активности в исследуемых образцах зерна тритикале имеет, наряду с другими биохимическими показателями, принципиальное значение, поскольку протеиназы способны активно гидролизовать собственные, в том числе и клейковинные белки, что, в конечном счете, сказывается на технологическом процессе и готовом продукте. Кроме того, протеолитические ферменты участвуют в регуляции активности других ферментных систем, например, амилаз.

Активность амилолитических ферментов зерна и муки – еще одна важная технологическая и биохимическая характеристика, которая определяет наряду с другими показателями, хлебопекарные достоинства муки. Для зерна тритикале урожая 2015 г. число падения составило 133 с, для зерна тритикале урожая 2016 г. – 96 с., урожая 2017 г. – 169 с. Это косвенно свидетельствует о повышенной амилолитической активности в данных образцах зерна тритикале.

Анализ реологических свойств теста из зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 урожая 2017 г. выявил следующие основные параметры реологических свойств и расчетные показатели скоростей реакций (табл. 5, рис. 1).

Таблица 5 – Основные параметры миксолабограммы зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 (протокол ChopinWheat+) и расчетные показатели скоростей реакций

Параметры	Время, мин	Крутящий момент, Н·м	Температура теста, °С
C1	3,27	1,090	26,8
CS	8,00	0,857	27,3
C2	18,50	0,363	53,6
C3	22,90	1,472	70,6
C4	32,27	0,706	78,5
C5	45,00	1,173	48,3
Угловые коэффициенты, Н·м/мин			
$\alpha^* = -0,050$	$\beta^{**} = 0,486$		$\gamma^{***} = -0,094$

* α – характеристика скорости реакции разжижения, выражаемая углом наклона касательной к миксолабограмме от момента достижения температуры 30 °С до точки C2;

** β – характеристика скорости реакции клейстеризации крахмала, выражаемая углом наклона касательной к миксолабограмме на участке C2 – C3;

*** γ – характеристика скорости амилолиза, выражаемая углом наклона касательной к миксолабограмме на участке C3 – C4.

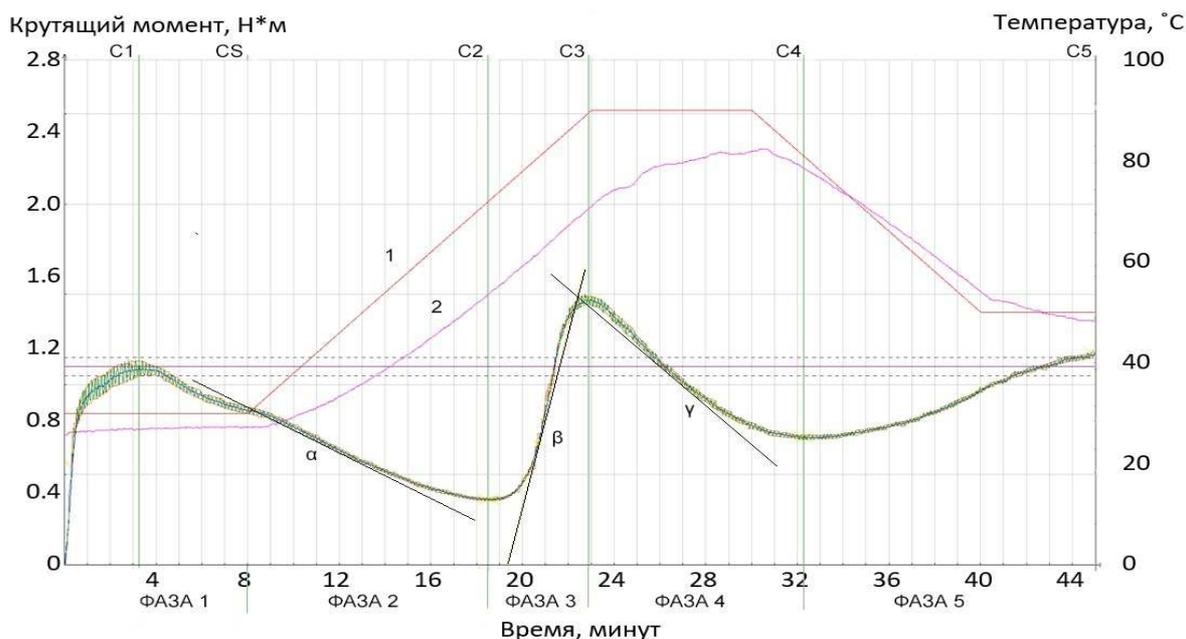


Рис.1. Миксолабограмма зерна тритикале сорта Тимирязевская 150

1 – температура тестомесилки, 2 – температура теста, C1, C2, C3, C4, C5 – анализируемые точки графика, в которых измеряют момент силы

1-ая фаза (C1) время от добавления воды до достижения оптимального крутящего момента при анализе цельносомлотого зерна тритикале составило 3,27 минуты. Следует отметить, что для зерна тритикале, как и для тритикалевой муки, время, характеризующее устойчивость теста и степень его разжижения, примерно в 5 раз меньше, чем для пшеницы и пшеничной муки и составляет 1,25 и 5,02 минуты соответственно [6,12].

2-ая фаза (C2) – разжижение теста связано с механическим и температурным воздействием. При этом высокое значение C2 указывает на хорошее качество белка [12]. Крутящий момент на втором этапе составил 0,363 Н·м. Дополнительным параметром, характеризующим скорость изменений в белковом комплексе зерна при нагревании, к которым следует отнести, как указывалось выше, денатурационные процессы и частичный протеолиз под действием собственных протеиназ зерна, является угловой коэффициент альфа (α), который характеризует скорость разжижения теста при нагреве (табл.5).

Крутящий момент на 3-ей фазе (C3) составил 1,472 Н·м, что является самой высокой точкой на графике и обусловлен максимальной вязкостью и набуханием гранул крахмала. Наблюдается стремительный и крутой подъём кривой на графике, что свидетельствует о высокой скорости клейстеризации крахмала.

На 4-ой фазе (C4), температура месильной камеры выходит на свой максимум (90°C) и поддерживается в течение 7 минут. В это время наблюдается снижение вязкости за счёт разрыва водородных связей, обеспечивающих более плотную упаковку амилозы и амилопектина. Образец размолотого зерна Тимирязевская-150 характеризуется низкой стабильностью крахмального клейстера, что может быть связано со структурными особенностями крахмала тритикале и высокой долей поврежденных крахмальных зерен. Крутящий момент составил 0,706 Н·м.

На 5-ой фазе (C5) при постепенном охлаждении с 90°C до 50°C происходит так называемая ретроградация крахмала, суть которой сводится к тому, что молекулы амилозы и амилопектина вновь выстраивают кристаллические цепочки за счёт водородных связей. Чем выше крутящий момент, тем быстрее идёт процесс ретроградации. Можно про-

гнозировать, что продукты из данного зерна будут относительно устойчивыми после выпечки, так как крутящий момент на этом этапе невысокий и составляет 1,173 Н·м.

На рис. 2 представлены основные индексы исследуемого образца зерна сорта Тимирязевская 150. Данные интегральной оценки реологических свойств теста визуализируются на графике в виде круговой диаграммы (рис. 2).

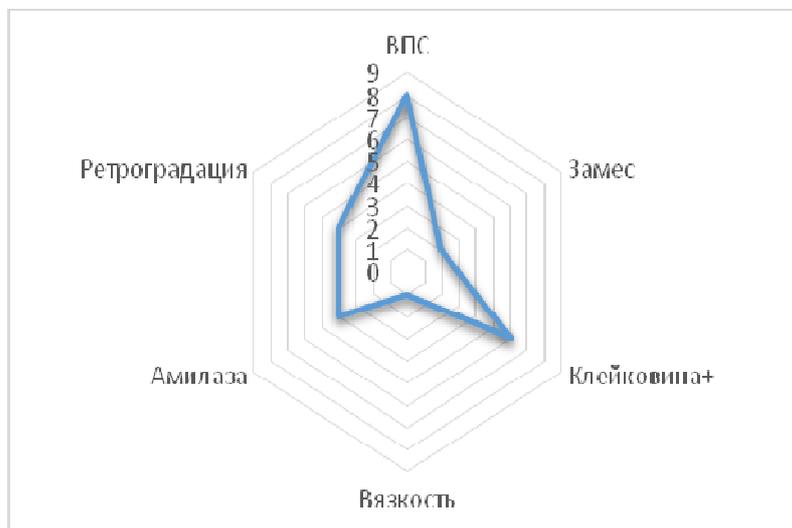


Рис. 2. Круговая диаграмма (профайлер миксолаба) зерна тритикале сорта Тимирязевская 150

Анализируя данные интегральной оценки реологических свойств теста по 6-ти основным показателям профайлера миксолаба, установлено, что в баллах они имели следующие значения: ВПС – 8, Замес – 2, Клейковина+ – 6, Вязкость – 1, Амилаза – 4, Ретроградация крахмала – 4. Можно констатировать, что исследуемый образец зерна характеризуется высокой водопоглотительной способностью, так как содержит, в отличие от муки, большее количество белков, некрахмальных полисахаридов за счет присутствия периферийных частей зерновки.

Низкий «показатель замеса» свидетельствует о недостаточной стабильности теста во время замешивания и соответствует слабой или средней муке, которая может быть рекомендована для хлеба с малым объемом, слоеного теста, крекеров, лапши [13].

«Показатель клейковины» отражает два очень важных процесса, которые происходят во время нагревания теста от 30 °С до 40 °С: крахмальные гранулы набухают, но их структура остается неизменной, при этом действие α-амилазы совсем незначительное; структура клейковинных белков изменяется, что связано с особенностями белковых комплексов, разрывом водородных связей, другими факторами, оказывающими влияние на структуру и свойства клейковины, а именно липидов, углеводов, ферментов (протеазы и их белковые ингибиторы, амилазы, липоксигеназа) [14]. Исследуемый образец зерна тритикале имеет индекс клейковины – 6, группу качества по показаниям ИДК – II удовлетворительная крепкая (40 ед. ИДК).

«Показатель вязкости» описывает фазу, при которой наибольшее количество физико-химических и биохимических параметров вступают во взаимодействие. На этой стадии роль белков отходит на второй план, а наибольшее значение приобретает состояние крахмала, его клейстеризация и активность амилаз, которая достигает своего максимума при температуре 60-70 °С. Низкий уровень индекса вязкости свидетельствует о высокой амилитической активности, что коррелирует с индексом амилазы и подтверждается данными, полученными с использованием метода числа падения.

«Показатель ретроградации крахмала» напрямую связан со способностью конечного продукта противостоять черствению. Исследуемый образец зерна имеет средний уровень индекса ретроградации крахмала, что позволяет предположить достаточно долгую сохранность свежести после выпечки.

Выводы. Мировая практика лабораторных исследований в области качества и безопасности продуктов питания свидетельствует о постоянном расширении списка контролируемых показателей пищевого сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Таким образом, комплексные исследования биохимических, технологических и реологических свойств зерна, с использованием различных методов, их сравнительный анализ, по нашему глубокому убеждению, необходимы для правильной интерпретации показателей и более полного понимания их практического применения. Комплексная оценка качества зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 с использованием традиционных и современных методов исследования показала, что исследуемые образцы зерна имеют достаточно хороший технологический потенциал для использования в продовольственных целях, особенно в технологиях, где высокая амилолитическая активность не является отрицательным фактором.

Литература

1. Рубец, В.С. Селекция озимой тритикале в РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева: история, особенности, достижения // Известия ТСХА. – 2014. – № 1. – С.115-124.
2. Леонова, С.А. Оценка хлебопекарных свойств перспективных селекционных видов тритикале / С.А. Леонова, Л.И. Пусенкова, Е.В. Погонец // Хлебопродукты. – 2013. – № 6. – С. 40.
3. Технологические и биохимические показатели как составляющие качества муки тритикале/ Е.П.Мелешкина [и др.] // Контроль качества продукции (Методы оценки соответствия). – 2017. – № 2. – С. 38-44.
4. Технологические свойства новых сортов тритикалевой муки/ Г.Н. Панкратов [и др.] // Хлебопродукты. – 2016. – № 1. – С. 60-62.
5. Оценка муки из зерна тритикале на основе реологических свойств с использованием системы Миксолаб/ Д.Г. Туляков [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. – № 1 – С. 20-23.
6. Antanas S. Studies regarding rheological properties of triticale, wheat and rye flours / S.Antanas // J. of Horticulture, Forestry and Biotechnology. – 2013. – v.17. – № 1. – P. 345-349.
7. Dapcevic T., Evaluation of the possibility to replace conventional rheological wheat flour quality control instruments with the new measurement tool – mixolab // Agriculturae Conspectus Scientificus. – 2009. – V. 74. – № 3. – P. 169-174.
8. Пищевая химия. Лабораторный практикум/ Нечаев А.П. [и др.]. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 304 с.
9. ГОСТ ISO 17718-2015. Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры. – М.: Стандартинформ. – 2015. – 31с.
10. Белково-протеиназный комплекс зерна тритикале/ И.С. Витол [и др.]// Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 8. – С. 36-39.
11. Биохимическая характеристика новых сортов тритикалевой муки/И.С. Витол [и др.]//Хлебопродукты. – 2016. – № 2. – С. 42-44.
12. Aprodu J. Effect of the industrial milling process on the rheological behavior of different types of wheat flour // Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering. – 2010. – № 11. – P. 429–437.
13. Dubat A. Le mixolab Profiler: un outil complet pour le controle qualite des bles et des farines // Industries des Cereales. – 2009. – № 161. – P. 11-26.
14. Биохимические и реологические показатели в оценке хлебопекарных свойств разных видов муки / Д.Г. Туляков [и др.] // Хлебопродукты. – 2017. – № 6. – С. 30-34.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСХОДНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗАМОРОЖЕННОГО МЯСА В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА

Архипов Л.О., канд. техн. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (Москва)

Реферат. В статье представлен разработанный во ВНИХИ метод идентификации термического состояния замороженного мяса, описано его практическое значение и применение в условиях мясоперерабатывающего предприятия. Отражена его экономическая и технико-экономическая эффективность.

Ключевые слова: замороженное мясо, хранение мяса, нуклеотиды, термическое состояние мяса, спектрофотометрический метод

Summary. The article presents the method of identification of the thermal state of frozen meat developed in VNIKHI, describes its practical importance and application in the conditions of a meat processing enterprise. Its economic and technical-economic efficiency is reflected.

Key words: frozen meat, meat storage, nucleotides, thermal state of meat, spectrophotometric method

Введение. Качество мяса включает совокупность свойств, которые характеризуют органолептические, структурно-механические и технологические, а также пищевую и биологическую ценность, учитывая при этом степень их выраженности [1].

В настоящее время для определения показателей качества мяса используют: сенсорную и органолептическую оценку, физико-химические, гистологические, микробиологические, электрические и спектральные методы [1-5].

На основе ранее проведенных во ВНИХИ исследований по определению состава и содержания свободных нуклеотидов в мясе крупного рогатого скота (КРС), а также их изменению в зависимости от холодильной обработки [6] был разработан достаточно простой и быстрый метод идентификации исходного термического состояния замороженного мяса [5].

Разработанный метод позволяет внедрять в условиях производства дифференцированную технологию размораживания, предусматривающую предварительное темперирование замороженного мясного сырья в виде бескостных мясных отрубов и блоков, что особенно актуально для сырья, ввозимого из других стран, и способствует сохранению качества и снижению потерь сырья.

Учитывая это, целью работы является апробация разработанного спектрофотометрического метода определения исходного термического состояния замороженного мяса в условиях производства на мясоперерабатывающем предприятии.

Объекты и методы исследований. Для проведения исследований были выработаны замороженные бескостные мясные блоки (БМБ) из парного и охлажденного мяса КРС (использовались как контрольные образцы), а также взяты БМБ различных стран производства: Бразилия, Парагвай, Уругвай.

Свободные нуклеотиды и нуклеозиды мяса экстрагировали по методике, приведенной в работе [6].

Оптическую плотность экстрактов свободных нуклеотидов мяса определяли разработанным спектрофотометрическим методом с применением спектрофотометра Spekol-1500 «AnalytikJENA» (Германия) [5].

Обсуждение результатов. По результатам проведенных ранее исследований был предложен показатель М для непосредственной идентификации исходного термического состояния замороженного мяса и определен диапазон величин значений показателя, а именно, показатель М для мяса, которое подвергалось замораживанию в парном виде, было больше единицы и соответствовало $1,21 \pm 0,18$, а для мяса, замороженного после охлаждения, показатель М был меньше единицы и соответствовал значению $0,74 \pm 0,09$.

Результаты расчета показателя М замороженных бескостных мясных блоков, выработанных из парного и охлажденного сырья, а также, поступивших от различных стран производителей (Бразилия, Парагвай, Уругвай), отражены на гистограмме (рис.).

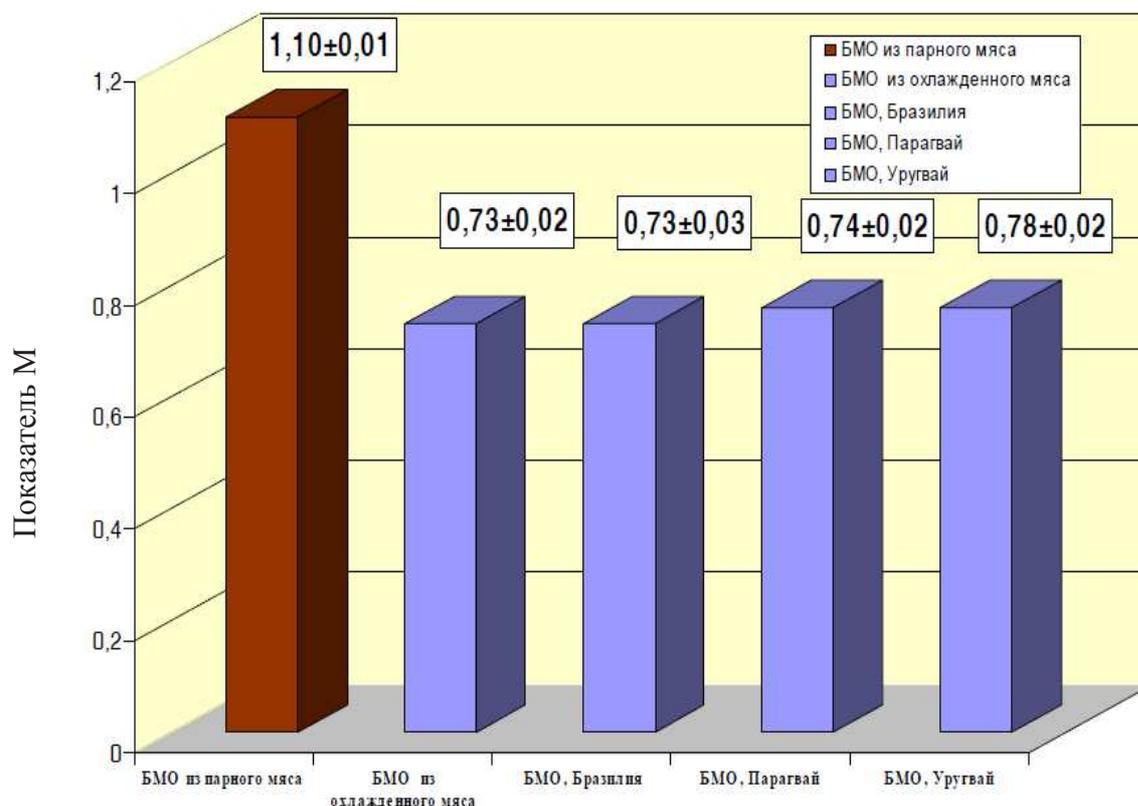


Рис. Значения показателя М для замороженных бескостных мясных отрубов (БМО)

В результате сравнительного анализа значений показателя М для замороженных БМО стран производства: Бразилии, Парагвая и Уругвая и блоков, выработанных из охлажденного сырья, установлено, что средние значения показателя составляют меньше единицы и находятся в пределах от 0,73 до 0,78, что идентифицирует сырье, как мясо, замороженное после охлаждения. Для замороженных блоков, выработанных из парного сырья, показатель М составил от 1,09 до 1,11, что является подтверждением того, что исходное сырье было парным.

На основании практической апробации разработанного метода, была проведена его технико-экономическая оценка по сравнению с методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), который был также ранее разработан во ВНИХИ, но трудно применим для производственного контроля.

Сравнительная технико-экономическая оценка показала, что материальные затраты на приобретение оборудования, необходимого при внедрении спектрофотометрического метода, ниже в 11 раз, а при этом продолжительность выполнения анализа сокращается в 6 раз по сравнению с методом ВЭЖХ.

Таким образом, спектрофотометрический метод не требует подготовки высококвалифицированного персонала, является более простым и быстрым, а результаты измерения имеют сопоставимую точность.

Экономический эффект, получаемый от снижения потерь массы при размораживании бескостного мясного сырья, замороженного в парном виде, составит 3900 руб. на тонну. Применительно к мясоперерабатывающему предприятию мощностью по размораживанию мясного сырья 20 т/сут. экономический эффект составит более 9 млн. руб. в год.

Выводы. Проведена успешная апробация метода в условиях мясоперерабатывающего предприятия ОАО «Мясокомбинат Клинский».

Проведена его технико-экономическая оценка по сравнению с методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Рассчитан экономический эффект, получаемый от снижения потерь массы при размораживании бескостного мясного сырья, замороженного в парном виде, применительно к мясоперерабатывающему предприятию мощностью по размораживанию мясного сырья 20 т/сут. в год, который составит более 9 млн. руб.

Литература

1. Семенова, А. А. Сенсорный анализ – инструмент управления качеством мясной продукции / А.А. Семенова, Т.Г. Кузнецова, И.И. Анисимова // Все о мясе. – 2010. – №. 6.
2. Хвыля, С.И. Стандартизованные гистологические методы оценки качества мяса и мясных продуктов / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, С.А. Бурлакова // Все о мясе. – 2011. – №. 6. – С. 58-62.
3. Дибирасулаев, М. А. Научно-практические аспекты прогнозирования «окоченения-оттаивания» и разработка новой технологии размораживания мяса / М. А. Дибирасулаев, Г.А. Белозеров, Г. Е. Лимонов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – №2. – С.36-39.
4. Elmasry G. et al. Meat quality evaluation by hyperspectral imaging technique: an overview // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2012. – Т. 52. – №. 8. – С. 689-711.
5. Разработка спектрофотометрического метода ускоренной идентификации замороженных блоков, выработанных из парного или охлажденного мяса, для обоснования выбора технологических режимов их размораживания / М. А. Дибирасулаев // Все о мясе. – 2017. – №. 5. – С. 48-52.
6. Исследование состава и содержания свободных нуклеотидов мяса КРС на различных этапах холодильной обработки и хранения / М.А. Дибирасулаев [и др.]. // Холодильная техника. – 2016. – №4. – С. 58-61.

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ПАТОГЕННОЙ МИКОФЛОРЫ НА ЗЕРНЕ И СЕМЕНАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Стародубцева Г.П., д-р с.-х. наук, Любая С.И., канд. с.-х. наук, Ливинский С.А.,
Рубцова Е.И., канд. техн. наук

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Ставропольский государственный аграрный университет» (Ставрополь)

Реферат. Представлен преобразователь сетевого напряжения в электрическое импульсное поле с автоматизированной системой контроля энергетических процессов, протекающих в зоне обработки зерна и семян озимой пшеницы. Показаны результаты влияния обработки на патогенную микофлору (*Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Alternaria sp.*).

Ключевые слова: режим обработки, доза воздействия, микотоксины, посевные качества семян, патогенная микофлора

Summary. The Converter of mains voltage into the electric impulse field with the automated system of control of the power processes proceeding in a zone of processing of grain and seeds of winter wheat is presented. The results of the treatment effect on the pathogenic mycoflora (*Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Alternaria sp.*).

Key words: the mode of treatment, the dose of exposure, mycotoxins, sowing qualities of seeds, pathogenic mycoflora

Введение. Согласно литературным источникам, около 30 % мирового зерна и зернобобовых культур заражено патогенной микофлорой. Самыми распространёнными из известных 240 видов токсиногенных грибов являются: пеницилиум, аспергилус, фузариум, альтернарии, ризопус. Продуктами из жизнедеятельности являются микотоксины, образующиеся на поверхности пищевых продуктов и кормов, при переработке они попадают во внутрь продуктов. Многие исследователи относят микотоксины к группе наиболее опасных веществ для человека и животных .

Существует ряд методов повышения посевных качеств семян и борьбы с патогенной микофлорой семян (обработка с применением биологических препаратов, обработка озонированием, применение гамма-излучения, рентгеновского, ультрафиолетового, видимого оптического, инфракрасного, СВЧ, радиочастотного, облучение альфа- и бета-частицами, ионами различных элементов, гравитационным воздействием и т.д.) [1-3], но ни один из них не дает полной гарантии на успех.

Наиболее эффективной является обеззараживающая и стимулирующая обработка семян импульсным электрическим полем (ИЭП) [4].

Обработка семян сельскохозяйственных культур импульсным электрическим полем в рациональном режиме, как показывают результаты исследований, дает хорошие результаты в борьбе с заражением семян патогенной микофлорой, повышением энергии прорастания и всхожести семян.

Внедрению обработки зерна ИЭП в технологический процесс препятствует недостаточная изученность рациональных режимов обработки, а также отсутствие понимания воздействия физических факторов на биологические объекты. Но, в первую очередь, отсутствие необходимой техники, позволяющей контролировать и регулировать процессы, протекающие в рабочей камере обработки семян и зерна.

В известных установках [4,5] оператор вручную выставляет режим для обработки, а затем также вручную изменяет режимы обработки в зависимости от степени влажности, травмированности и размеров обрабатываемого материала. Для каждой партии семян, зерна перед обработкой необходимо провести серию лабораторных опытов с целью подбора режимов обработки, что чаще всего не выполняется. Как следствие, слабая стабильность и повторяемость получаемых результатов, а иногда получение отрицательных результатов.

При промышленной (поточной) обработке необходима установка, обеспечивающая возможность определить изменения обрабатываемой массы, а затем, автоматически преобразовать параметры воздействия: амплитуду, длительность и частоту следования импульсов.

Учитывая это, целью исследования является разработка и испытание опытного образца преобразователя сетевого напряжения в электрические импульсы с автоматизированной системой контроля и проведение испытаний влияния параметров, режимов работы преобразователя сетевого напряжения на посевные качества семян и патогенную микрофлору.

Объекты и методы исследований. Анализ на присутствие патогенной микрофлоры проведён по ГОСТ 12044-93 биологическим методом. Для стимуляции образования конидиеносцев и конидий с целью идентификации патогенов грибов родов *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Alternaria sp.* необходимо двенадцатичасовое чередование света и темноты при проращивании семян в чашках Петри (ГОСТ12044-93).

Для эксперимента отбирали четыре рабочие пробы по 100 штук семян в каждой и помещали в стерильную посуду с питательной средой. Семена обрабатывали ИЭП в рациональном режиме: напряженность в слое семян $15 \cdot 10^3$ В/м; частота следования импульсов 1200 Гц; длительность импульса 40 мкс; экспозиция 4 секунды; время от обработки до закладки семян на проращивание – 3 суток.

Обработанные ИЭП и контрольные семена помещали в чашки по 100 штук и ставили на проращивание в термостат при температуре 22 - 25 °С.

Проращивание семян проводили в течение срока, указанного для определения всхожести семян по ГОСТ 12038-84. Экспериментально определяли заселенность патогенной микрофлорой семян пшеницы, грибами родов *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Alternaria sp.* Подсчет колоний грибов, развивающихся на семенах озимой пшеницы, проводили после 7 суток проращивания. Количество колоний рассчитывали на 100 зернах образца.

Обсуждение результатов. При изменениях, происходящих в слое обрабатываемого материала (влажности, степени травмированности и загрязненности, размеров), изменяются электрические характеристики: сопротивление, диэлектрическая проницаемость, что приводит к изменению параметров импульсного поля и к изменению дозы обработки до ± 20 %.

В отличие от известных генераторов импульсов, предлагаемый нами преобразователь имеет замкнутую систему управления с автоматизированной системой контроля. Блок схема преобразователя представлена на рис. 1.

Принцип работы преобразователя сетевого напряжения следующий. От сети ток поступает на стабилизатор. Оператор выставляет на блоке управления необходимый, рассчитанный в лаборатории режим обработки. После стабилизатора переменного тока включается источник высокого напряжения ИВН, нагруженный на инвертор напряжения ИН. Нагрузкой ИН является рабочая камера, где происходит обработка, и к которой ин-

вертор подключен через датчик тока ДТ. Напряжение в рабочей камере измеряется датчиком напряжения ДН.

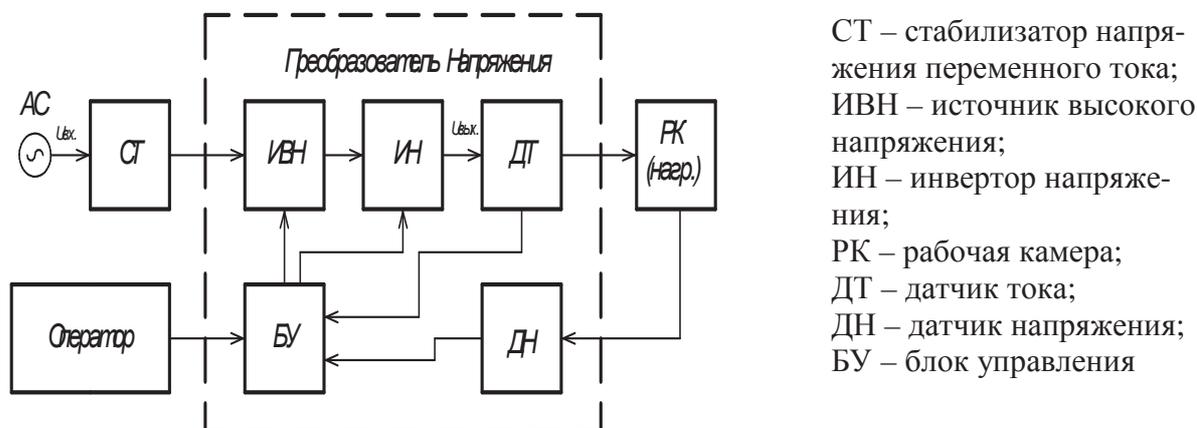


Рис.1. Преобразователь сетевого напряжения в электрические импульсы

В настоящее время нагрузка на электросеть сельской местности всё более увеличивается. И становятся острее известные проблемы сельской электросети: удаленность подстанции или трансформатора, неоднородность и слабая пропускная способность кабельной сети, и т. д. К тому же сети может не быть вообще и оборудование может работать от электроагрегата. Для устранения этих недостатков можно использовать стабилизатор напряжения, представленный на рис. 2.

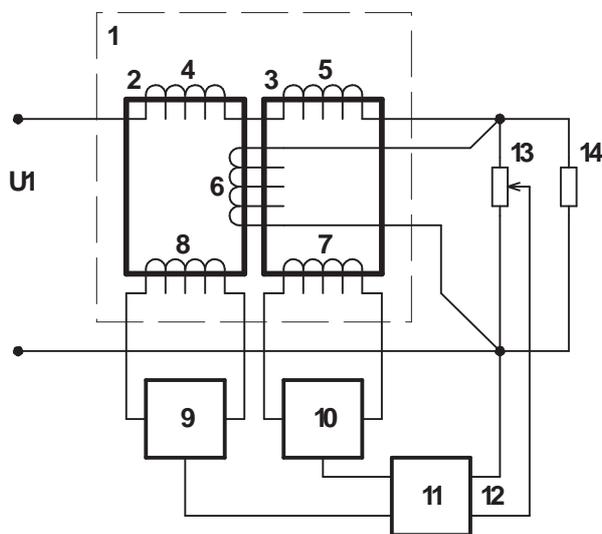


Рис. 2. Схема стабилизатора регулятора напряжения переменного тока

Стабилизатор напряжения переменного тока состоит из автотрансформатора 1 на сердечниках (магнитопроводах) 2 и 3, на которых намотаны первичные обмотки 4, 5 и вторичная обмотка 6. Кроме того, на сердечниках автотрансформатора намотаны управляющие обмотки 7 и 8 с подключенными блоками электронных регуляторов 9, 10. Управление стабилизатором осуществляется блоком управления 11 посредством цепи обратной связи 12 и потенциометром 13. К выходу стабилизатора – регулятора напряжения переменного тока подключается нагрузка 14. Следует отметить, что первичные обмотки 4 и 5 соединены между собой последовательно встречно.

Стабилизатор напряжения выполнен в автотрансформаторном включении, а расположение обмоток таково, что стабилизация напряжения на нагрузке при изменении как напряжения сети, так и величины нагрузки производится во всем диапазоне плавно, без разрыва цепей сетевого питания и нагрузки .

ИНВ представляет собой классический обратногоходовой преобразователь, выполняющий одновременно функции коррекции коэффициента мощности и стабилизации или регулирования выходного напряжения.

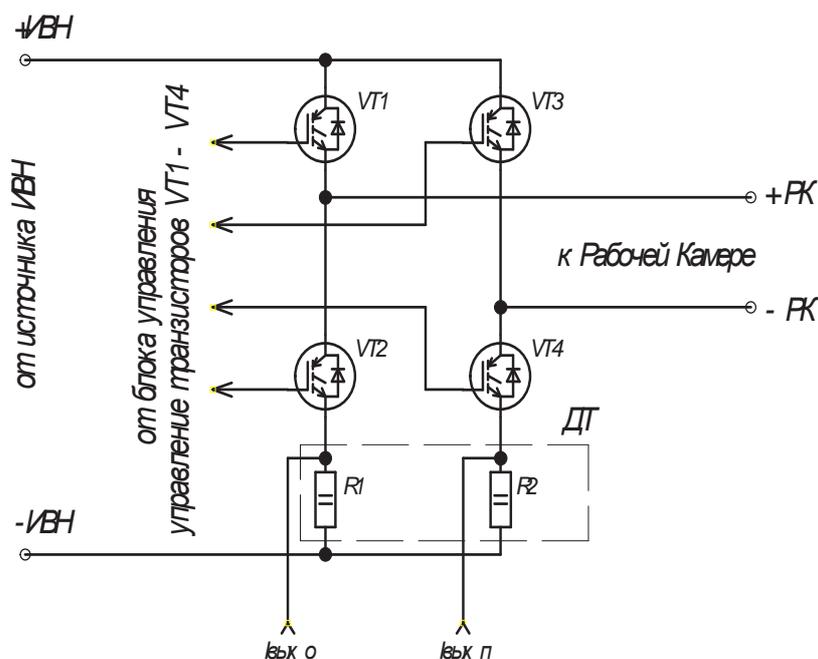


Рис. 3. Принципиальная схема выходного каскада инвертора напряжения

Принципиальная схема выходного каскада ИН (рис. 3) выполнена по схеме мостового преобразователя, подключенного к электродам рабочей камеры РК.

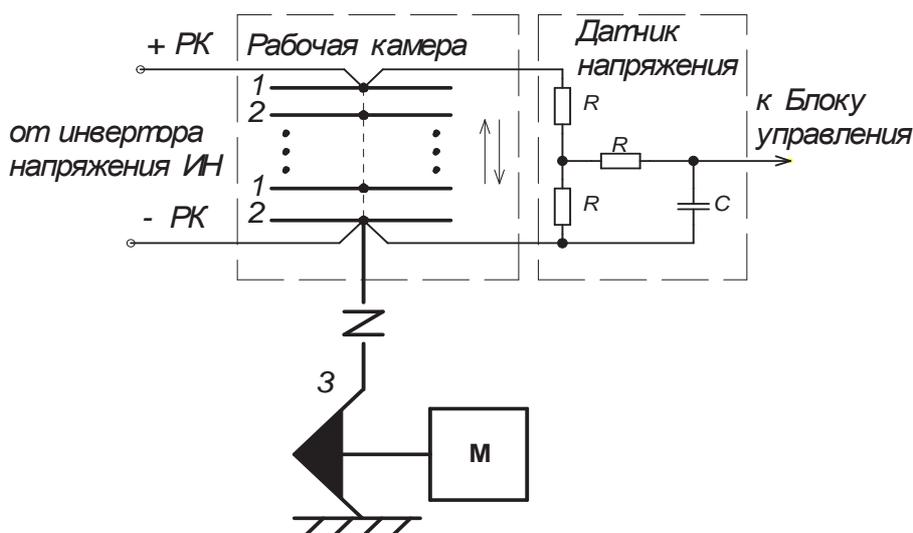


Рис. 4. Функциональная схема рабочей камеры (РК) и датчика напряжения (ДН)

Схема рабочей камеры и датчика напряжения содержит потенциальный и заземленный электроды 1 и 2 соответственно, выполненные в виде металлических пластин. Электроды 1 и 2 расположены на одинаковом расстоянии и строго параллельно друг другу (рис. 4).

Для исключения воздушного зазора между электродами 1 и 2 и обрабатываемым материалом применяется механизм 3 регулирования межэлектродного расстояния с двигателем М. Датчик напряжения (ДН), представляющий собой делитель напряжения для согласования уровня напряжения на электродах РК с уровнем напряжения блока управления, подключается к потенциальному и заземленному электроду рабочей камеры.

Информация от датчика тока и напряжения в рабочей камере (РК) поступает в микроконтроллер блока управления БУ. Микроконтроллер выполняет расчет значений амплитуды, длительности следующего импульса ИЭП и межимпульсной паузы в зависимости от дозы обработки, заданной оператором. На основе расчета микроконтроллер формирует сигналы управления для транзисторов инвертора ИН и управления установкой амплитуды ИВН.

Опыт по влиянию ИЭП на патогенную микрофлору был проведен с семенами озимой пшеницы сортов Трио и Юкка (табл. 1).

Таблица 1– Влияние ИЭП на патогенную микрофлору семян озимой пшеницы

Сорт	Вариант	Микофлора семян, %				
		Rhizopus	Alternaria	Penicillium	Fusarium	Aspergillus
Трио	Контроль	21,0	10,0	0,0	0,0	0,0
	Опыт	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0
Юкка	Контроль	35,0	18,0	20,0	27,0	0,
	Опыт	10,0	4,0	2,0	1,0	0,0

В результате эксперимента установлено, что семена сорта Трио не значительно заселены микрофлорой (табл.1): обнаружены грибы родов *Rhizopus* – 21,0 %, *Alternaria* – 10,0 %.

В опытном варианте у семян озимой пшеницы сорта Трио, обработанных ИЭП, отмечено снижение заселённости грибами рода *Rhizopus* с 21,0 до 2,0 %, рода *Alternaria* с 10,0 до 2,0 %.

Семена контрольного варианта сорта Юкка были заселены грибами рода *Rhizopus* – с 35,0 до 10,0 %, рода *Alternaria* - 18,0 %, рода *Penicillium* – 20,0 %, р.*Fusarium* 27,0 %. После проведения обработки в рациональном режиме заселённость семян микрофлорой значительно изменилась в сторону снижения. Количество грибов рода *Rhizopus* снизилось на 71,5 % грибов р.*Alternaria* с 18,0 до 4,0 %, грибов рода *Penicillium* с 20,0 до 2,0 %, а грибов рода *Fusarium* с 27,0 до 1,0 %.

Следует отметить, что микрофлора зерна озимой пшеницы в процессе хранения в контрольном варианте продолжала развиваться. Интенсивность развития микроорганизмов на семенах опытного образца была значительно ниже. Через семь недель количество грибов рода *Rhizopus* на контроле увеличилось на 8%, а в опытном варианте только на 1 % (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние ИЭП на патогенную микрофлору семян озимой пшеницы сорта Юкка при хранении

Вариант	Микофлора семян, %				
	Rhizopus	Alternaria	Penicillium	Fusarium	Aspergillus
Контроль	43,0	20,0	30,0	30,0	0,0
Опыт	11,0	4,0	2,0	1,0	0,0

С течением времени в опытном образце интенсивность развития грибов рода *Alternaria* не изменялась, в то время как в контроле их число выросло на 2,0 %.

На контроле наиболее интенсивно происходило увеличение грибов рода *Penicillium*, их число увеличилось с 20 до 30 %. В то время, как в опытном образце этот показатель не изменился.

Таким образом, обработка семян озимой пшеницы сортов Трио и Юкка ИЭП способствовала снижению развития патогенной микрофлоры. При длительном хранении после обработки отмечено снижение интенсивности нарастания патогенных микроорганизмов.

Выводы. В результате контроля изменений в слое обрабатываемого материала с помощью датчиков тока и напряжения появляется возможность автоматически регулировать параметры поля: амплитуду, частоту, длительность импульса с целью поддержания постоянной дозы обработки.

Обработка ИЭП семян и зерна озимой пшеницы в рациональном режиме подавляет патогенную микрофлору и сдерживает интенсивность ее развития в процессе хранения.

Литература

1. Данилов Д.В. Воздействие физических факторов, биологического препарата «Биофит - 1» и озона на посевные качества семян/ Д.В Данилов, Г.П. Стародубцева// Семеноводство. – 2008. – №4. – С.23-25.
2. Стародубцева Г.П. Обоснование параметров воздействия импульсного электрического поля при предпосевной обработке семян озимой пшеницы/ Ливинский С.А, Любая С.И.//Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – №2 (26). – С. 43-48.
3. Хайновский В.И. Моделирование электрических временных параметров активатора импульсного электрического поля /В.И. Хайновский, Г.П. Стародубцева, Е.И.Рубцова, О.С. Копылова, С.И. Любая//Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – №2(22). – С. 39-44.
4. Хныкина, А. Г. Обоснование параметров низковольтного активатора электрического поля установки для улучшения посевных качеств семян лука : дис. канд. с.-х. наук: / Хныкина Анна Георгиевна. – Ставрополь, 2014. – 170 с.
5. Ливинский С.А. Преобразователь напряжения для установки предпосевной обработки семян/ Ливинский С.А, Стародубцева Г.П., Афанасьев М.А.//Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – №4.(23) – С. 35-39.

УДК 663.674

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ДИСПЕРСНОСТИ КРИСТАЛЛОВ ЛЬДА В МОРОЖЕНОМ ПЛОМБИР

Шобанова Т.В., Творогова А.А., *д-р техн. наук*

*Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности –
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (Москва)*

Реферат. Приведены результаты исследований и оценки дисперсности кристаллов льда в мороженом пломбир по показателям «средний размер кристаллов льда», «доля кристаллов льда до 50 мкм» и графическому распределению кристаллов льда по размерам. Установлена прямо пропорциональная зависимость дисперсности кристаллов льда от массовой доли жира в мороженом пломбир, что важно учитывать при решении вопросов формирования и стабилизации структуры продукта.

Ключевые слова: мороженое пломбир, кристаллы льда, дисперсность

Abstract. The results of study and estimation of the dispersion of ice crystals in the ice-creamplombir on the basis of the indices "average size of ice crystals", "fraction of ice crystals up to 50 μm" and graphic distribution of ice crystals by sizes are given. The direct proportional dependence of the dispersion of ice crystals on the mass fraction of fat in the ice-cream plombiris determined, which is important while formation and stabilization of the structure of this product.

Keywords: the ice-cream plombir, ice crystals, dispersity

Введение. Высокое качество мороженого в России неизменно связывают с мороженым пломбир, производство которого в настоящее время составляет более 50 %.

Важными потребительскими характеристиками мороженого являются кремообразная консистенция и структура без органолептически ощутимых кристаллов льда. Наличие мелких кристаллов льда в мороженом необходимо для обеспечения их быстрого таяния и создания гладкой текстуры (ощущений при разжевывании). Как правило, размер кристаллов льда бывает разным и варьирует от нескольких мкм до более, чем 100 мкм. Порогом органолептической ощутимости кристаллов льда в последнее время считают величину 50 мкм.

В ходе фризирования и закаливания в мороженом образуются многочисленные мелкие кристаллы льда, размер которых зависит от условий переработки и состава смеси для мороженого [1]. Задача этих производственных стадий – образование максимально возможного количества мелких кристаллов льда для получения гладкой текстуры, но тем самым также препятствуют изменению распределения размеров кристаллов льда в течение срока годности, поскольку, чем меньше их начальные размеры, тем больше времени требуется для возникновения органолептически ощутимых кристаллов льда [2].

На свойства кристаллов льда в мороженом влияют также тип и массовая доля ингредиентов смеси. Известно, что на органолептическое восприятие «льдистости» в ходе хранения влияет молочный жир [3]. Тенденция кристаллов льда к росту в отдельных разновидностях мороженого снижается в следующей последовательности: продукт без жира, мороженое типа молочного, сливочного и пломбира. В связи с этим, можно сделать вывод о том, что жировые шарики механически препятствуют росту кристаллов льда в мороженом, замедляя скорость рекристаллизации [4].

Несмотря на то, что в нормативных и технических документах непосредственно не нормируются размеры структурных элементов, их величина косвенно учитывается при оценке состояния структуры и консистенции мороженого. В частности, в ГОСТ 31457-2012 «Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия» в требованиях к состоянию структуры не допускается присутствие органолептически ощутимых кристаллов льда, а в требованиях к консистенции указывается ее состояние для закаленного мороженого – «плотная» [3,5].

С учетом отмеченного, во ВНИХИ проведены исследования по определению дисперсности кристаллов льда в разновидности мороженого с наиболее высокой массовой долей жира (пломбире с массовой долей жира 12 %, 15 % и 20 %). Целью исследований являлось установление влияния жировой фазы на формирование и стабилизацию структуры продукта.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования являлись мороженое пломбир с массовой долей жира 12 %, 15 % и 20 % .

Для исследования применялся современный метод определения кристаллов льда и их морфологии. Метод включает микрофотографирование объектов исследования встроенной фотокамерой светового микроскопа при температуре не выше минус 18 °С, определение размеров кристаллов льда и математический расчет распределения кристаллов льда по размерам. Использовали подключенный к ПК световой микроскоп Olympus CX 41 с фотокамерой и термо-крио- столиком PE 120. Исследование проводили при увеличении $\times 100$. Каждый образец исследовали не менее чем в 3-х кратной повторности со съемкой не менее 5 кадров в каждой повторности. Полученные изображения обсчитывали в программе ImageScore M.

Обсуждение результатов. В условиях экспериментальной лаборатории изготовлены экспериментальные партии мороженого пломбир с массовой долей жира 12 % (образец 1), 15 % (образец 2) и 20 % (образец 3), соответствующие требованиям ГОСТ 31457-2012 «Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия». Закаливание образцов происходило в холодильной камере с температурой не менее минус 30 °С в течение 36 часов, хранение образцов – при температуре минус 18 °С.

Исследование кристаллов льда проводили после закаливания образцов, через 1 месяц и 4 месяца хранения.

Размер и морфология кристаллов льда в значительной степени сказывается на органолептических показателях продукта. Исследования показали, что во всех экспериментальных образцах после закаливания формируются мелкие, органолептически не ощутимые (менее 50 мкм) кристаллы льда (табл.).

По результатам исследований, приведенных в табл., видно, что в мороженом с массовой долей жира 20 % формируются наиболее мелкие кристаллы льда, средний размер их через 4 месяца хранения не превысил значения 25 мкм.

Дисперсность структурных элементов в мороженом при хранении предопределяет их исходное состояние. В частности, размер кристаллов льда зависит от числа центров зародышеобразования (нуклеации).

Учитывая в мороженом пломбир высокую дисперсность жира и его массовую долю, можно предположить, что частицы жира в этом продукте, в отличие от нежирных или маложирных разновидностей мороженого способны обеспечить высокий уровень нуклеации. Повышение массовой доли жира от 12 % до 15 % и 20 % приводит к снижению среднего размера кристаллов льда на 9 % и 26 %, соответственно. Количественная доля кристаллов льда до 50 мкм через 4 месяца хранения во всех образцах составила 96-98 %. Микрофотографии кристаллов льда в мороженом пломбир представлены на рис. 1.

Таблица – Дисперсность кристаллов льда в мороженом пломбир в процессе хранения

Наименование образца	Кристаллы льда		
	Средний размер, мкм	Доля, %, с размером	
		до 50 мкм	до 70 мкм
Образец 1: после закаливания	33	90	97
через 1 месяц хранения	31	97	100
через 4 месяца хранения	34	96	100
Образец 2: после закаливания	32	89	98
через 1 месяц хранения	34	95	98
через 4 месяца хранения	31	96	100
Образец 3: после закаливания	27	94	99
через 1 месяц хранения	26	95	99
через 4 месяца хранения	25	98	100

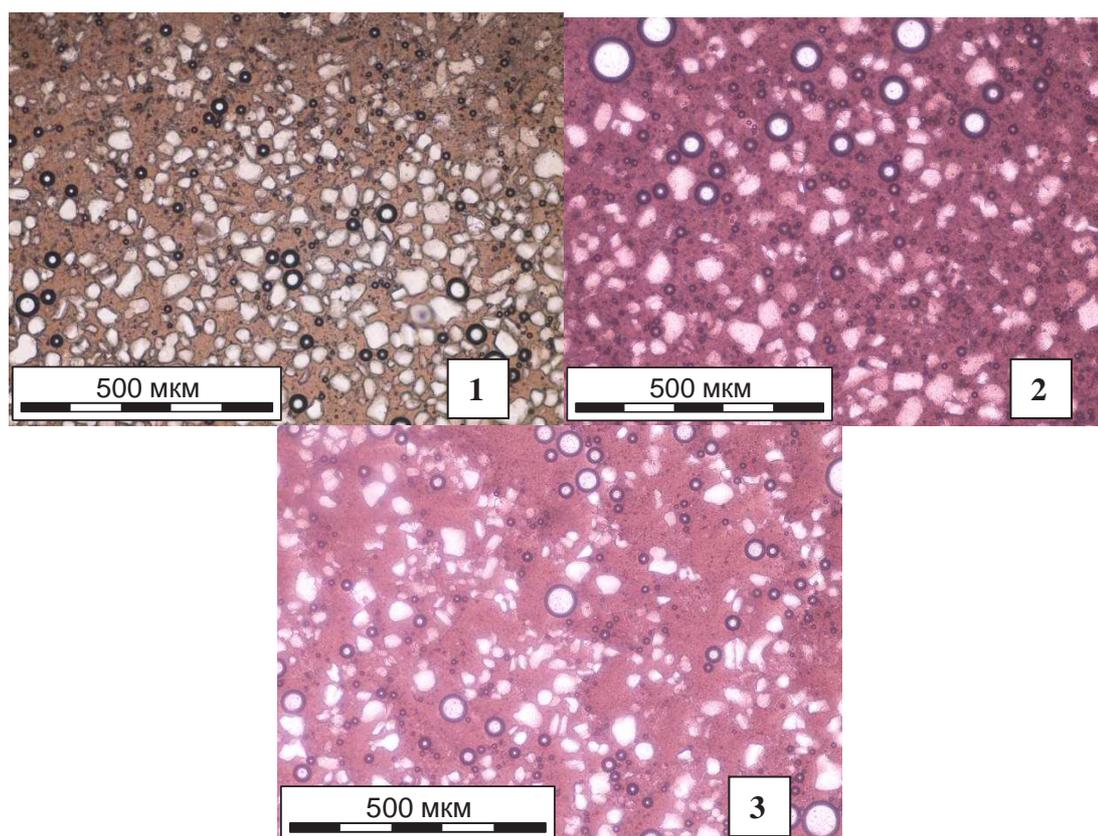


Рис.1. Микрофотографии кристаллов льда в мороженом через 4 месяца хранения:
1 – образец 1; 2 – образец 2; 3 – образец 3

Наиболее достоверное представление о распределении кристаллов льда по размерам дает графическая обработка результатов исследований.

На рис. 2 приведены кривые распределения кристаллов льда по размерам.

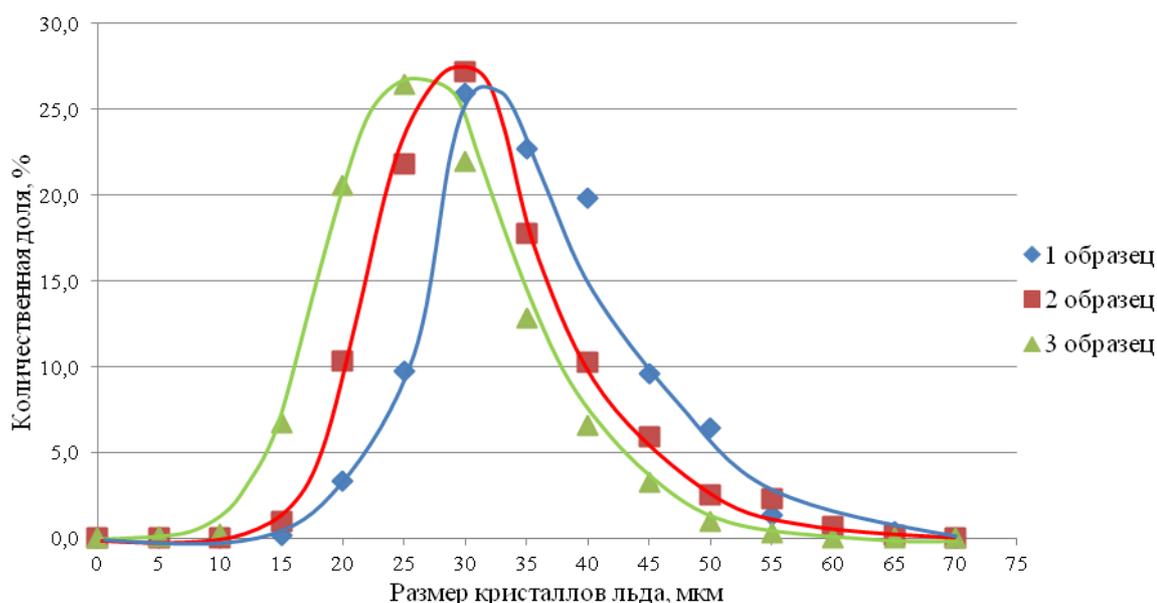


Рис. 2. Распределение кристаллов льда по размерам в мороженом пломбир в процессе хранения при температуре минус 18 °С

Как следует из данных, приведенных на рис. 2, во всех разновидностях мороженого пломбир достигнута высокая дисперсность кристаллов льда. О некотором снижении дисперсности этих структурных элементов свидетельствует перемещение пика синусоиды по оси X вправо. Пика синусоиды соответствуют значения размеров кристаллов льда для мороженого с массовой долей жира 12 %, 15 % и 20 % соответственно 32, 30 и 25 мкм.

Выводы. В результате исследований установлено, что жировая фаза в мороженом пломбир оказывает положительное влияние на формирование и дисперсность кристаллов льда, оцениваемую по показателям «средний размер кристаллов льда», «доля кристаллов льда до 50 мкм» и графическому распределению кристаллов льда по размерам. Результаты исследований дают возможность предположить о влиянии частиц жира на процесс нуклеации, что важно учитывать при решении вопросов стабилизации структуры мороженого.

Литература

1. Aleong, J. Ice recrystallization inhibition in ice cream by propylene glycol monostearate // J. Food Sci. – 2008– 73(9) – P. 436- 468.
2. Гофф, Г.Д. Мороженое / Г.Д. Гофф, Р.У. Гартел. – СПб.: Профессия, 2016. – 540 с.
3. Творогова, А. А. Состояние кристаллов льда в традиционном мороженом при хранении / А.А. Творогова, Т.В. Коновалова, А.В. Спиридонова, И.А. Гурский // Молочная промышленность. – 2016. – № 8. – С. 57-58.
4. Adleman, R. Lipid crystallization and its effect on the physical structure of ice cream // Crystallization processes in fast and lipid systems / Garti N., Sato K. (eds). – NY: Marcel Dekker, 2001. – P. 381-427.
5. Оленев, Ю.А. Справочник по производству мороженого / Ю.А. Оленев, А.А. Творогова, Н.В. Казакова, Л.Н. Соловьева. – М.: ДеЛи Принт. – 2004. – 798 с.

УДК 663.918.13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЖИРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОНФЕТНЫХ МАСС

Линовская Н.В., канд. техн. наук, Мазукабзова Э.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (Москва)

Реферат. Представлены результаты исследования кристаллизационных свойств жиров, используемых в производстве конфетных масс. Рекомендовано учитывать различия в показателях застывания жиров при формировании и охлаждении конфетных масс. Обоснована целесообразность применения автоматического метода контроля показателей качества жировой продукции.

Ключевые слова: жир, характеристика кристаллизации, метод определения, качество конфетных масс

Summary. Results of a research of crystallizational properties of the fats used in production of candy masses are presented. It is recommended to consider differences in indicators of hardening of fats at formation and cooling of candy masses. The expediency of application of an automatic control method of indicators of quality of fatty production is proved.

Key words: fat, characteristic of crystallization, definition method, quality of candy masses

Введение. Для производства конфетных масс широко используются различные жировые продукты. Основными технологическими параметрами жиров признаны температура полного расплавления и кристаллизационные свойства (температура застывания и продолжительность кристаллизации). При этом вопрос объективной оценки качества масла какао, твердых жиров и их смесей – один из важнейших в кондитерском производстве [1,2].

Объекты и методы исследований. В работе были изучены образцы: масло какао, жиры – заменители масла какао лауринового типа, сливочное масло и заменители молочного жира. Исследование выполняли экзотермическим калориметрическим методом на автоматизированном приборе.

Обсуждение результатов. Конфетные массы на основе жиров относятся к дисперсным системам, в которых дисперсной фазой являются микрокристаллы сахара и/или твердые частицы какао, злаковых или бобовых культур, а дисперсионной средой – смесь жиров.

Основным фактором, обуславливающим требуемое качество конфетных масс, является создание условий для полной и интенсивной кристаллизации жировой фазы. Жировая фаза обладает рядом специфических особенностей, которые придают конфетным массам характерный вкус, однородный вид в изломе, твердую структуру и немажущую консистенцию. В рецептурах конфетных масс с различными жиродержащими компонентами могут присутствовать масло какао и его эквиваленты, жиры – заменители масла какао, кокосовое масло, молочный жир и его заменители, ореховые масла и т.п. Многокомпонентность жировой фазы конфетных масс предполагает определённые трудности в технологии их производства. Чем ниже температура застывания и чем больше время кристаллизации

жировой смеси, тем слабее кристаллизация и длительнее структурообразование кондитерских масс.

До настоящего времени для определения кристаллизационных свойств жиров, используемых в производстве кондитерских полуфабрикатов, применяли прибор Дженсена, описанный в ГОСТ Р 54652-2011 Эквиваленты масла какао, улучшители масла какао SOS-типа, заменители масла какао POP-типа. Метод определения температуры застывания. При этом исследование характеристики кристаллизации жира на приборе Дженсена – трудоёмкая и продолжительная операция, а результаты определения во многом зависят от температуры окружающей среды, технических особенностей прибора и квалификации оператора.

За последние годы в области совершенствования теххимического контроля кондитерского производства проделана большая работа. Изменения физических характеристик в ходе анализа (например, выделение тепла) делают возможным применение объективных (с помощью современных приборов) методов исследования.

Особого внимания заслуживает прибор автоматического контроля «MultiTherm» (фирма «Buhler», Швейцария) – измеритель характеристики кристаллизации жира и темпериндекса шоколадных полуфабрикатов.

В процессе стандартного охлаждения образца при 17 °С измеряется и оценивается температурный профиль с течением времени (рис.1). В результате измерения получают кривые охлаждения, которые предоставляют информацию о процессе кристаллизации образца: температуре и времени начала зарождения центров кристаллизации, температуре застывания, продолжительности кристаллизации и коэффициенте кристаллизации по Бюлер, который является комплексным показателем процесса кристаллизации. Чем ниже коэффициент кристаллизации по Бюлер, тем хуже кристаллизационные свойства жира.

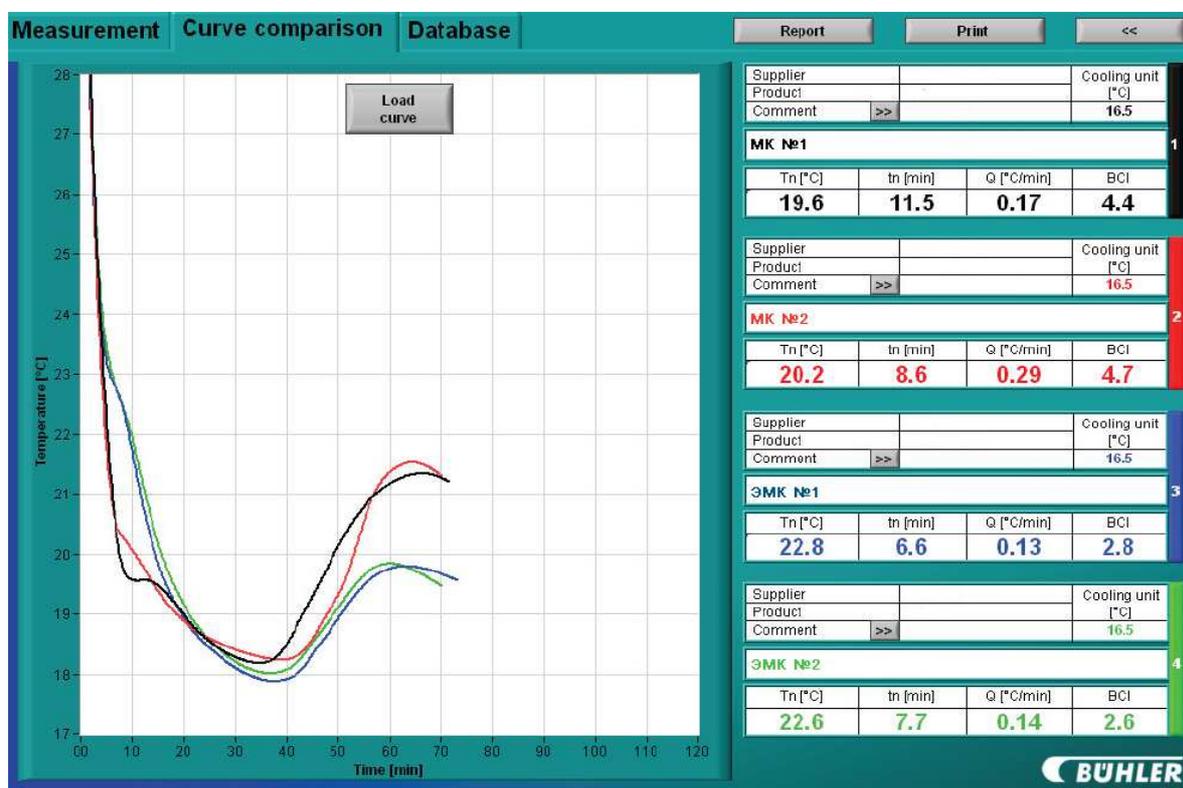


Рис.1. Электронный журнал экспериментальных данных

В табл. приведены результаты исследования характеристик кристаллизации различных жировых продуктов.

Таблица – Результаты исследования характеристик кристаллизации различных жировых продуктов на приборе «MultiTherm»

№ п/п	Температура зарождения центров кристаллизации (T_n , °C)	Время зарождения центров кристаллизации (t_n , мин)	Температура застывания (T_{max} , °C)	Время кристаллизации (t_{max} , мин.)	Коэффициент кристаллизации по Бюлер ВСІ
Масло какао					
1	20,2	8,6	21,5	64,3	4,7
2	19,6	11,5	21,3	66,2	4,4
3	20,9	7,5	20,6	68,2	3,6
4	19,9	9,2	20,6	69,2	3,5
Эквиваленты масла какао					
5	21,3	7,9	19,6	74,6	2,8
6	22,8	7,7	19,7	72,0	2,6
7	22,6	7,8	19,7	73,0	2,5
8	22,7	6,9	19,7	74,1	2,8
Жиры – заменители масла какао лауринового типа					
9	24,6	4,6	29,3	12,9	11,8
10	21,7	6,9	28,0	16,9	13,0
11	25,5	4,6	29,6	10,4	11,8
12	24,2	4,6	29,4	13,1	12,3
Масло сливочное					
13	18,0	13,2	18,6	48,1	1,0
14	21,6	7,5	19,1	35,5	1,6
15	18,4	14,3	18,7	36,0	0,9
16	17,8	18,4	18,2	38,9	0,5
Заменители молочного жира					
17	20,3	11,4	20,7	16,8	2,3
18	20,8	10,5	21,2	15,9	2,7

Как видно из данных табл., характеристика кристаллизации различных групп жиров отличается. Диапазоны температуры застывания и продолжительности кристаллизации составляют: для масла какао – (20,6÷21,5) °C и (64,3÷69,2) мин., эквивалентов масла какао – (19,6÷19,7) °C и (72,0÷74,6) мин., жиров-заменителей масла какао лауринового типа – (28,0÷29,6)°C и (10,4÷16,9) мин., сливочного масла – (18,2÷19,1) °C и (35,5÷48,1) мин., заменителей молочного жира – (20,7÷21,2) °C и (15,9÷16,8) мин. соответственно.

Наиболее быстрым процессом застывания характеризуются жиры-заменители масла какао лауринового типа (рис.2), так как имеют наибольшую температуру зарождения центров кристаллизации (21,7÷25,5) °C, наименьшее время зарождения центров кристаллизации – (4,6÷6,9) мин., а коэффициент кристаллизации по Бюлер составляет (11,8÷13,0). Сливочное масло и молочный жир кристаллизуются при низких температурах –

(17,8÷21,6) °С, а время зарождения центров кристаллизации и коэффициент кристаллизации по Бюлер составляют (7,5÷18,4) мин. и (0,5÷2,7) соответственно.

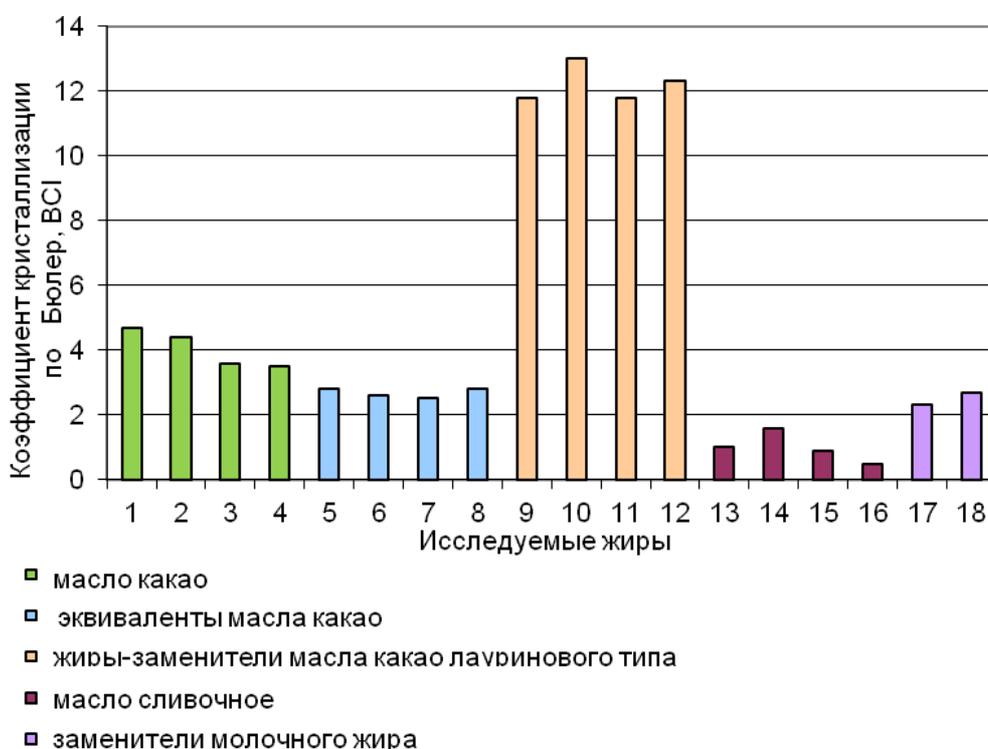


Рис. 2. Сравнительная характеристика кристаллизации жиров

Выводы. Исследования кристаллизационных свойств жировых продуктов с помощью экзотермического калориметрического анализа позволили установить, что жиры обладают разными показателями застывания. Следовательно, это необходимо учитывать при выборе режимов формования и охлаждения кондитерских масс, выработанных на их основе.

Полученные экспериментальные данные можно считать достоверными, объективными и охарактеризовать определение кристаллизационных свойств жиров на приборе «MultiTherm», как автоматизированный упрощенный экспресс-метод.

Литература

1. Минифай, Б.У. Шоколад, конфеты, карамель и другие кондитерские изделия/ Б.У. Минифай; перевод с англ. под общ. науч. ред. Т.В. Савенковой. – СПб.: ИД «Профессия», 2005. – 808 с.
2. Стефен, Т. Б. Шоколад, шоколадные изделия. Сырьё, свойства, оборудование, технологии/ Т. Б. Стефен; перевод с англ. под науч. ред. Т.В. Савенковой и Л.И. Рысевой. – СПб.: ИД «Профессия», 2013. –708 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ

Каповский Б.Р., канд. техн. наук, **Пчелкина В.А.**, канд. техн. наук, **Пляшешник П.И.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (Москва)

Реферат. Рассмотрена возможность применения аппаратного входного контроля мясного сырья на автоматической линии производства мясных продуктов с применением энерго- и ресурсосберегающей технологии одностадийного тонкого измельчения блочного замороженного мяса по методу фрезерования с идентификацией и дальнейшей локализацией посторонних включений в мясе. Показана необходимость введения двух стадий контроля: контроль блока мяса для обнаружения посторонних включений; измерение содержания белка, жира, влаги в измельченном сырье. Предлагаемый автоматический входной контроль блочного замороженного мяса, обеспечивающий гарантированное высокое качество готовой продукции, выработанной по принципу «безлюдной технологии», является экономически привлекательным для производителей мясной продукции.

Ключевые слова: автоматический контроль сырья, интеллектуальная система управления, одностадийное измельчение

Summary. The possibility of using the hardware input control of meat raw materials on the automatic production line of meat products with the use of energy- and resource-saving technology of single-stage fine milling frozen meat blocks with the identification and further localization of foreign inclusions in the meat is considered. The necessity of introduction of two control stages is shown: control of meat block for detection of foreign inclusions; measurement of protein, fat, moisture in the crushed raw materials. The offered automatic input control of frozen meat blocks which ensures the guaranteed high quality of the finished products developed on the principle of "unoccupied technology" is economically attractive for meat producers.

Key words: automatic control of raw materials, intelligent control system, single-stage milling

Введение. В Указе Президента РФ № 642 от 01.12.2016 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» отмечено, что «в ближайшие 10-15 лет приоритетами научно-технического развития Российской Федерации следует считать переход к передовым интеллектуальным производственным технологиям, эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания» [1]. В соответствии с этим актуальным вопросом является разработка интеллектуальных систем управления технологическими процессами, в том числе при производстве мясных продуктов, где ключевую роль играет контроль поступающего сырья.

В мировой практике применяют различные методы дистанционного контроля мяса, в том числе при поточной переработке сырья в режиме реального времени. Цели контроля могут быть разные, следовательно, используют аппаратуру, работающую на разных физических принципах получения и обработки поступающей информации. Оценку качества мясных продуктов производят с использованием электрофизических методов, в частности, электромагнитных волн различных участков спектра излучения (инфракрасного, ультрафиолетового и рентгеновского излучений), ядерно-магнитного резонанса и др. [2, 3]. Приведем несколько примеров аппаратного оформления контроля мясного сырья.

Датская компания Carometec предлагает систему автоматизированной категоризации туш – Carometec AutoFom III. Данная система осуществляет автоматическое ультразвуковое сканирование свиных туш с получением подробной параметрической трехмерной модели и выдает итоговое процентное содержание мышечной ткани и толщину шпика. Получаемые таким образом цифровые данные входного учета передаются в информационную систему производственного уровня для последующей сортировки туш в соответствии с разработанными технологическими критериями. Максимальная производительность установки — 1200 туш в час [4].

Компания Ishida Europe предлагает рентгеновское оборудование, с помощью которого стало возможным обнаружение самых мелких костных частиц в продуктах из мяса птицы. Если обычная система рентгеновского контроля получает изображение постороннего включения с использованием лучей только от одного источника энергии, то модель от Ishida IX-G2 производит рентгеновские лучи от двух источников энергии [5]. Это дает возможность получить два разных изображения, сравнить их при помощи программного обеспечения машины, и, как следствие, увеличить эффективность определения посторонних частиц с различной плотностью, например, костный остаток в мясной продукции (вплоть до размера 3-4 мм). Установка способна обнаружить костные фрагменты даже в упакованном сырье, где продукт уложен внахлест.

Такое оборудование обеспечивает контроль за качеством филе из куриной грудки и бедер для компании Nortura – крупнейшего поставщика мяса и яиц в Норвегии, и позволяет воплотить идею автоматизации производства. В этом случае ручной труд и контакт человека с продуктом сведены к минимуму (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Установка Ishida IX-G2 на линии производства компании Nortura



Рис. 2. Скриншот программы рентгеновской установки Ishida IX-G2

Отличительной чертой интеллектуального управления технологическим процессом является возможность системной обработки знаний [6]. Измельчение сырья по методу фрезерования, предложенному ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова, может предусматривать полную автоматизацию технологического процесса производства мясных продуктов по принципу «безлюдной технологии». Интеллектуальная система управления (ИСУ) одностадийным процессом тонкого измельчения замороженного мясного сырья строится в соответствии со следующими принципами [7]:

1. Информационное взаимодействие ИСУ с окружающей средой посредством первичных датчиков при использовании каналов связи. Так, система получает информацию о температуре сырья непосредственно перед измельчением, определяет основные режимные

параметры процесса измельчения – скорость резания мяса многолезвийным инструментом и скорость подачи сырья в зону измельчения.

2. Прогнозирование изменений окружающей среды и собственного поведения системы. В данном случае ИСУ рассчитывает прогноз получения мясной стружки с определенным характерным размером на основе математической модели процесса измельчения по методу фрезерования с учетом неоднородности исходного сырья.

3. Система совершенствует собственное поведение, обучаясь в процессе работы. ИСУ накапливает статистическую информацию о процессе измельчения, уточняя прогнозные значения оценок математического ожидания и дисперсии размеров частиц измельченного мяса.

На указанных принципах может быть построена ИСУ технологическим процессом выработки мясных фаршей на автоматической линии с применением одностадийного измельчения сырья.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являлась ИСУ, которая показана на рис. 3.

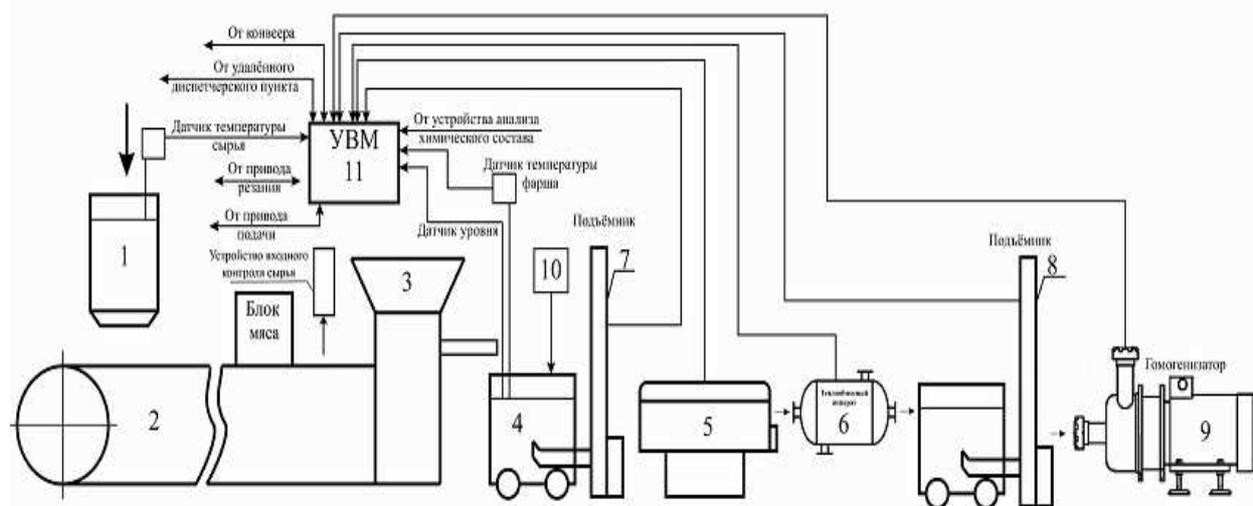


Рис. 3. Конфигурация ИСУ выработки мясного фарша

Блоки замороженного мяса из питающего бункера 1 конвейером 2 транспортируются к фрезерному измельчителю 3. Измельченное сырье из тележки 4 подъемником 7 загружается в рецептурную мешалку 5. После перемешивания рецептурная масса нагревается в теплообменнике 6 и подъемником 8 загружается в гомогенизатор 9. ИСУ (блок 10) контролирует температуру сырья, химический состав измельченного мяса (содержание воды, белка, жира; pH), его температуру. Кроме того, ИСУ контролирует процесс измельчения сырья во фрезерном измельчителе, поддерживая заданную степень измельчения. Система управления прогнозирует средний размер мясной стружки на выходе измельчителя и определяет границы диапазона отклонений от этого размера. Анализируя эту информацию, а также данные экспресс-анализа химического состава измельченного мяса, его температуру, ИСУ выбирает оптимальный режим смешивания фарша в рецептурной мешалке для обеспечения заданного качества конечного мясного продукта. Технологическим процес-

сом выработки консервной массы управляет УВМ 11 (управляющая вычислительная машина – промышленный компьютер либо программируемый логический контроллер).

На рис. 3 показано устройство входного контроля замороженных блоков мяса, поступающих из морозильных камер длительного хранения сырья на переработку. Необходимость контроля обусловлена возможностью нахождения непищевых компонентов в блочном мясе, таких как металлические, древесные и иные посторонние предметы, попавшие в сырье в процессе формования и замораживания мяса, фрагменты упаковочного материала, не удаленные при распаковывании блоков, щетина, костные включения и др. Эти контрольные операции должны быть произведены на стадии транспортирования блоков мяса в зону измельчения фрезерной машины (позиция 3 на рис. 3).

Обсуждение результатов. В отечественной практике при переработке блочного замороженного мяса применяют сплошной контроль блоков с использованием ручного труда. Сырье размораживают, вручную перебирают с визуальным осмотром и отправляют на первую стадию измельчения в волчке. Такой входной контроль сырья имеет ряд существенных недостатков. Человек, в силу своих ограниченных физиологических возможностей, при визуальном осмотре размороженного мяса может не заметить небольших посторонних включений и, следовательно, не изъять их из сырья, подлежащего переработке. Размораживание блоков мяса в дефростерах является энергозатратным процессом, что приводит к дополнительным издержкам и увеличению себестоимости продуктов детского питания. Ручной осмотр мяса требует привлечение рабочей силы, производственных площадей для организации такого осмотра, временных затрат. Эти факторы не позволяют интенсифицировать производственный процесс и снижают его экономическую эффективность. Кроме того, вследствие увеличения числа контактов сырья с непищевыми средами при его осмотре может возрасти вероятность обсеменения мяса микрофлорой. Это снижает санитарное благополучие готовой продукции.

Для компенсации указанных рисков рассмотрена возможность комплектации автоматической линии, представленной на рис.3, установкой непрерывного входного контроля сырья в режиме реального времени. Для аппаратурного оформления такого контроля предложена установка, аналогична установке фирмы Foss – Meat Master II [8].

Анализатор Meat Master II (рис. 4) предназначен для оперативного определения параметров мяса, пропускаемого через аппарат с помощью встроенного конвейера.

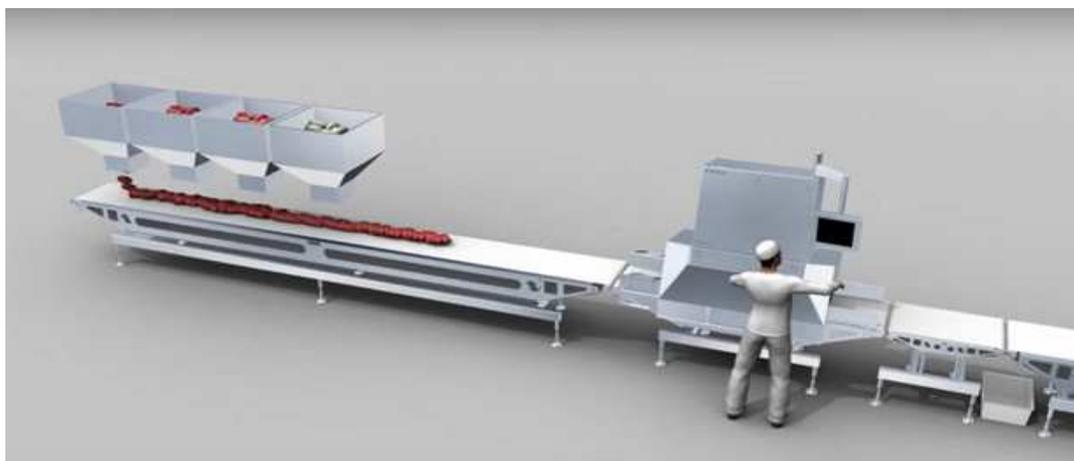


Рис. 4. Установка контроля мясного сырья фирмы Foss

К контролируемым параметрам сырья относятся: содержание жира, вес, наличие посторонних включений. Этот анализатор может использоваться в поточном производстве

при сканировании до 38 тонн мяса в час. Рентген обеспечивает сканирование 100 % мяса, проходящего через контрольную зону аппарата. Мясо может быть замороженным или охлажденным в диапазоне температур от минус 20 °С до плюс 35 °С. Может применяться упаковка сырья в пластмассовые лотки, картонные коробки (рис. 5) или производиться выкладка сырья непосредственно на конвейер без упаковки.

Анализатор выявляет посторонние включения с плотностью выше 1,7 г/см³, в том числе металлические включения размером до 3 мм; кости, стекло и другие посторонние включения размером (9-10) мм.



Рис. 5. Мясо, упакованное в картонную коробку, на конвейере анализатора Meat Master II

Обычно установку Meat Master II используют в целях: контроля содержания жира в триммингах; стандартизации партий при производстве любых видов мяса второго сорта или мясных продуктов; сортировки вырезки (свиной грудинки, окороков); контроля качества закупаемой продукции. Важно отметить, что весь процесс измерений может быть полностью автоматизирован, а программное обеспечение анализатора позволяет не только измерять содержание жира в сканируемом сырье, но также рассчитывать среднее содержание жира в объеме партии, произведенном на текущий момент.

Отличительной чертой рассматриваемой установки является возможность локализации (отбраковки) объема сырья, содержащего постороннее включение (выделено цветом на скриншоте, рис. 6).

Именно такой должна быть реакция системы входного контроля на идентификацию содержания постороннего включения в блоке замороженного мяса при работе автоматической линии по производству мясных продуктов. Однако следует отметить особенности определения параметров сырья при применении технологии одностадийного измельчения блочного замороженного мяса. Недостаточно измерять содержание жира в мясе, необходимо измерить количество белка и влаги. Результаты этих измерений будет анализировать УВМ (позиция 11 на рис. 3) при назначении рецептуры и режима смешивания фарша в мешалке (позиция 5 на рис. 3).

Измерение количества воды в сырье следует вести с учетом ее испарения в зоне контакта режущих кромок многолезвийного инструмента измельчителя и мяса в процессе измельчения. Тогда программное обеспечение УВМ должно коррелировать команду на смешивание фарша с потерей влаги в случае замера параметров мяса до измельчения, либо следует проводить указанные замеры для измельченного мяса.



Рис. 6. Идентификация и локализация посторонних включений в мясном сырье

Это усложнит контрольно-измерительную систему, так как мы вводим две стадии контроля: 1) контроль блока мяса – обнаружение посторонних включений; 2) измерение содержания белка, жира, влаги в измельченном мясе. На наш взгляд, целесообразно осуществить полный контроль сырья в виде замороженного блока с разработкой соответствующего программного обеспечения для УВМ.

Также следует соотнести предельные размеры и вид возможных посторонних включений в сырье с возможностью их аппаратного обнаружения, то есть определить требуемую разрешающую способность анализатора. Нельзя исключить, что в этой связи потребуется использовать другой вид излучения, например ультразвуковые волны.

Выводы. Очевидно, что использование оборудования для организации входного контроля блочного мяса на автоматической линии приведет к необходимости дополнительных капитальных вложений. Однако применение энерго- и ресурсосберегающей одностадийной технологии тонкого измельчения мясного сырья по методу фрезерования обеспечивает значительную экономию денежных средств вследствие исключения из технологической цепочки дорогостоящих машин предварительного измельчения мяса. Учитывая это, следует ожидать, что в конечном итоге автоматический входной контроль блочного замороженного мяса, обеспечивающий гарантированное высокое качество готовой продукции, выработанной по принципу «безлюдной технологии», окажется экономически привлекательным для производителей мясной продукции.

Литература

1. Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
2. Пляшешник, П.И. Сырье под полным контролем / П.И. Пляшешник, С.Н. Глебчев, С.С. Шихов // Мясная индустрия. – 2015. – №1. – С.37-39.
3. Горбунова, Н.А. Неразрушающие методы контроля качества мяса и мясных продуктов // Н.А. Горбунова. – Все о мясе. – 2014. – №3. – С. 44-47.
4. AutoFom III Fully Automatic Ultrasonic Carcass Grading [Электронный ресурс]. URL: <http://www.carometec.com/products/item/autofom-III> (Дата обращения: 18.04.2018).
5. Hahnenkamp, H. Fur jeden Messpunkt zwei Werte // Fleischwirtschaft. – 2016. – №2. – P.50-51
6. Савин, М.М. Теория автоматического управления / М.М. Савин, М.М. Елсуков, О.Н. Пятин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 469 с.
7. Лисицын, А.Б. Интеллектуальная система управления качеством мясных фаршей / А.Б. Лисицын, В.И. Ивашов, А.Н. Захаров, Б.Р. Каповский, О.Е. Кожевникова // Все о мясе. – 2013. – №6. – С.32 – 38.
8. MeatMaster™ II [Электронный ресурс]. URL: <http://www.foss.ru/industry-solution/products/meatmaster> (Дата обращения: 12.04.2018).

УДК 637.524.24:543.92

ИССЛЕДОВАНИЕ ВКУСОАРОМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАРЕННЫХ КОЛБАС С ДОБАВЛЕНИЕМ МОЛОТЫХ ПРЯНОСТЕЙ И ИХ ЭКСТРАКТОВ

Кузнецова Т.Г., д-р.вет.наук, Лазарев А.А., канд.техн.наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (Москва)

Реферат. Изучена динамика запаха в процессе хранения модельных образцов вареных колбас (выработанных с молотым черным перцем и экстрактом черного перца) с использованием мультисенсорного, масс-спектрометрического и органолептического анализа. На основе полученных данных установлено, что значительное снижение интенсивности запаха в образцах с экстрактом черного перца наблюдается после 7 суток хранения. Показана возможность использования органолептического и инструментального методов исследования для оценки качества вареных колбас в процессе хранения и установления сроков годности.

Ключевые слова: вареные колбасы, оценка качества, хранение, масс-спектрометрический анализ, ароматобразующие соединения, «электронный нос»

Summary. The odor dynamics during storage of the cooked sausage model samples (produced with ground black pepper and the black pepper extract) was studied using the multi-sensor, mass-spectrometric and organoleptic analyses. According to the obtained data, a significant decrease in the odor intensity in the samples with the black pepper extract was observed after 7 days of storage. The possibility of using the organoleptic and instrumental methods of investigations to assess cooked sausage quality during storage and establish shelf life was demonstrated.

Keywords: cooked sausages, quality assessment, storage, mass-spectrometric analysis, aroma forming compounds, electronic nose

Введение. Традиционным методом контроля качества пищевых продуктов является органолептический анализ, включающий в том числе, оценку вкуса и запаха. Объективизация качественных оценок органолептических показателей с помощью количественных данных, полученных с помощью аналитических методов, открывает широкие перспективы для исследований.

Запах – один из основных показателей качества пищевых продуктов, который формируется комплексом более чем из 400 летучих веществ. На вкусо-ароматические свойства мясной продукции существенное влияние оказывает качество сырья, вспомогательных ингредиентов, пряностей, комплексных пищевых добавок, продолжительность хранения, вид упаковки и т.д. Результаты многочисленных конкурсов мясной продукции показывают, что снижение органолептической оценки представленных образцов связано, в первую очередь, именно с этим показателем – несвойственным запахом, негармоничным, недостаточным или чрезмерно выраженным ароматом. Анализ возможных причин, вызывающих различные дефекты запаха, осложнен тем, что его составляют разнообразные легколетучие вещества с относительно небольшой молекулярной массой [1]. Аналитические возможности современных газовых и жидкостных хроматографов и масс-спектрометров позволяют получить разнообразную информацию о запахе пищевых продуктов. Однако такие исследования являются зачастую неоправданно дорогостоящими, требуют сложной подготовки проб, больших затрат времени и химических реактивов [2]. Именно по этой

причине становятся приоритетными разработки более простых, дешевых и, самое главное, быстрых анализаторов для экспрессной оценки состава запахов пищевых продуктов в практической работе лабораторий предприятий, например, мультисенсорных аналитических систем («электронный нос»).

Приборы «электронный нос» («VOCmeter») позволяют контролировать и измерять сенсорные характеристики, в том числе ароматические свойства мясного сырья и готовой продукции, и на основании полученных данных оценивать и прогнозировать их качество [3].

В отличие от аналитических методов, органолептическая оценка считается субъективной, поскольку результаты работы дегустаторов могут зависеть от различных факторов – квалификации, опыта работы, физиологического и эмоционального состояния и др. [4] Однако это утверждение является верным только отчасти. Использование высококвалифицированных и обученных дегустаторов, современных подходов и методов оценки (например, профилльно-дескрипторного анализа), различных статистических методов проверки достоверности результатов, позволяют получить объективные и точные данные о продукте [5]. Кроме того, именно органолептические методы предоставляют информацию о реакции потребителей на органолептические характеристики продукта.

Применение комплекса инструментальных и сенсорных методов дает возможность получить максимальную информацию о сенсорных свойствах продуктов, спрогнозировать их конкурентоспособность, устанавливать влияние основного сырья, пищевых добавок на органолептические характеристики продукта и на основе полученных данных повышать уровень качества выпускаемой продукции [6].

В связи с этим, представляет интерес оценить возможность комплексного использования инструментальных и сенсорных методов для изучения динамики запаха вареных колбасных изделий с добавлением пряностей и их экстрактов в процессе хранения.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследования использовали модельные образцы, выработанные по рецептуре вареной колбасы «Докторская» (пряности были представлены перцем или экстрактом черного перца) и упакованные в полиамидную оболочку. Образцы вареных колбас хранили при температуре 4 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 70-75 % в течение 21 сут. Отбор образцов для исследования проводили после выработки, на 7, 14 и 21 сут.

Органолептическую оценку образцов колбас проводили с помощью дегустационной комиссии методом профилльно-дескрипторного анализа. Разработку словаря дескрипторов производили в соответствии с процедурами, рекомендованными ГОСТ 33609-2015 «Мясо и мясные продукты. Органолептический анализ. Идентификация и выбор дескрипторов для установления органолептических свойств при многостороннем подходе». Интенсивность дескрипторов оценивалась дегустаторами по линейной структурированной шкале. Статистическую обработку данных проводили с использованием приложений Microsoft Office Excel 2007 и Statistica 7.0. Для оценки динамики качественного состава и количественного содержания летучей фазы колбас использовали мультисенсорную систему «VOCmeter» фирмы «AppliedSensor» (Германия), включающую восемь сенсоров QMB и четыре сенсора MOS [5]. Состав летучих компонентов образцов мясного сырья определяли с помощью газового хроматографа HP 7890, детектирование осуществляли с использованием масс-селективного детектора MSD 5975C с программным обеспечением Entanced MSD ProductivityChemStation. Состав жирных кислот исследовали газовой хроматографией по модифицированному методу ISO 5509-1978.

Обсуждение результатов. Изучение динамики запаха в процессе хранения модельных образцов колбас проводили в несколько этапов.

Результаты мультисенсорного анализа модельных образцов колбас (1 этап), выработанных с молотым черным перцем и экстрактом черного перца, приведены на рис. 1. Сравнительный анализ показал, что запах образцов с экстрактом черного перца после выработки, характеризовался большей интенсивностью аромата (на 2,0 %) по сравнению с образцами с черным перцем. Однако после 7 суток хранения интенсивность запаха образцов имела противоположную тенденцию – площадь «визуального отпечатка» колбас с черным перцем была больше, чем у колбас с экстрактом черного перца на 6,1 %. Такая динамика, как видно на рис.1, сохранилась на 14 и 21 сутки.

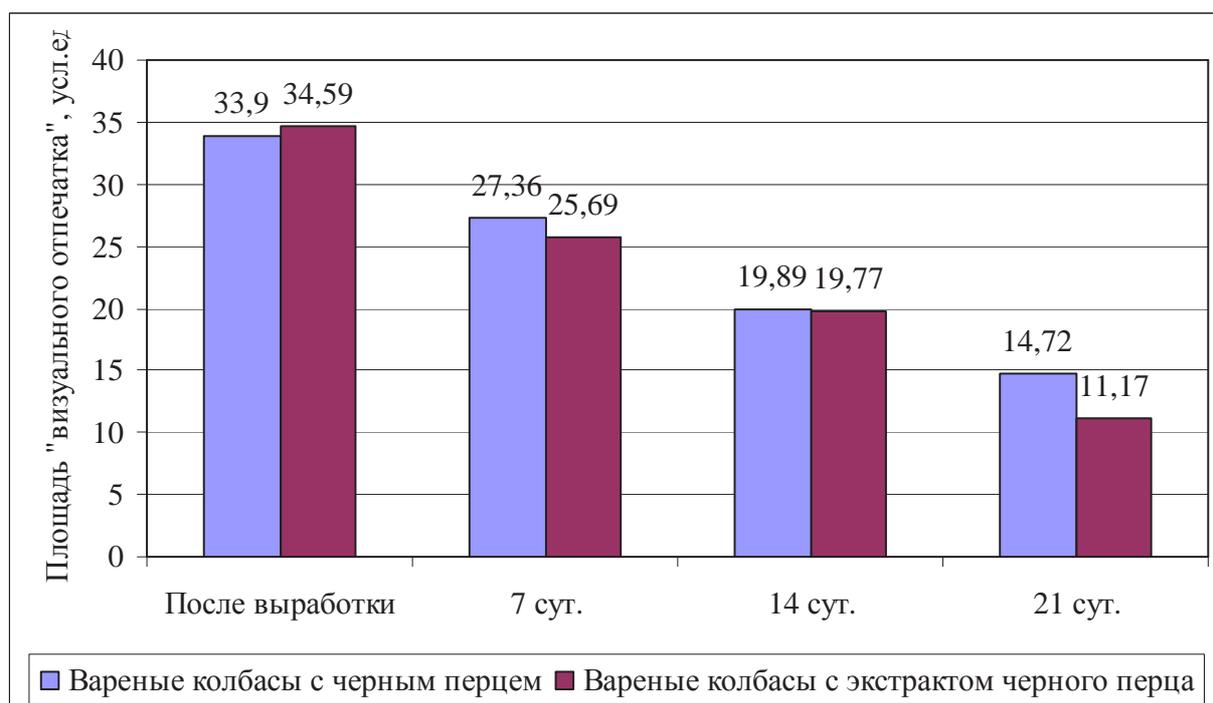


Рис.1. Динамика запаха модельных образцов вареных колбас в процессе хранения

Результаты ХМ-спектрометрии (2 этап), подтверждающие данные мультисенсорных исследований, показали, что после выработки формирование более интенсивного запаха образцов с экстрактом черного перца обусловлено содержанием простых и сложных эфиров и спиртов, количество которых резко снижается в последующие сроки хранения. В образцах с черным перцем также наблюдается понижение интенсивности аромата в процессе хранения, но значительно медленнее по сравнению с образцами колбас с экстрактом черного перца.

На заключительном этапе работы было проведено исследование органолептических свойств образцов профильно-дескрипторным методом.

Результаты профилирования модельных образцов вареной колбасы после выработки, на 7, 14 и 21 сут. и обобщенные данные сенсорного анализа запаха представлены на рис. 2-4.

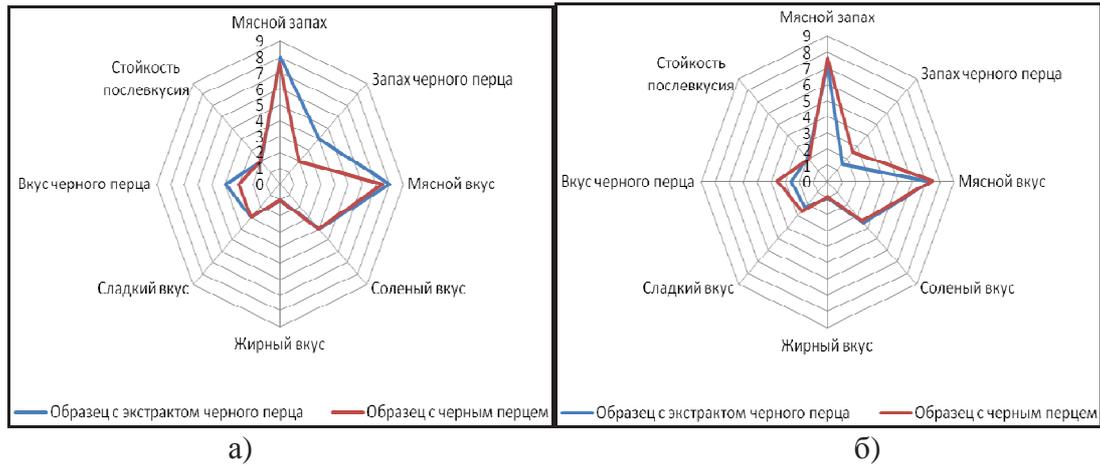


Рис. 2. Сенсорный профиль модельной вареной колбасы «Докторская»: а) после выработки; б) 7 сут. хранения

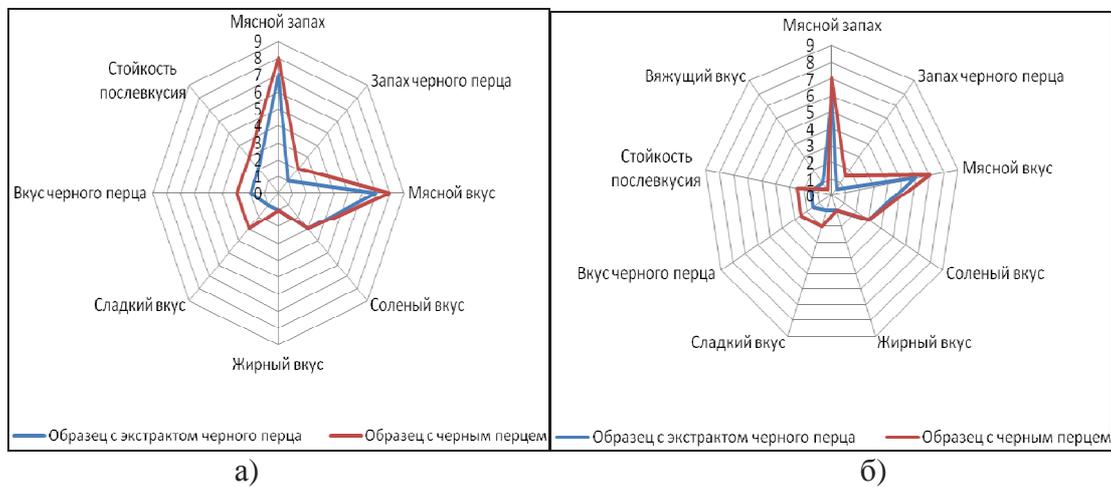


Рис. 3. Сенсорный профиль модельной вареной колбасы «Докторская»: а) 14 сут.; б) 21 сут. хранения

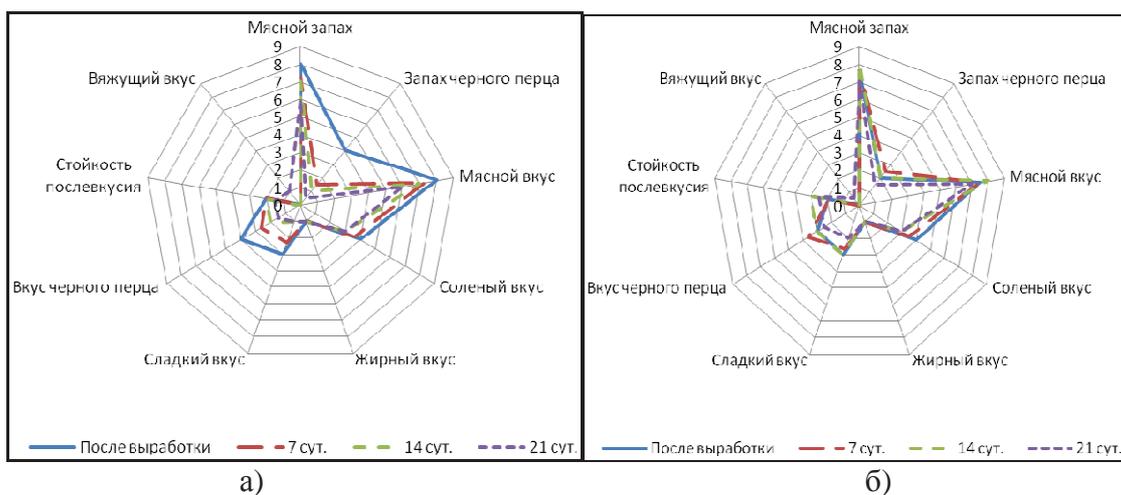


Рис. 4. Сенсорный профиль модельных образцов вареной колбасы «Докторская» в процессе хранения: а) с экстрактом черного перца; б) с черным перцем

Анализ результатов описания сенсорных характеристик модельных образцов в процессе хранения показал, что в образцах с добавлением экстракта черного перца отмечается

постепенное снижение интенсивности характеристик, особенно ключевых дескрипторов (вкуса и запаха черного перца). При этом значительные изменения в оценках интенсивности (по некоторым дескрипторам) отмечены уже после 7 суток хранения, что согласуется с результатами мультисенсорного анализа. По данным дегустаторов, к этому сроку хранения запах черного перца уменьшился почти в 3 раза (2,5 балла), а вкус в 1,5 раза (1,4 балла). Также значительные изменения наблюдаются в отношении сладкого вкуса и частично мясного вкуса и запаха. Нисходящая динамика восприятия интенсивности дескрипторов также наблюдается и в образцах с добавлением черного перца, однако в этом случае не отмечается резкого снижения восприятия дескрипторов в процессе хранения. Так, интенсивность ключевых дескрипторов - вкуса и запаха черного перца к 21 суткам хранения уменьшилась только на 0,5 балла. Интенсивность мясного вкуса и запаха изменилась всего на 0,5-0,6 балла, что в сравнении с образцами с экстрактом черного перца можно считать незначительной. Такая динамика позволяет предположить, что существует положительная взаимосвязь восприятия мясного вкуса и запаха и вкуса и запаха черного перца. Данную динамику подтверждает дескриптор стойкость послевкусия, интенсивность которого возрастает в образце с черным перцем к 21 суткам хранения. В целом, можно отметить, что спектр идентифицируемых сенсорных характеристик при хранении практически не изменился. Единственным негативным дескриптором, который дегустаторы выявили на 21 сутки хранения, являлся вяжущий вкус, однако его интенсивность была незначительной.

Выводы. Полученные в результате проведенной работы данные позволяют понять причину образования дефектов запаха вареных колбас и описать динамику изменения ароматических свойств в процессе хранения. Данные мультисенсорного и профильно-дескрипторного анализа могут быть положены в основу методики определения сроков годности вареных колбасных изделий профильно-дескрипторным методом анализа, а также использованы для выбора вкусо-ароматических добавок на основе определения стойкости запаха, определения взаимосвязи и особенности восприятия пряностей и экстрактов пряностей.

На основании полученных данных установлено, что комплексное использование сенсорного и инструментального методов исследования позволяют объективно и в короткие сроки решать вопросы качества продукции в процессе хранения.

Литература

1. Грень, А.И. Химия вкуса и запаха мясных продуктов. – Киев: Наук. Думка, 1985. – 100 с.
2. Zhang, Z. Electronic Nose an air sensor matrix for detecting beef Freshness / Z. Zhang, J. Iong, D. Chen // Journal of bionic Engineering. – 2008. – № 5. – P. 67-73.
3. Чернуха, И.М. Исследование возможностей использования прибора «VOCmeter» для оценки свежести мяса / И.М. Чернуха, Т.Г. Кузнецова, Е.Б. Селиванова, А.Н. Иванкин // Мясная индустрия. – 2008. – №3. – С. 49-51.
4. Stone, H. Sensory Evaluation Practices (3rd ed.) / H. Stone, J.L. Sidel. – San Diego: Elsevier Academic Press, 2004. – 378 p.
5. Лисицын, А.Б. Современные методы сенсорной оценки мясной продукции / А.Б.Лисицын, Т.Г. Кузнецова, А.А. Лазарев, И.Г. Анисимова // Все о мясе. – 2015. – № 3. – С. 26-30.
6. Кузнецова, Т.Г. Разработка словаря для создания профиля сенсорных свойств мясных кусковых консервов / Т.Г. Кузнецова, Крылова В.Б., Густова Т.В., А.А. Лазарев // Все о мясе. – 2016. – № 6. – С. 25-29.

УДК 543.544.943.3

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АНТИБИОТИЧЕСКИХ ТОКСИКАНТОВ В ПИЩЕВЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ЖИВОТНОГО СЫРЬЯ

Иванкин А.Н.^{1,2}, д-р хим. наук, Куликовский А.В.¹, канд. техн. наук,
Вострикова Н.Л.¹, канд. техн. наук, Князева А.С.¹,
Богословский С.Ю.², канд. хим. наук, Болдырев В.С.², канд. техн. наук

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН» (Москва)

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» (Москва)

Реферат. Изучен процесс селективного хроматографического определения содержания антибиотических веществ – левомицетина и замещенных тетрациклинов в присутствии и отсутствии широко применяемых в современных пищевых системах консервантов – сорбиновой и бензойной кислот с использованием специальных гетероповерхностных сорбентов, упрощающих проведение пробоподготовки при проведении серийных сертификационных анализов продукции на основе животного сырья. Определены оптимальные условия аналитического определения и показано, что использование гетероповерхностных сорбентов в пищевой сертификации позволяет проводить анализ без интерферирующего влияния примесей белков, содержание которых во всех образцах пищевых продуктов во много раз превышает уровень контаминации запрещенными к применению антибиотиков и консервантов.

Ключевые слова: хроматография, тетрациклины, левомицетин, пищевые системы, белки, пробоподготовка, животное сырье

Summary. The process of selective chromatographic determination of the content of antibiotic substances – levomycetin and substituted tetracyclines was studied in the presence and absence of sorbic and benzoic acid preservatives widely used in modern food systems, using special hetero-surface sorbents that simplify sample preparation during serial certification analysis of products based on animal raw materials. The optimal conditions for analytical determination are determined and it is shown that the use of heterosurface sorbents in food certification allows to carry out the analysis without interfering influence of impurities of proteins, the content of which in all food samples is many times higher than the level of contamination prohibited by antibiotics and preservatives.

Key words: chromatography, tetracyclines, levomycetin, food systems, proteins, sample preparation, animal raw materials

Введение. Современные технологии производства продуктов питания на основе разнообразных пищевых систем во многом основаны не только на использовании природного пищевого сырья, но и на добавлении в рецептуры различных химических веществ, которые должны вызывать пролонгацию сроков хранения. Введение консервирующих компонентов может менять вкусовые характеристики продуктов, а также, в случае использования в качестве консервантов сильных антимикробных агентов, представляет опасность для человека [1-3].

Значительное количество таких компонентов, к сожалению, вносится в мясную продукцию сознательно или попадает туда в результате неконтролируемых технологических операций. Появление Технического регламента Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» ТР ТС 034/2013 законодательно установило максимальные до-

пустимые уровни остатков наиболее опасных ветеринарных, зоотехнических препаратов, стимуляторов роста животных, в том числе гормональных препаратов, и лекарственных средств, в том числе антибиотиков, в продуктах убоя, которые должны контролироваться согласно предоставления информации об их использовании производителями. Контроль же за содержанием левомицетина (хлорамфеникола) и тетрациклиновой группы веществ должен проводиться независимым аналитическим путем в сертификационных лабораториях, поскольку эти антибиотики являются наиболее дешевыми и соответственно часто применяются в нарушение существующих норм. Они производятся в значительных промышленных масштабах и вызывают постоянный интерес у недобросовестных производителей. Так, например, большинство рыбной продукции, поступающей из Китая, подвергается поверхностной антибактериальной обработке растворами левомицетина, остаточное содержание которого может во много раз превышать установленные нормы.

Документом ТР ТС 034/2013 определены основные вещества, максимальное количество которых допускается в мясной продукции в зависимости от вида сырья, не более, мг/кг: канамицин 0,1-2,5; неомицин 0,5-5; паромомицин 0,5-1,5; спектиномицин 0,3-5; стрептомицин / дигидрострептомицин 0,5–1; цефтиофур 1–6; цефалексин 0,2–1; цефепим 0,05-0,1; цефкином 0,05-0,2; сульфаниламиды 0,1; баквипроприм 0,01-0,15; триметоприм 0,05-0,1; клавулановая кислота 0,1-0,4; линкомицин / клиндамицин 0,1-0,4; пирлимицин 0,1-0,4; тиамфеникол 0,05; флорфеникол 0,1-3; флумекин 0,2-1,5; ципрофлоксацин / энрофлоксацин / пефлоксацин / офлоксацин / норфлоксацин 0,1-0,3; данофлоксацин 0,05-0,4; дифлоксацин 0,1-1,4; марбофлоксацин 0,05-0,15; оксолиновая кислота 0,05-0,1; эритромицин 0,2; спирамицин 0,3-1; тилмикозин 0,05-1; тилозин 0,1; тилвалозин 0,05; тулатромицин 0,1-3; тиамулин 0,5; вальнемулин 0,05-0,1; рифампицин 0,1; колистин 0,15; бацитрацин 0,02-0,15; авиламицин 0,05-0,2; монензин 0,002-0,03; ласалоцид 0,005-0,05; нитрофураны < 0,1; метронидазол < 0,1; стрептотрицины 0,7; тетрациклины 0,01-0,6; пенициллины 0,05-0,3; диклазурил 0,005-3; имидокарб 0,05-1,5; толтразурил 0,1–0,5; никарбазин 0,025-0,1; робенидин 0,005-0,05; семдурамицин 0,002; наразин 0,005; мадурамицин 0,002; салиномицин 0,002; галофугинон 0,003; декоквинат 0,02; амитраз (2,4-диметоксиамфетамин) 0,1-0,4; левомицетин не допускается < 0,0003.

В этот список включены практически все противомикробные и антибиотические препараты, которые могут при неправильном применении наносить вред человеку.

Анализ левомицетина и тетрациклинов представляет непосредственный практический интерес. В реальной сертификации анализ таких веществ осуществляют хроматографическим путем с проведением достаточно сложной пробоподготовки для исключения влияния примесей белков и других естественных примесных компонентов [4].

Белки обычно мешают аналитическому определению микропримесей в пищевых системах на основе животного сырья [5].

Разработка специальных гетероповерхностных сорбентов, на поверхность которых нанесена защитная оболочка, позволяет проводить хроматографическое разделение компонентов в условиях быстрого выхода с аналитической колонки всех крупных молекул, прежде всего, интерферирующих белков, с последующим эффективным разделением целевых веществ [6–9].

Несмотря на многочисленные исследования, посвященные аналитическому определению антибиотиков, информация о методологии совместного определения левомицетина, производных тетрациклина в присутствии консервантов в литературе практически отсутствует. В связи с этим, целью работы было установить возможность использования гетероповерхностных сорбентов в практической сертификации животного сырья и продуктов на его основе.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали мясное сырье из говядины с массовой долей жира 13 %, белка 20,2 %, в массу которого шприцом вводили стандарты изучаемых веществ.

Использовали стандартные вещества и реактивы: хлорамфеникол С0378 ≥ 98 % (Sigma), тетрациклин 87128 ≥ 98 % (Sigma), хлортетрациклин С 4881 ≥ 75 % (Sigma), доксициклин D9891 ≥ 98 % (Sigma), сорбиновую кислоту S1626 ≥ 99 % (Sigma), бензойную кислоту 242381 $\geq 99,5$ % (Sigma-Aldrich), муравьиную кислоту F0507 ≥ 95 % (Sigma-Aldrich), метанол HPLC 34860 $\geq 99,9$ % (Sigma-Aldrich), ацетонитрил HPLC 34860 $\geq 99,9$ % (Sigma-Aldrich), фосфорную кислоту P5811 85 % (Sigma), дигидрофосфат натрия S8282 $\geq 99,0$ % (Sigma-Aldrich), альбумин 66 кДа A2153 96 % (Sigma).

Хроматографическое разделение проводили на хроматографе Ultimate 3000 Dionex (Германия) с УФ детектором, градиентным насосом и колонкой 150 мм x 4,6 мм x 2,5 мкм С16 с гетероповерхностной модификацией МГТУ им. Н.Э. Баумана (Россия).

Обсуждение результатов. На рис. 1-6 приведены хроматограммы определения индивидуально и в смесях левомецетина, тетрациклинов, сорбиновой и бензойной кислот.

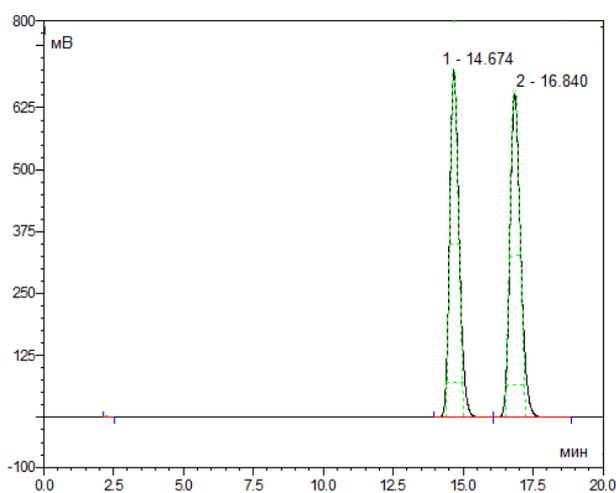


Рис. 1. Анализ стандартов сорбиновой (1) и бензойной (2) кислот при 235 нм. Изократический режим подачи элюента фосфатный буфер рН 6.0 – ацетонитрил 9:1 поток 1 мл/мин, 1500 psi, проба 20 мкл

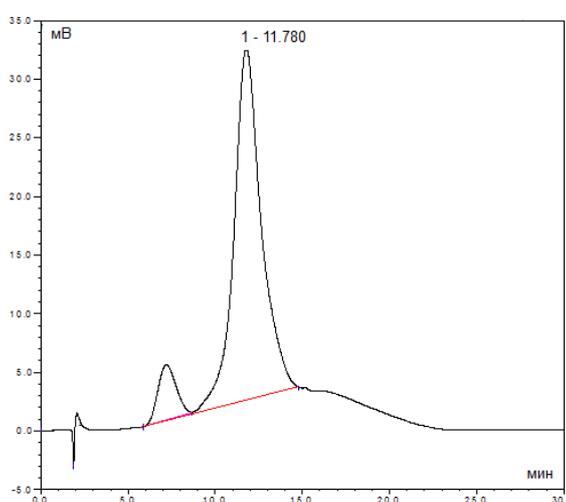


Рис. 2. Хроматограмма пика хлортетрациклина (1) при 355 нм. Градиент: 98 % 0,1 % раствора муравьиной кислоты (А) и 2 % ацетонитрила (Б) – 0 мин, 80 % А и 20 % Б – 10 мин, 10% А и 90 % Б – 30 мин, поток 1 мл/мин

Из представленных данных видно, что в указанных условиях удается осуществлять достаточно эффективное разделение компонентов с возможностью их последующего количественного определения.

Основной трудностью идентификации рассматриваемых веществ является их относительно невысокое содержание в анализируемом образце при весьма низком разрешенном уровне для левомецетина и тетрациклинов в 0,01 мкг/г продукта. Сам продукт содержит до 20 % белка, до 70 % и более воды, может содержать от 2 до 50 % и более липидов в виде естественных жиров или добавленных в рецептуру продукта растительных масел, что в ряде случаев мешает аналитическому определению.

Для того, чтобы выделить и проанализировать остатки антибиотиков в продукте обычно применяют следующую схему пробоподготовки. 10 г образца гомогенизируют с 15 мл 0,025 М фосфатного буфера рН 6.88, который готовят растворением 0,34 г KH_2PO_4 и 0,36 г Na_2HPO_4 в 100 мл дистиллированной воды. К гомогенату добавляют 200 мкл раствора 1 мг/мл фермента β -глюкуронидазы для лучшего расщепления матрицы образца и инкубируют смесь при 37 °С в течение 1,5 ч.

Суспензию экстрагируют трижды по 30 мл этилацетата, подвергая смесь центрифугированию при $>5000\text{ g}$ в течение 10 мин. Этилацетатные слои, содержащие антибиотик, объединяют и упаривают на ротормном испарителе досуха при $50\text{ }^\circ\text{C}$. Остаток растворяют в 3 мл смеси ацетонитрил – вода 1:4 и экстрагируют трижды по 5 мл петролейным эфиром, который отбрасывают. Левомецетин извлекают троекратной экстракцией по 5 мл этилацетата. Этилацетатный экстракт сушат над безводным Na_2SO_4 , добавляя 1 г соли, декантируют, слой осушителя промывают этилацетатом, все фракции растворителя объединяют и упаривают досуха при $50\text{ }^\circ\text{C}$. Остаток растворяют в 200 мкл метанола и передают в хроматограф [4]. В качестве экстрагента используют, как правило, органический растворитель или водные растворы минеральных кислот. В случае определения тетрациклина обычно применяют экстракцию 0,1 М раствором соляной кислоты, в растворе которой антибиотик хорошо растворяется [2, 4]. Однако при этом, в экстракт возможно попадание белковых остатков, которые могут интерферировать выход целевых пиков.

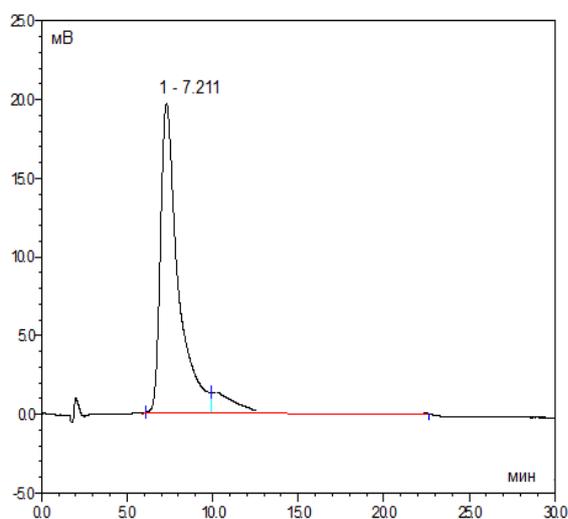


Рис. 3. Хроматограмма выхода пика левомецетина, раствор $0,2\text{ мкг/мл}$ в метаноле при 355 нм , градиент: 98 % 0,1% водного раствора муравьиной кислоты (А) и 2 % ацетонитрила (Б) – 0 мин, 10 % А и 90 % Б – 30 мин, поток 1 мл/мин, проба 20 мкл

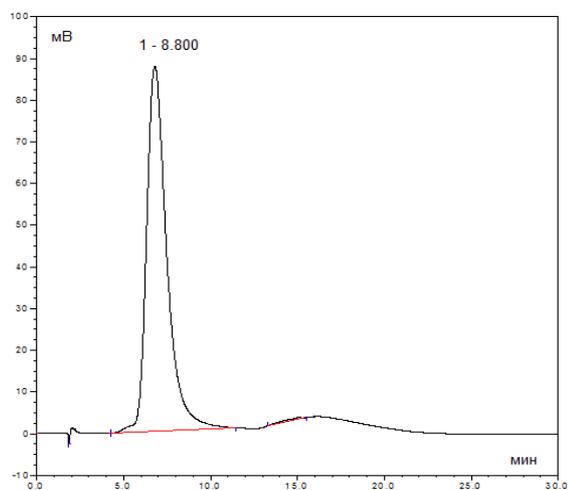


Рис. 4. Хроматограмма стандарта тетрациклина (1) при 355 нм . Условия представлены на рис. 2

Проведенные нами испытания показали, что для полноценного извлечения остатков левомецетина, тетрациклина и примесей сорбиновой и бензойной кислот, можно использовать в качестве экстрагента смесь 1:5 0,1М раствора соляной кислоты и этилацетата. В условиях троекратной экстракции (1:1) образцов на основе животного сырья из матрицы образца извлекается более 85 % содержания анализируемых веществ, что, как правило, достаточно для задач практической сертификации.

На рис. 5 приведена хроматограмма совместного определения стандартов рассматриваемых веществ, а на рис. 6 – хроматограмма определения этих же веществ в присутствии добавок альбумина. Как видно из данных рисунков, даже такой, достаточно высокий уровень примесей белка со средней молекулярной массой 66 kDa, соответствующей средней молекулярной массе примесных белков обычных проб, не мешает определению целевых веществ.

То есть использование гетероповерхностных сорбентов позволяет анализировать пробы искоемых антибиотиков и органических кислот без существенной интерференции белками.

Условия анализа могут варьироваться в зависимости от характера изучаемых образцов.

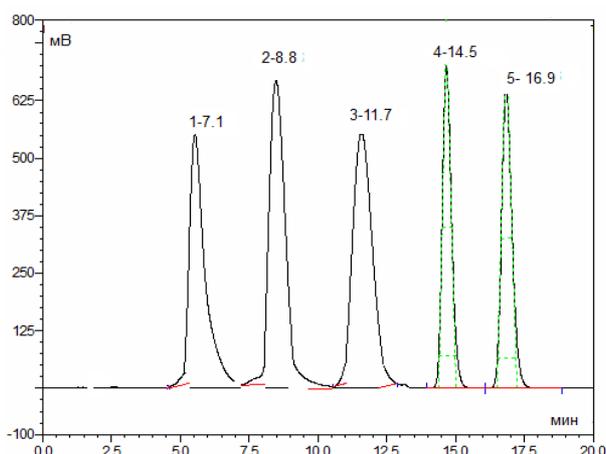


Рис. 5. Хроматограмма выхода пиков левомицетина (1), тетрациклина (2), хлортетрациклина (3), сорбиновой (4), бензойной кислот при 355 нм. Градиент по условиям рис. 2

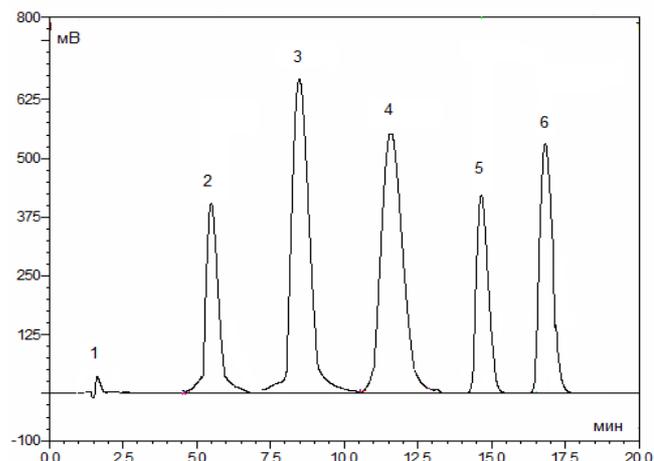


Рис. 6. Совместное определение антибиотиков и консервантов в присутствии белков с концентрацией 0,2 мкг/мл в 50%-ном метаноле: альбумин – 1, левомицетин – 2, 3 – тетрациклин, 4 – хлортетрациклин, 5 – сорбиновая, 6 – бензойная кислота

Выводы. Таким образом, можно констатировать, что использование гетероповерхностных сорбентов позволяет с достаточно высокой степенью эффективности разделять применяемые антибиотики и консерванты в пищевых системах на основе животного сырья.

Литература

1. Defragmenting processing of collagen-containing wastes of meat processing industry into functional feed additives for obtaining high-quality food / M.I. Baburina // World Journal of Food Science and Technology. – 2017. – V. 1. – No. 2. – P. 39–46.
2. Вкусно-ароматические компоненты пищевых рецептур, формируемые в присутствии бактериальных культур / А.Н. Иванкин [и др.] // Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. – 2017. – Т. 7. – № 2. – С. 124–136.
3. Ivankin, A.N. Analysis of agricultural toxicants in meat products by ELISA method/ A.N. Ivankin, B.S. Karpo, A.V. Galkin // Congr. proceed. 44-th ICOMST, 1998, 30 Aug.– 4 Sept. 1998. – V.I., Barcelona, Spain. – P. 374–375.
4. Лисицын, А.Б. Методы практической биотехнологии /А.Б. Лисицын, А.Н. Иванкин, А.Д. Неклюдов. – М.: Изд-во ВНИИМП, 2002. – 402 с.
5. Neklyudov A. D. Properties and uses of protein hydrolysates (Review) / A. D.Neklyudov, A.N. Ivankin, A.V. Berdutina // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2000. – V. 36. – No. 5. – P. 452–459.
6. Ivankin, A.N. Control of hormone residues in meat products// A.N. Ivankin, A.D. Neklyudov, B.S. Karpo // Tehnologija mesa. – 2000. – V. 41. – No. 1–3. – P. 113.
7. Биохимические изменения в мясных продуктах при длительном хранении / А.Н. Иванкин [и др.] // Мясная индустрия. 2010. – № 12. – С. 58–63.
8. Bogoslovskii, S.Y. Optimizing heterosurface adsorbent synthesis for liquid chromatography/ S.Y. Bogoslovskii, A.A. Serdan // Russian Journal of Physical Chemistry A. – 2016. – V. 90. – No. 3. – P. 671–674.
9. Богословский, С.Ю. Оптимизация синтеза гетероповерхностного сорбента для ВЭЖХ на основе немодифицированного кремнезема /С.Ю. Богословский, А.А. Сердан // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 7– С. 160–160.

ЭКСПРЕСС МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЛЛЕРГЕНА ДИОКСИДА СЕРЫ В СУЛЬФИТИРОВАННОМ ЯБЛОЧНОМ ПЮРЕ

Кондратьев Н.Б., *д-р техн. наук*, Казанцев Е.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (Москва)

Реферат. Предложен экспресс метод определения аллергена диоксида серы в сульфитированном яблочном пюре с применением инфракрасной спектроскопии в средней области спектра. Данный метод позволяет сократить продолжительность определения содержания диоксида серы.

Ключевые слова: диоксид серы, кондитерские изделия, сырье и полуфабрикаты, инфракрасная спектроскопия, экспресс метод

Summary. An express method for the determination of sulfur dioxide allergen in a sulphated apple puree using infrared spectroscopy in the middle of the spectrum is proposed. This method allows to reduce the duration of studies of sulfur dioxide content.

Key words: sulfur dioxide, confectionery, raw materials and semi-finished products, infrared spectroscopy, express method

Введение. В последнее время производители кондитерских изделий предлагают широкий ассортимент изделий с этикеткой, на которой выделены «фруктово-ягодные названия». Такие изделия доступны в силу невысокой стоимости и пользуются спросом у потребителя. В информации состава на этикетке указывается в большинстве случаев фруктовые компоненты такие, как яблочное пюре, цукаты, сублимированные продукты переработки фруктов, ягод и овощей, содержащие диоксид серы.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» предусматривает вынесение на этикетку информации о диоксиде серы, если его содержание более 10 мг на 1 кг готовой продукции.

Производители указывают в составе диоксид серы, не уточняя, какое его количество может содержаться в предлагаемых кондитерских изделиях.

Диоксид серы и сульфиты являются уникальными соединениями, ингибирующими эффект потемнения тканей растительного сырья. В различных пищевых продуктах диоксид серы выполняет антиокислительную и антимикробную роль и способствует сохранности витаминов при их хранении.

Фруктовые (овощные) пюре являются важнейшим сырьевым компонентом для производства кондитерских изделий.

Диоксид серы может быть причиной аллергических реакций у потребителей, в частности у астматиков, что является отрицательным фактором, влияющим на здоровье людей [1 - 4].

Исследования кондитерских изделий показывают, что содержание диоксида серы в ряде изделий значительно выше уровня 10 мг на кг. Десульфитирование яблочного пюре перед использованием в производстве не всегда позволяет получить пюре и кондитерские изделия с содержанием диоксида серы менее 10 мг на кг.

В настоящее время действует ГОСТ 26811-2014 «Изделия кондитерские. Йодометрический метод определения массовой доли общей сернистой кислоты». Этот стандарт

распространяется на кондитерские изделия, изготовленные на основе фруктового (овощного) сырья. Метод трудоемок и длителен. Поэтому разработка экспресс методов определения диоксида серы в настоящее время является актуальной. Метод инфракрасной спектроскопии имеет значительные преимущества перед другими методами такие, как высокая скорость анализа и минимальная пробоподготовка.

Объекты и методы исследования. Яблочное пюре является основным фруктовым сырьем для производства многих наименований кондитерских изделий. Поэтому яблочное пюре было использовано в качестве объекта исследования.

Исследования проведены на инфракрасном спектрофотометре IRAffinity-1 с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (Shimadzu, Япония). Параметры измерения: разрешение – 4 см^{-1} , время сканирования – 20 с, количество сканов – 20. Область сканирования $1500 - 400\text{ см}^{-1}$. Для диоксида серы полоса поглощения (S=O) находится в диапазоне $1350-1330\text{ см}^{-1}$.

Обсуждение результатов. Для построения калибровочной кривой использовали растворы сульфита натрия, содержащие диоксид серы с концентрациями от 100 до 1000 мг/дм^3 (рис. 1). Измерения интенсивности поглощения диоксида серы проведены при частоте 1340 см^{-1} .

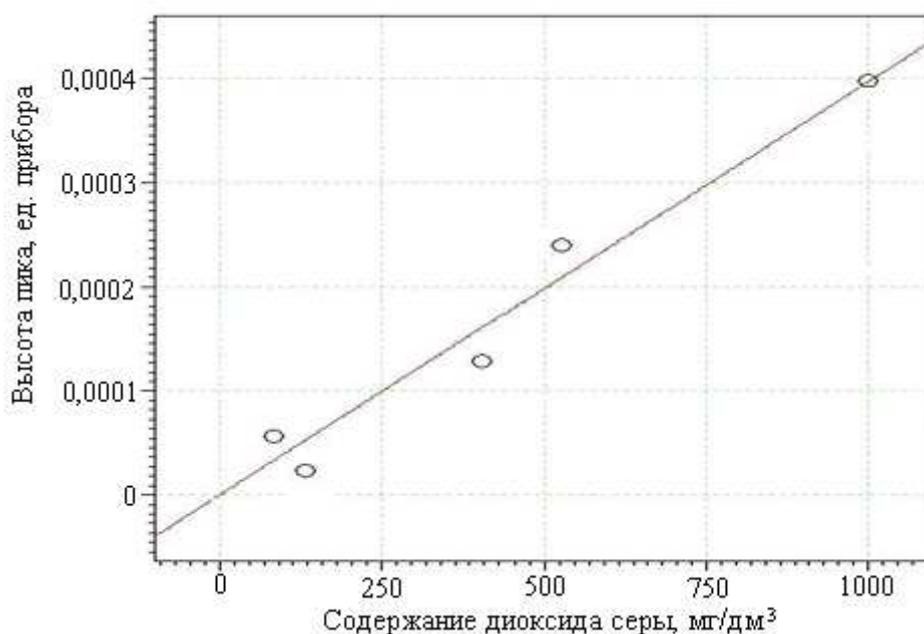


Рис.1. Калибровочная кривая для определения концентрации диоксида серы

Проведены исследования сульфитированного яблочного пюре с содержанием диоксида серы 100 мг/дм^3 и 1000 мг/дм^3 (рис. 2). Возможность непосредственного нанесения на поверхность ячейки используемой приставки нарушенного полного отражения существенно ускоряет процесс исследования яблочного пюре.

При необходимости можно использовать разбавление образцов пюре с последующим пересчетом.

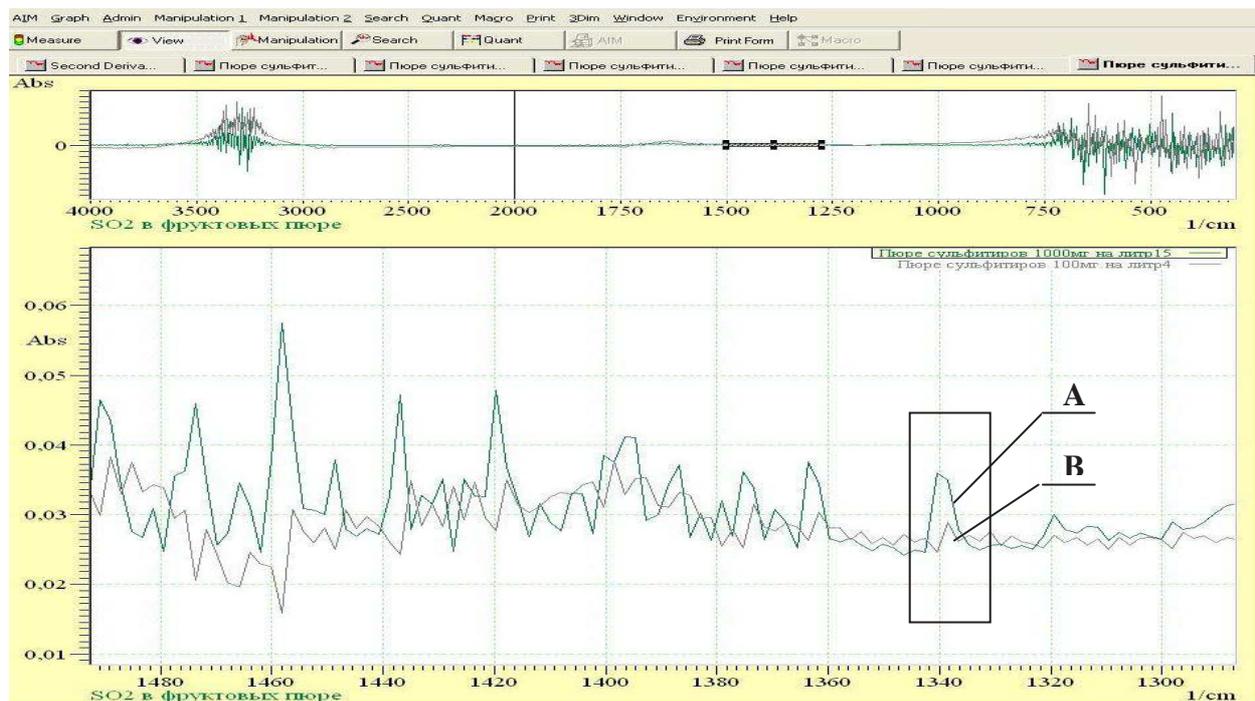


Рис. 2. ИК- спектры сульфитированного яблочного пюре
(А – 1000 мг/дм³ и В – 100 мг/дм³)

Выводы. Метод ИК-спектроскопии позволяет определять содержание диоксида серы при концентрации выше 100 мг/дм³ и может быть использован как экспресс метод измерения содержания диоксида серы в консервированных фруктовых (овощных) пюре для обеспечения минимального содержания этого аллергена в кондитерских изделиях.

В настоящее время наша работа направлена на снижение порога определения диоксида серы методом ИК-спектроскопии и повышение чувствительности метода.

Литература

1. Adams M. R. Food microbiology / M. R. Adams, M. O. Moss // CRC Publishing, 2008. – 463 p.
2. Казанцев, Е.В. Оценка содержания диоксида серы в фруктовых начинках методом инфракрасной спектроскопии / Е.В. Казанцев // Материалы докладов Бизнес-конференции «Торты. Вафли. Печенье. Пряники-2018» Производство – Рынок – Потребитель / Международная промышленная академия 26 – 28 февраля 2018 г. – М.: 2018. – 141 с.
3. Murlykina N.V., Murlykina M. V. Application of infrared spectroscopy for quantitative analysis of new food emulsifiers / N.V. Murlykina, M. V. Murlykina // Ukrainian Food Journal. – 2015. – Vol. 4, Iss. 2. – P. 299-308.
4. Hui Y.H. Handbook of Vegetable Preservation and Processing / Y.H. Hui, E.O. Evranuz // CRC Press, 2015. – 970 p.

ПРОДУКТ «СПОРТИВНЫЙ» ДЛЯ ПИТАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

**Антипова Т.А., д-р биол. наук, Фелик С.В., канд. биол. наук,
Симоненко Е.С.**

Научно-исследовательский институт детского питания – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» (Истра, Московская область)

Реферат. В статье рассматриваются вопросы создания специализированного продукта для питания школьников. Приведены результаты исследований состава гидролизатов белка с использованием различных ферментов и молекулярно – массового распределения продуктов гидролиза. Представлены данные по пищевой и биологической ценности, оценки нутриентной адекватности специализированного продукта.

Ключевые слова: гидролизаты белка, сывороточные белки, пищевая и биологическая ценность, нутриентная адекватность

Summary. The article deals with the creation of a specialized product for the nutrition of school-children. Results of researches of structure of hydrolysates of protein with use of various enzymes and molecular - mass distribution of products of hydrolysis are resulted. Data on nutritional and biological value, estimates of nutrient adequacy of the specialized product are presented.

Key words: protein hydrolysates, whey proteins, nutritional and biological value, nutrient adequacy

Введение. В последние годы уделяется все большее внимание разработке специализированных продуктов питания повышенной биологической ценности, в т.ч. для спортсменов-подростков. Целесообразность использования подобных продуктов во время тренировок и соревнований несомненна и подтверждена российскими и зарубежными специалистами. В качестве спортивного питания Российский спортивный рынок на сегодняшний день предоставляет, главным образом, биологически активные добавки. Ассортимент предоставляемых добавок достаточно широк. Это и высокобелковые протеиновые смеси, и углеводно-белковые напитки, и аминокислотные, поливитаминовые, минеральные комплексы. Специализированного же питания для школьников, начинающих свою спортивную деятельность на российском рынке не существует.

В июле 2005 г. агентством «Бизнес-Рейтинг» было проведено исследование потребительских предпочтений на московском рынке спортивного питания. Согласно результатам опроса, доля респондентов, регулярно употребляющих спортивное питание, составляет 58 %. Самый многочисленный сегмент по возрасту (52 %) – это потребители моложе 25 лет [1]. У юных спортсменов потребность в белке несколько выше, чем у их сверстников, что обусловлено дополнительными физическими нагрузками. Для спортсменов юниоров суточные нормы потребления белка равны 1,5 – 2,0 г на 1 кг веса [2].

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являются специализированные продукты детского питания.

В работе были использованы органолептические и физико-химические методы исследований.

Обсуждение и результаты исследований. В НИИ детского питания в рамках Государственного задания проводятся исследования, по оценке состояния питания детей различных возрастных групп. В этой связи оптимизация рационов питания детей дошкольного и школьного возраста предусматривает включение в их состав сбалансированных молочных продуктов.

Продукт для спортивного питания школьников, разработанный в НИИ детского питания «Продукт молочный стерилизованный «Спортивный», представляет собой белково-углеводную смесь с низким содержанием жира. В состав продукта входят: концентрат сывороточного белка, гидролизат сывороточного белка, цельный молочный белок, мальтодекстрин, различные фруктово-ягодные сиропы, растительные масла, минеральные вещества: железо, цинк, натрий, фосфор, магний, медь, марганец, витамины: А, Д, К, С, РР, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, В_с, биотин.

Сывороточные белки, входящие в состав продукта, по своей биологической ценности значительно превосходят белки коровьего молока, в том числе и за счет более высокого содержания незаменимых аминокислот цистина и триптофана. Аминокислотный состав сывороточных белков наиболее близок к аминокислотному составу мышечной ткани человека, а по содержанию незаменимых аминокислот и аминокислот с разветвленной цепью (ВСАА): валина, лейцина и изолейцина, они превосходят все остальные белки животного и растительного происхождения. Дефицит ВСАА возникает в результате резкого возрастания потребности организма в аминокислотах во время активизации восстановительных процессов в мышцах. Запасы ВСАА в плазме крови невелики и, когда они истощаются, организм начинает их пополнять, разрушая белки внутренних органов, тем самым, нарушая их работу и стимулируя катаболические процессы, которые существенно снижают эффективность тренировок [3].

Продукт для питания школьника-спортсмена содержит все важнейшие витамины и микроэлементы, улучшающие обмен веществ, регулирующие расход энергии, стимулирующие образование новых клеток и сгорание жиров, укрепляющие нервную и иммунную системы, обеспечивающие эффективное восстановление мышц после нагрузки.

В качестве белка в продукте использован гидролизат сывороточного белка, полученный путем ферментного гидролиза концентрата сывороточных белков.

В табл. 1 приведены физико-химические свойства образцов гидролизатов, с использованием которых обрабатывались основные технологические процессы.

Таблица 1 – Физико-химические свойства образцов гидролизатов

№ образца	Фермент для гидролиза	Массовая доля влаги, %	Массовая доля общего азота, %	Массовая доля аминного азота, %	Массовая доля золы, %	Массовая доля лактозы, %
1	Панкреатин	4,3	12,7	5,0	3,1	3,8
2	Панкреатин+ Flavourzyme	3,7	12,3	7,8	3,3	2,1
3	Панкреатин+ Flavourzyme	4,3	12,3	5,3	3,2	2,1
4	Панкреатин+ Flavourzyme	3,9	12,4	5,7	3,2	2,2
5	Alcalase 2,4L+ Flavourzyme	3,1	13,0	4,3	3,3	2,5
6	Alcalase 2,4L+ Flavourzyme	2,2	13,3	4,2	3,2	2,1

Молекулярно-массовое распределение белковых фракций анализировалось с помощью FPLC – хроматографии на колонке с Superose – 12 (Pharmacia, Швеция).

Анализируя данные по аминному азоту и содержанию пептидных фракций в гидролизатах можно сделать вывод, что решающим фактором в формировании фракционного состава гидролизатов является доза и специфичность протеолитического фермента.

В табл. 2 представлен фракционный состав опытных образцов гидролизатов.

Наиболее глубокий гидролиз получен под действием гомогената ПЖ КРС. Аминный азот гидролизата составлял 5,0 %, пептиды с М.м. менее 1,7 кДа – 63,6 %. Однако, гидролизат имел посторонний привкус, вызванный вероятно образованием продуктов липолиза остаточного жира. Поэтому в дальнейших исследованиях использовали фермент панкреатин. Панкреатин обеспечивал накопление аминного азота на уровне 4,1-5,0 %.

Таблица 2 – Молекулярно-массовое распределение продуктов гидролиза, %

Молекулярная масса, кДа	Образец гидролизата, №№					
	1	2	3	4	5	6
Более 4,5	19,4	40,1	33,1	18,9	33,9	29,5
От 1,7 до 4,5	17,0	19,4	19,1	24,1	15,3	16,4
Менее 1,7	63,6	40,5	47,8	57,0	50,8	54,1

С учетом проведенных исследований и полученных данных разработан молочный стерилизованный продукт «Спортивный», пищевая и энергетическая ценность которого представлены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что продукт отличается повышенным содержанием белка и углеводов. Это обосновано повышенной потребностью в белке юных спортсменов связанной с дополнительными физическими нагрузками и необходимостью увеличения мышечной массы. Углеводы являются главными источниками энергии для мышечной работы. Они запасаются в мышцах в виде гликогена. В ходе интенсивных спортивных тренировок этот запас быстро расходуется.

Таблица 3 – Пищевая и энергетическая ценность продукта «Спортивный»

Наименование показателя	Содержание в 100 мл продукта
Массовая доля жира, %	1,5
Массовая доля белка, %	6,5
Массовая доля углеводов, %	11,0
Энергетическая ценность, ккал	84,0

Проведены исследования аминокислотной сбалансированности специализированного продукта и рассчитана его биологическая ценность. Биологическая ценность продукта представлена в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что лимитирующих аминокислот в продукте не имеется, что говорит о его высокой биологической ценности.

Проведена компьютерная оценка нутриентной адекватности продукта для спортивного питания школьников [4]. Параметры оценки приведены в табл. 5.

Таблица 4 – Биологическая ценность продукта «Спортивный»

Аминокислота, г/100г белка	Продукт «Спортивный»	Идеальный белок (шкала ФАО/ВОЗ)	Аминокислотный скор, %
Изолейцин	5,4	4,0	135
Лейцин	11,0	7,0	157
Лизин	7,5	5,5	136
Метионин + Цистин	3,8	3,5	108
Фенилаланин+Тирозин	9,5	6,0	158
Треонин	4,9	4,0	122
Триптофан	2,0	1,0	200
Валин	5,1	5,0	102

Таблица 5 – Параметры нутриентной адекватности продукта «Спортивный»

Наименование нутриента	Массовая доля нутриента	
Белки, г/100 г продукта	6,5	
Жиры, г/100 г продукта	1,5	
Углеводы, г/100 г продукта	11,0	
	продукт	эталон
Аминокислота, г/100г белка:		
изолейцин	5,4	4,0
лейцин	11,0	7,0
лизин	7,5	5,5
метионин + цистин	3,8	3,5
фенилаланин+тирозин	9,5	6,0
треонин	4,9	4,0
триптофан	2,0	1,0
валин	5,1	5,0
Жирные кислоты, г/100 г липидов:		
сумма насыщенных жирных кислот	23,0	30,0
сумма мононенасыщенных жирных кислот	65,0	60,0
сумма полиненасыщенных жирных кислот, в том числе:	12,0	10,0
линолевая	10,9	7,5
линоленовая	1,1	1,0

Полученные данные были использованы для расчета аминокислотной и жирнокислотной сбалансированности продукта. При оценке степени соответствия аминокислотного состава разработанного продукта эталонному значению применяли следующие показатели: C_{min} - минимальный скор незаменимых аминокислот оцениваемого белка по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), %; U - коэффициент утилитарности аминокислотного состава, численно характеризующий сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону); σ - коэффициент сопоставимой избыточности, характеризующий суммарную массу незаменимых аминокислот, не используемых на анаболические нужды; K_{ac} - коэффициент аминокислотной сбалансированности, характеризующий адекватность набора и соотношения аминокислот выбранному эталону.

Жирнокислотную сбалансированность оценивали по критерию рациональности жирнокислотного состава (RL) по сумме насыщенных, моновенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот.

Параметры оценки аминокислотной сбалансированности суммарного белка:

$$C_{min} = 102 \% ; U = 0,748 \text{ дол. ед.}; \sigma = 10,7 \text{ ед.}; K_{ac} = 0,730.$$

Параметры оценки жирнокислотной сбалансированности

$$RL(i=1..3) = 0,839 \text{ дол. ед.}; RL(i=1..5) = 0,819 \text{ дол. ед.}$$

Для расчета критерия минерального и витаминного соответствия K_m и K_v за эталон принимались нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для детей и подростков с учетом того, что в порции продукта (250 мл) должно быть не менее 15 % от суточной потребности. Критерий минерального соответствия $K_m = 0,938$, витаминного = $0,974$.

Анализ полученных результатов свидетельствует о максимальной сбалансированности разработанного продукта и соответствии эталонным показателям по аминокислотному, жирнокислотному, витаминному и минеральному составам.

Выводы. Разработан специализированный сбалансированный по составу продукт для питания школьников, содержащий все важнейшие макро- и микроэлементы. Продукт не содержит красителей, ароматизаторов, стабилизаторов, удобен для применения потребителем в любых условиях.

Литература

1. Арансон, М.В. Питание для спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 2001. – 224 с.
2. Первушин, В.В. «Рынок спортивного питания в России»/ В.В.Первушин, О.Е. Бакуменко // «Пищевая промышленность». – 2009. – №4. – С. 45-48.
3. Борисова, О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации. – М.: Советский спорт, 2007. – 130 с.
4. Предпосылки совершенствования качества продуктов для централизованного питания детей/ Н.Н. Липатов, О.И. Башкиров, А.Л. Геворгян, М.В. Фурин. – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 67.

ОПТИМИЗАЦИЯ БЕЛКОВОГО КОМПОНЕНТА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Фелик С.В., канд. биол. наук, **Золотин А.Ю.**, канд. техн. наук,
Антипова Т.А., д-р биол. наук, **Симоненко С.В.**, д-р техн. наук

Научно-исследовательский институт детского питания – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» (Истра, Московская область)

Реферат. В статье рассматриваются вопросы качества белкового компонента молочного продукта с фруктовыми наполнителями для детей дошкольного и школьного возраста. Приводятся расчетные данные по аминокислотному составу разработанных продуктов и уровню удовлетворения суточной потребности в незаменимых аминокислотах при потреблении продукта детьми дошкольного возраста.

Ключевые слова: белковый компонент, аминокислотный состав, суточная потребность

Summary. The article deals with some issues of the quality of the protein component of the dairy product with fruit fillers for children of preschool and school age. The calculated data on the amino acid composition of the developed products and the level of satisfaction of the daily needs for essential amino acids of preschool children achieved through the consumption of the product.

Key words: protein component, amino acid composition, daily requirement

Введение. Продукты детского питания и их компоненты должны соответствовать функциональному состоянию организма ребенка с учетом возраста и быть безопасными для его здоровья [1]. Ценность пищевого продукта характеризуется сбалансированностью его нутриентного состава, отвечающего физиологическим потребностям в питательных веществах и энергии детского населения.

Пищевая ценность продукта определяется белками, жирами, углеводами, витаминами и минеральными веществами. Из перечисленных нутриентов особую физиологическую функцию выполняют белки, являясь регуляторами азотистого баланса организма. Как известно, качество белка определяется его аминокислотным составом, в первую очередь содержанием и соотношением незаменимых аминокислот. В состав продукта могут входить белки как животного, так и растительного происхождения, имеющие различную биологическую ценность, в связи с чем, пищевая ценность продукта в аспекте белковой компоненты определяется комплексом аминокислот, формируемым входящими в продукт белками.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являются молочные продукты. Методы исследований: аналитический и расчетный.

Обсуждение и результаты исследований. В НИИ детского питания в рамках Государственного задания проводятся исследования, по оценке состояния питания детей различных возрастных групп.

В этой связи оптимизация рационов питания детей дошкольного и школьного возраста предусматривает включение в их состав сбалансированных молочных продуктов.

Исследования направлены на создание ассортимента и технологий молочных продуктов с фруктовыми, ягодными и овощными наполнителями для детей дошкольного возраста.

Разработаны 6 рецептур продукта с различным соотношением ингредиентов. Белковая составляющая продукта модифицируется за счет использования молока различной жирности (соответственно с различной массовой долей белка); введения в рецептуру или исключения из рецептуры сывороточного белка; изменения массовых долей молока и концентрата сывороточного белка в рецептуре. Массовая доля жира в исходном молоке-сырье составляет от 2,5 % до 6,0 %; белка – от 3,0 % до 3,2 %; массовая доля сывороточного белка – от 0,3 % до 0,5 %.

В зависимости от используемого сырья и ингредиентов рассчитаны массовые доли жира и белка в готовом продукте, а также содержание незаменимых аминокислот.

Сырьевой основой разрабатываемых продуктов является коровье молоко. Рецептуры продуктов включают: фруктовые (ягодные) наполнители, растворимые пищевые волокна, сывороточный белок, высокометаксиллированный пектин, мальтодекстрин, ксантановую камедь, натуральные ароматизаторы, комплекс микронутриентов, состоящий из витаминов С, А (или β-каротина) и минеральных веществ (кальция, железа, йода).

Массу аминокислот в продукте определяли по формуле:

$$A_i \frac{A_{iM}}{M \cdot m_M} \cdot B_M + \frac{A_{iC}}{Cm_C} \cdot B_C$$

- где A_i - масса i-ой аминокислоты в продукте, мг;
 A_{iM}, A_{iC} - масса i-ой аминокислоты в молоке и молочной сыворотке;
 M, C - масса молока и молочной сыворотки;
 m_M, m_C - массовые доли белка в молоке и молочной сыворотке;
 B_M, B_C - масса молочного белка и белка молочной сыворотке в рецептуре.

Массу аминокислот в молоке рассчитывали согласно [2] с учетом массовой доли белка 3.2 %.

Аминокислотный состав сывороточного белка рассчитывали с учетом аминокислотного состава сырья (молочной сыворотки), который изменялся в зависимости от её вида (творожная, подсырная, казеиновая) и способа осаждения белков молока (кислотное, сычужное, кислотно-сычужное). Аминокислотный состав молочной сыворотки представлен на рис.

Расчет аминокислотного состава продукта произведен с учетом массовой доли белка в творожной сыворотке 0,8 %.

Результаты расчета аминокислотного состава продукта приведены в табл. 1.

Из полученных данных следует, что минимальное количество аминокислот присутствует в продукте, выработанном по рецептурам 2 и 3, максимальное – в образце продукта, выработанном по рецептуре 6. Совместное рассмотрение незаменимых и заменимых аминокислот (метионин-цистин, фенилаланин-тирозин) связано с тем, что метионин и цистин являются серосодержащими; тирозин близок к фенилаланину в структурном отношении и тесно связан с ним в процессах обмена.

Данные о потребности детей дошкольного возраста в незаменимых аминокислотах немногочисленны и неоднозначны [3]. В табл. 2 приведены расчетные данные по содержанию аминокислот, соответствующие норме физиологической потребности в сутки для детей дошкольного возраста при массе тела 20 кг.



* цистин можно рассматривать как дицистеин.

Рис. Аминокислотный состав молочной сыворотки

Таблица 1 -Аминокислотный состав продукта

Незаменимые аминокислоты	Масса аминокислот мг в 100 г продукта по рецептурам					
	1	2	3	4	5	6
Валин	191	135	142	200	229	237
Изолейцин	219	134	141	228	275	283
Лейцин	349	230	242	364	428	442
Лизин	293	185	194	305	364	376
Метионин	76,5	62	65	81	86	90
Треонин	175	109	114	182	219	226
Триптофан	51	35	37	54	62	64
Фенилаланин	159	121	127	167	183	191
Метионин+цистин	125	81	85	131	155	160
Фенилаланин + тирозин	299	252	265	316	331	346

Представленные данные существенно различаются практически по всем аминокислотам, в особенности: метионин+цистин (в 2,7 раза); треонин (в 1,9 раза).

Данные, приведенные в табл. 1 и 2, позволяют рассчитать удовлетворение суточной потребности в незаменимых аминокислотах за счет потребления 200 г продукта (табл. 3).

Первые цифры соответствуют данным А.А. Покровского по суточной потребности детей дошкольного возраста в незаменимых аминокислотах; цифры в скобках соответствуют данным S.Fomov.

Таблица 2 - Данные по содержанию аминокислот в соответствии с суточной нормой физиологической потребности для детей дошкольного возраста

Незаменимые аминокислоты	Масса аминокислот, мг при суточной потребности мг/кг массы тела по данным	
	А.А. Покровского	S. Fomon
Валин	1860	1960
Изолейцин	1800	1400
Лейцин	3000	2320
Лизин	3000	3000
Метионин+цистин	1500	560
Треонин	1200	2320
Триптофан	440	340
Фенилаланин	1800	1800

Таблица 3 - Удовлетворение суточной потребности в незаменимых кислотах

Аминокислоты	Удовлетворение суточной потребности при употреблении 200 г продукта, % (по рецептурам)					
	1	2	3	4	5	6
Валин	20 (19)	14 (13)	15 (14)	21 (20)	24 (23)	25 (24)
Изолейцин	24 (31)	14 (19)	15 (20)	25 (32)	30 (39)	31 (40)
Лейцин	23 (30)	15 (19)	16 (20)	24 (31)	28 (36)	29 (38)
Лизин	19 (19)	12 (12)	13 (13)	20 (20)	24 (24)	25 (25)
Метионин+цистин	16 (44)	10 (28)	11 (30)	17 (46)	20 (55)	21 (57)
Треонин	29 (15)	18 (9)	19 (9)	30 (15)	36 (18)	37 (19)
Триптофан	23 (30)	15 (20)	16 (21)	24 (31)	28 (36)	29 (37)
Фенилаланин	17 (17)	14 (14)	14 (14)	18 (18)	20 (20)	21 (21)
В среднем по аминокислотам	21,4 (25,6)	14,0 (15,4)	14,9 (17,6)	22,4 (26,6)	26,2 (31,4)	27,2 (32,6)

Анализ данных (табл. 3) свидетельствует о том, что суточная потребность в незаменимых аминокислотах в наибольшей степени (27,2 %) удовлетворяется при использовании в рецептуре продукта: молока 2,5 % жирности и концентрата сывороточного белка в количестве 5 % (рецептура 6); в наименьшей степени (14,0 %) удовлетворяется потребность – при использовании молока 6% жирности без введения в рецептуру сывороточного белка (рецептура 2). Менее всего удовлетворение потребности отмечено по таким аминокислотам, как фенилаланин, лизин, сумме метионина и цистина (согласно данным А.А. Покровского). Среднее удовлетворение потребности в незаменимых аминокислотах составляет 20,8 %.

Выводы. По результатам исследований можно отметить, что приведенные данные получены расчетным путем при использовании опубликованных данных по содержанию незаменимых аминокислот в молоке и молочной сыворотке и суточной потребности в аминокислотах. Фактическое удовлетворение суточной потребности в аминокислотах будет ниже из-за деструкции белковых веществ в процессе технологического воздействия, в первую очередь, теплового на продукт при его производстве.

Литература

1. Диетология. / Под ред. А.Ю. Барановского. – СПб.: Питер, 2017. – С.535.
2. Химический состав пищевых продуктов/ Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
3. Предпосылки совершенствования качества продуктов для централизованного питания детей/Н.Н.Липатов, О.И. Башкиров, А.Л. Геворгян, М.В. Фурин. – М.: РАСХН, 2004. – 67с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЛИНИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ САХАРА С ЗАДАНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Егорова М.И., канд. техн. наук, Райник В.В., Кретьова Я.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности» (Курск)

Реферат. Показана актуальность применения информационных технологий для создания современного инструментария обеспечения безопасности и качества сахара. Раскрыты особенности архитектуры разработанного специализированного программного комплекса в виде контрольно-аналитической системы для мониторинга технологической линии производства сахара, приведен механизм обработки информации в комплексе на примере одного из модулей. Программный комплекс охарактеризован как инструмент оценки технологических возможностей линии при получении сахара с заданными характеристиками и управленческих решений по их повышению.

Ключевые слова: сахар, производство сахара, требования потребителей, технологическая линия, контрольно-аналитическая система, алгоритм

Summary. The relevance of information technologies use for the creation of modern tools for ensuring the safety and quality of sugar is shown. The architecture features of the developed specialized software package in the form of control and analytical system for monitoring the technological line of sugar production have been revealed; mechanism for processing information in a complex is given, using the example of one of the modules. The software package is described as a tool for assessing technological opportunities of the line in obtaining sugar with specified characteristics and management decisions in properties amplification.

Key words: sugar, sugar production, consumer requirements, technological line, control and analytical system, algorithm

Введение. Современное предприятие, претендующее на выпуск конкурентоспособной продукции, должно оперативно реагировать на требования рынка, вести свою деятельность в соответствии с возрастающими требованиями по обеспечению безопасности и качества продукции. При этом процессы оперативного управления производством все в большей степени становятся автоматизированными, базирующимися на применении информационных технологий – методов поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способов осуществления таких процессов и методов.

Получившие распространение подходы к обеспечению качества и безопасности пищевой продукции привели к значительному росту объемов циркулирующей информации, что увеличивает затраты ресурсов на ее контроль, обработку и интерпретацию. В связи с этим, явно прослеживается необходимость создания инструментария, который бы позволил при минимальном уровне затрат обеспечить выпуск качественной и безопасной продукции, удовлетворяющей требованиям потребителей. В качестве такого инструментария могут служить программные комплексы различного уровня сложности, призванные оптимизировать и упростить работу технологов и сотрудников инженерных служб. Указанное в полной мере относится и к технологическим линиям производства сахара, реализованным на предприятиях отрасли, которым требуется при изменяющихся параметрах сырья обеспечивать выпуск сахара с заданными характеристиками по требованиям промышленных потребителей.

Объекты и методы исследований. Методы исследований – аналитические, включающие системный анализ и синтез с элементами процессного подхода, позволившие структурировать информационные потоки в технологии сахара, выделить основные структурные элементы в архитектуре контрольно-аналитической системы управления технологическими процессами производства сахара.

Обсуждение результатов. Систематизация современных подходов и общемировой практики создания аналитических систем показывает [1-3], что в общем виде архитектура любой информационно-аналитической системы строится на схеме с тремя блоками: извлечение, преобразование и загрузка данных; хранение данных; анализ данных. Процесс производства сахара является многофакторным, основанным на определенных сочетаниях огромного числа технологических параметров [4], что затрудняет разработку информационных систем. Поэтому целесообразно провести декомпозицию совокупности источников первичных данных в производстве сахара для выделения их в качестве объектов мониторинга сквозной контрольно-аналитической системы на следующие этапы: сахарная свекла → участки технологического потока → сахар. Тогда архитектура контрольно-аналитической системы будет представлена в следующем виде: в качестве главного структурного элемента выделяется информационно-вычислительный комплекс, состоящий из трех модулей, отражающих специфику производства в виде блоков сырья, готовой продукции и технологических процессов; ему сопутствует комплекс знаний, основанный на нормативных документах, регламентирующих работу предприятий отрасли, и блок экспорта данных, позволяющий передавать результаты мониторинга, выполненные расчеты и составленные отчеты внешним заинтересованным лицам.

Для практической реализации функционирования системы разработаны модели значимых и управляемых процессов, алгоритмы практического управления технологическими операциями производства сахара, создан комплект современных методик оценки показателей безопасности готовой и побочной продукции. Сформированная структура и проведенное наполнение всех блоков позволяет функционировать контрольно-аналитической системе, получившей наименование СКАС «Сахар», в стандартной комплектации, выполняя информационное сопровождение технологической линии при выработке сахара унифицированного качества категории ТСЗ.

Вместе с тем, в современных условиях более 50 % сахара является сырьем для производства продуктов питания, в том числе 30 % – кондитерских изделий, 4 % – безалкогольных напитков. Требования многочисленных промышленных потребителей значительно варьируют по показателям качества и безопасности сахара. В то же время, в вышеуказанной структуре сквозной контрольно-аналитической системы не нашли отражения вопросы индивидуализации требований потребителей к сахару.

Следует отметить, что в большинстве применяемых автоматизированных систем переработки информации, опирающихся на множество моделей, чаще всего получает выражение какой-то определенный аспект, который транслируется ракурсно в виде предназначения системы. Учитывая, что технологическая линия производства сахара может быть перенастроена на выпуск продукции 4 категорий, внутри которых может быть разветвленная градация требований промышленных потребителей, для разрабатываемой системы в качестве такого аспекта выдвинута позиция производства качественного и безопасного сахара в соответствии с требованиями конкретных потребителей.

В современных условиях к сахару предъявляются требования не только на основании нормативной документации, но и дополнительные требования промышленных потребителей, возникшие в результате соответствующих исследований влияния свойств сахара на протекание технологических процессов и качество готовой пищевой продукции. Ито-

гом их обобщения стала единая база требований к качеству сахара для 5 основных групп потребителей, включая население и 4 промышленных потребителей. Для каждой группы представлены требования по 5 физико-химическим показателям, нормируемым ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия», и дополнительные показатели для промышленных потребителей, такие как мутность и pH раствора, содержание взвешенных частиц, солей кальция, крахмала, диоксида серы, сапонина, флокк-потенциал, микробиологические показатели. Таким образом, комплекс знаний СКАС «Сахар» пополнен систематизированной сформированной базой данных требований потребителей к качеству и безопасности сахара.

В результате модуль «Готовая продукция» в составе СКАС «Сахар» представляет собой диалоговую форму (рис. 1), которая включает в себя элемент с исходными данными по 5 подэлементам, отражающим основных промышленных потребителей сахара.

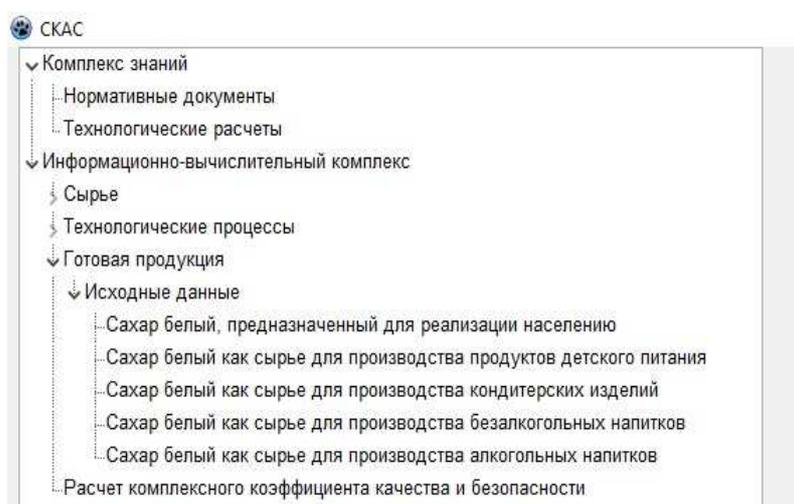


Рис.1. Фрагмент экранной формы СКАС «Сахар»

Нормативные значения параметров сахара транслируются из сформированной базы данных комплекса знаний (табл.).

Основными функциями модуля «Готовая продукция» является прогноз качества и безопасности выпускаемого сахара, установление причины возможных нарушений по модели в случае возникновения отклонений от норматива

$$Q = f(Z_g, \Delta Z_g, \tau_k),$$

где Q – показатель нарушений в технологической линии производства сахара;

Z_g – нормативное значение параметра технологической линии;

ΔZ_g – допустимое отклонение от нормативного значения параметра технологической линии;

τ_k – период времени, в который осуществляется прогнозирование.

Формирование стратегии производства готовой продукции в СКАС «Сахар» осуществляется в режиме диалога «выбор оператором потребителя сахара и оценка возможности технологической линии производства сахара для заданных условий». В основе формируемого решения лежит последовательный анализ данных, полученных из модулей «Сырье» и «Технологические процессы».

Таблица – Совокупность требований к сахару потребителями

Показатель	Промышленные потребители сахара – производители				Население
	кондитерских изделий	безалкогольных напитков	алкогольных напитков	продуктов детского питания	
Основные требования					
Массовая доля сахарозы по прямой поляризации, %	99,50...99,80	99,70...99,80	99,70...99,80	99,50...99,80	99,50...99,80
Массовая доля влаги, %	0,10...0,15	не более 0,10	не более 0,10	0,10...0,15	0,10...0,15
Массовая доля редуцирующих веществ, %	0,030...0,065	0,030...0,035	0,030...0,035	0,030...0,065	0,030...0,065
Массовая доля золы, %	0,027...0,050	0,027...0,036	0,027...0,036	0,027...0,050	0,027...0,050
Цветность в растворе, ед. опт. пл. (ICUMSA)	45,0...195,0	45,0...60,0	45,0...60,0	45,0...195,0	45,0...195,0
Дополнительные требования					
Соли кальция, %	не более 0,004	–	–	–	–
Мутность, ед. опт. пл.: свекловичного сахара;	не более 20	не более 20	–	–	–
из тростникового сахара-сырца	–	не более 70	–	–	–
рН	не более 7,0	–	–	–	–
Сапонин, мг/кг	не более 1,5	–	–	–	–
Взвешенные частицы, мг/кг	не более 0,02	не более 0,0002	–	–	–
SO ₂ , мг/кг	–	менее 6,0	–	–	–
Крахмал, мг/кг	–	не более 60	не более 10	–	–
БГКП; патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонелла	–	–	–	не допускаются	–
КМАФАнМ	–	–	–	не более 1,0•10 ³	–
Плесневые грибы, дрожжи	–	–	–	не более 1,0•10	–
Флокк-потенциал	–	прохождение теста	–	–	–

Практическая реализация описанных механизмов происходит следующим образом: в модуле «Готовая продукция» фиксируются показатели по выпуску продукции по требованиям одной из групп потребителей. Данные фактических показаний контрольно-измерительных приборов в потоке онлайн или периодически по данным контроля лаборатории поступают в режиме реального времени в исходные данные модулей «Сырье» и «Технологические процессы», далее происходит расчет коэффициентов уровня влияния каждого из этапов производства сахара и комплексного коэффициента, которые сопоставляются с заданными значениями из модуля «Готовая продукция». При установлении различий заданных и фактических значений коэффициентов подаются команды на корректирующие действия, которые проводятся до тех пор, пока не установится заданное значение. Алгоритм обработки информации в модуле «Готовая продукция» представлен на рис. 2.

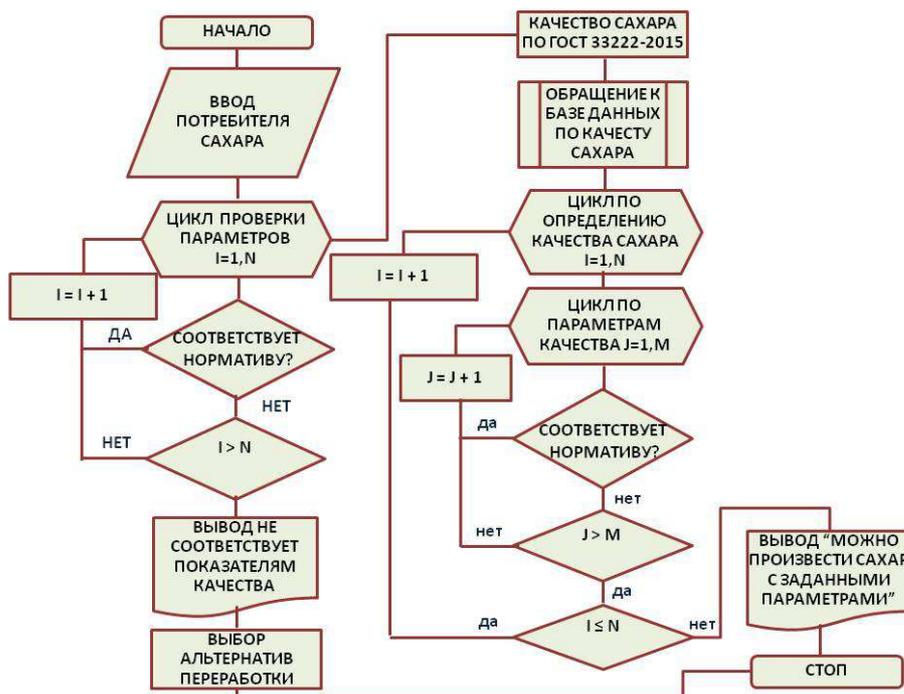


Рис. 2. Алгоритм обработки информации

Таким образом, интерфейс модуля «Готовая продукция» на основании соответствующих модели и алгоритма позволяет по установленным оператором требованиям к качеству готовой продукции оценивать технологические возможности линии по выработке сахара с заданными характеристиками. Если технологические возможности линии окажутся ограниченными, то есть линия не способна произвести сахар с определенными показателями, система покажет причины, ограничивающие возможность линии, и решения, которые следует применить в линии для повышения ее возможностей и выпуска сахара с заданными характеристиками.

Выводы. Специализированный программный комплекс СКАС «Сахар» позиционирован как инструмент оценки технологических возможностей линии при получении сахара с заданными характеристиками по требованиям промышленных потребителей. Его разработка велась с учетом современных подходов к созданию аналитических систем, а его использование позволит существенно снизить роль человеческого фактора в обеспечении достоверного контроля работы технологической линии предприятия.

Литература

1. Белов, В.С. Информационно-аналитические системы: основы проектирования и применения // Учеб. пособие – М.: ЕАОИ, 2010. – 111 с.
2. Уринцов А.И. Электронный обмен данными // Учеб. пособие – М.: Евразийский открытый институт, 2011. – 181 с.
3. Шапцев, В.А, Бидуля Ю.В. Теория информации. Теоретические основы создания информационного общества // Учеб. пособие. – М.: Юрайт, 2017. – 177 с.
4. Егорова, М.И. Формализация значимых факторов жизненного цикла сахара как инструмент обеспечения его безопасности и качества / М.И. Егорова, С.И. Казакова, Л.С. Чугунова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 8. – С. 44–47.

УДК 664.788/ 664.668.9

**ФУЗАРИОТОКСИНЫ И АФЛАТОКСИН В₁ В ПРОДОВОЛЬСТВЕННОМ ЗЕРНЕ
КУКУРУЗЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Седова И.Б., канд. биол. наук, **Захарова Л.П.** канд. биол. наук,
Киселева М.Г. канд. хим. наук, **Чалый З.А.**,
Тутельян В.А. академик РАН, д-р мед. наук

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный
исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» (Москва)*

Реферат. Представлены результаты мониторинга загрязнения фузариотоксинами (фумонизины В₁ и В₂ (ФВ₁ и ФВ₂), токсин Т-2, зеараленон (ЗЛ)) продовольственного зерна кукурузы урожаев 1999-2016 гг. в Российской Федерации. Также обсуждается загрязненность зерна урожаев 2013-2016 гг. афлатоксином (АФЛ) В₁. Была установлена высокая частота обнаружения ФВ₁ и ФВ₂ – соответственно 86 % и 52 % из 271 проанализированных проб. Превышение максимального допустимого уровня было выявлено в 10% проб. Также были обнаружены другие токсины: токсин Т-2 в 19 % проб, ЗЛ – в 7 % проб и АФЛ В₁ – в 6 % проб. 58 % из 62 проб зерна урожаев 2010-2016 гг. были контаминированы двумя и более микотоксинами. Наиболее характерными сочетаниями были ФВ₁+ФВ₂, Т-2+НТ-2+ФВ₁, ЗЛ+Т-2+НТ-2+ФВ₁+ФВ₂. В трех пробах кукурузы наряду с фузариотоксинами, был выявлен АФЛ В₁.

Ключевые слова: кукуруза, мониторинг, фузариотоксины, контаминация, фумонизины, зеараленон, Т-2 токсин, афлатоксин В₁

Abstract. Results of maize grain fusariotoxins contamination monitoring of 1999-2016 year harvests in Russian Federation are presented. Occurrence of aflatoxin В₁ in the harvest of 2013-2016 is also discussed. High occurrence of FB₁ and FB₂ was revealed in 86 % and 52 % of 271 analyzed samples, respectively. 10 % of analyzed samples were contaminated over maximum level. Other toxins were also found out: T-2 toxin - in 19 % samples, ZL – in 7 % of samples, AFL В₁ – in 6 % of samples. 58 % of 62 samples of grain yields in 2010-2016 years were contaminated with two or more mycotoxins. The most characteristic combinations were FB₁ + FB₂, T-2 + HT-2 + FB₁, ZL + T-2 + HT-2 + FB₁ + FB₂. AFL В₁ was detected in three samples of maize along with fusariotoxins.

Key words: maize, monitoring, fusariotoxins, contamination, fumonizins, zearalenone, T-2 toxin, aflatoxin В₁

Введение. Важнейшая составная часть политики в области здорового питания - это реализация Федерального Закона РФ «О качестве и безопасности пищевых продуктов, утвержденном Правительством РФ.

Микотоксины (МТ) - вторичные метаболиты микроскопических плесневых грибов, являются наиболее частыми природными загрязнителями растительных продуктов. Таких грибов более 300 видов (1000 штаммов), среди которых доминируют представители родов *Fusarium*, *Aspergillus* и *Penicillium*. Некоторые МТ, при их высоком содержании в кормах, могут накапливаться в продуктах животноводства [1-4].

По оценке Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), ежегодно приблизительно 25 % мирового урожая зерновых поражается МТ. Только в США экономические потери оцениваются в 10 миллиардов долларов в год, в странах Юго-Восточной Азии – в 400 миллиардов долларов, в Европейском союзе более чем в 5 миллиардов евро [5].

Опасность МТ для здоровья человека и сельскохозяйственных животных признана всем мировым сообществом [1, 6-8]. В развивающихся странах до 36 % всех заболеваний прямо или косвенно связано с МТ [9]. Известны произошедшие в разных странах случаи массовой острой интоксикации грибными метаболитами людей и животных, приведшие к смертельному исходу. В то же время хроническая интоксикация МТ, оказывающая влияние на иммунную систему и нарушающая работу внутренних органов, также представляет серьезную опасность [2, 10].

Согласно результатам отечественных и зарубежных исследований, наиболее распространенными в мире МТ являются фузариотоксины, получившие свое название от наименования рода грибов – *Fusarium* (токсины Т-2 и НТ-2, фумонизины (ФВ₁ и ФВ₂), зеараленон (ЗЛ), дезоксиниваленон (ДОН, vomitоксин), а также афлатоксины (АФЛ) и охратоксин А (ОТА). Все МТ обладают характерным для каждого токсическим действием [7,9,11].

Т-2 – токсин, вторичный метаболит микроскопических плесневых грибов рода *Fusarium* (*F. sporotrichioides* и *F. poae*), является одним из самых токсичных среди фузариотоксинов. Доказано его выраженное токсическое действие, которое характеризуется поражением желудочно-кишечного тракта, кроветворных и иммунокомпетентных органов. По данным комиссии ЕС [11,12], токсины Т-2 и НТ-2 достаточно часто встречаются в зерновых культурах в странах Евросоюза [5]. Показано присутствие токсина Т-2 в образцах кукурузы (28 %), пшеницы (21 %) и овса (21 %). Высокая частота и уровни загрязнения токсинами Т-2 и НТ-2 зерна и зернопродуктов были отмечены в Германии [13-15], Норвегии [16], Словакии [17], Египте [18], Италии [19] и реже в странах, расположенных в тропической и субтропических зонах.

ЗЛ относится к числу наиболее распространенных в мире МТ. Продуцентами токсина являются микроскопические грибы *F. graminearum* и *F. culmorum*. ЗЛ не обладает острым токсическим действием, но проявляет эстрогенное действие. Принимая во внимание вышесказанное и учитывая широкую распространенность этого токсина, нередко с другими фузариотоксинами, не следует недооценивать возможность его неблагоприятного влияния на здоровье человека [20]. Основным природным субстратом, в котором наиболее часто обнаруживается ЗЛ, является кукуруза. Поражение кукурузы микроскопическими грибами может происходить как в поле, на корню, так и при ее хранении. По данным Научного объединения по вопросам, связанным с пищей (SCOOP) по обобщающим сведениям, полученным от 9 европейских стран, ЗЛ обнаруживали более чем в 32 % проб различного вида зерна [12].

Фумонизины – класс МТ, образуемых преимущественно микроскопическими грибами *F. moniliforme* J. Sheldon. В естественных условиях в качестве природных контаминантов наиболее часто обнаруживают фумонизины В₁ и В₂, реже В₃, главным образом в кукурузе. Имеются данные о высокой частоте обнаружения этих токсинов в зерне кукурузы и продуктах ее переработки в США, Австралии, в ряде стран Европы. Фумонизины обладают выраженными канцерогенными свойствами [21]. Международное агентство по изучению рака классифицирует фумонизины, как соединения, возможно, канцерогенные для человека (Группа 2В).

АФЛ В₁, В₂, G₁ и G₂ являются природными загрязнителями пищевых продуктов и кормов, продуцентами которых являются *Aspergillus flavus* и *A. parasiticus*, которые поражают в основном арахис, кукурузу и семена хлопчатника. Острое токсическое действие АФЛ связано с тем, что они являются одними из наиболее сильных гепатотропных ядов, органом-мишенью которых является печень. Отдаленные последствия действия АФЛ проявляются в виде канцерогенного, мутагенного и тератогенного эффектов.

Комитет экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA) на основании данных токсикологических исследований установил величины условно переносимого суточного

поступления (УПСП) для человека: для суммы фумонизинов В₁, В₂ и В₃ на уровне 2 мкг/кг, ЗЛ – 0,5 мкг/кг, токсинов Т-2 и НТ-2 (или их суммы) – 0,06 мкг/кг. Допустимое суточное поступление для АФЛ не установлено, поскольку они являются сильнейшими канцерогенами [22, 23].

Известно, что МТ устойчивы к действию физических и химических факторов. Поэтому разрушение их в пищевых продуктах представляет трудную задачу. Общепринятые способы технологической и кулинарной обработки лишь частично уменьшают содержание МТ в продукте. Высокая температура (свыше 200 °С), замораживание, высушивание, воздействие ионизирующего и ультрафиолетового излучения оказались также малоэффективными [23].

Учитывая широкую распространенность МТ, их изменчивость, стабильность, высокий уровень опасности продуцируемых ими МТ для здоровья человека, невозможность полного предотвращения контаминации ими продовольственного сырья и пищевых продуктов, одной из основных мер защиты человека от их неблагоприятного воздействия является регламентирование и систематический контроль за их содержанием в продовольственном сырье и пищевых продуктах.

В РФ в настоящее время установлены гигиенические регламенты их содержания в зерне кукурузы, (мг/кг, не более): ЗЛ (1,0 – для кукурузы, пшеницы и ячменя), Т-2 токсина (0,1 – для зерновых), АФЛ В₁ (0,005 – для зерновых, орехов) и фумонизины (ФВ₁ и ФВ₂) (4,0 – для продовольственного зерна кукурузы (Технический регламент Таможенного союза 015/2011 «О безопасности зерна») [24].

Целью настоящей работы явилось изучение содержания фузариотоксинов (токсин Т-2, Ф В₁ и Ф В₂, ЗЛ) и АФЛ В₁ в продовольственном зерне кукурузы урожаев 1999-2016 гг.

Объекты и методы исследований. Для исследования были отобраны пробы продовольственного зерна кукурузы урожаев 1999-2016 гг., выращенной в Южном Федеральном округе (ФО) (Краснодарский край, Ростовская область), Северо-Кавказском ФО (Ставропольский край, республики Дагестан, Кабардино-Балкария, Северо-Осетинская республика, Карачаево-Черкесская республика, Ингушетия), Приволжском ФО (Волгоградская область, Оренбургская область), Дальневосточном ФО (Приморский край), Центральном ФО (Белгородская область, Липецкая область, Воронежская область, Тульская область) и поступающей по импорту (Украина, США, КНР, Франция, Венгрия, Казахстан).

Пробы зерна были отобраны по ГОСТ Р ИСО 24333-2011 «Зерно и продукты его переработки. Отбор проб» от однородных партий, хранящихся на хлебоприемных и перерабатывающих предприятиях, и представлены для исследования республиканскими, областными и краевыми Управлениями Роспотребнадзора, Российской ассоциацией производителей крахмалопаточной продукции и Государственной хлебной инспекцией при правительстве РФ.

Всего в работе проведено 318 анализов содержания ЗЛ, 276 анализов – ФВ₁ и ФВ₂, 86 анализов – токсина Т-2 и 49 анализов – АФЛ В₁.

Определение в зерне кукурузы токсинов ЗЛ, Т-2 и АФЛ В₁ осуществляли по комбинированной схеме: предварительный скрининг с помощью иммуноферментного анализа (ИФА) и подтверждение положительных результатов с помощью ВЭЖХ и/или ВЭЖХ-масс-спектрометрии (МС).

Скрининг ЗЛ (суммы ЗЛ, L-зеараленола, зеранола и β-зеараленола) проводили с помощью тест-систем для ИФА RIDASCREEN® Zearalenon (предел обнаружения 0,00175 мг/кг).

Скрининг трихотеценов (суммы токсинов Т-2, ацетил Т-2, НТ-2 и изо Т-2) определяли с помощью тест-системы для ИФА RIDASCREEN® Т-2 токсин (предел обнаружения 0,0035 мг/кг).

Скрининг АФЛ (суммы АФЛ В₁, АФЛ G₁, АФЛ В₂, АФЛ G₂, АФЛ М₁) проводили с помощью тест-систем для ИФА RIDASCREEN® Aflatoxin В₁ 30/15 (предел обнаружения 0,001 мг/кг).

Определение одержания ЗЛ в урожаях 1999-2006 гг. проводили в соответствии с МУК 5177-90 [25]. В более поздние годы содержание ЗЛ проводили согласно методу: измельченную навеску массой 20 г экстрагировали 100 мл ацетонитрил: водой (75:25), фильтровали. К 20 мл фильтрата добавляли 80 мл фосфатно-солевого буферного раствора (PBS). На иммуно-аффинную колонку (ИАК) Easy extract zearalenone наносили 50 мл разбавленного фильтрата, затем колонку промывали 20 мл PBS с рН=7,4, после чего последовательно элюировали 1,5 мл этанола и 1,5 мл воды. Полученные элюаты объединяли, упаривали досуха и перерастворяли в 1 мл метанола. Количественное определение ЗЛ в экстрактах проводили с помощью градиентного варианта ВЭЖХ Agilent 1100 с детектированием на флуориметрическом детекторе (длина волны экстинкции для качественного и количественного определения 274 нм; длина волны эмиссии – 470 нм, колонка с неподвижной фазой Phenomenex Luna C18(2), 250×4,6 мм, размер частиц – 5 мкм). В качестве подвижной фазы были использованы смеси воды (А) и ацетонитрила (В): 0 мин. – 60 % (Б), 10 мин. – 80 % (Б), 13 мин. – 90 % (Б), 14 мин. – 90 % (Б), 15 мин. – 60 % (Б), 22 мин. – 60 % (Б) (градиент линейный, скорость потока 1 мл/мин). В этих условиях время выхода ЗЛ составило 6,5 мин.

Для определения содержания токсинов Т-2 и НТ-2 экстракцию проводили из 20 г измельченного зерна с добавленными 2 г хлорида натрия с помощью 100 мл смеси метанол: вода (9:1), встряхивали на шейкере в течение 30 мин и фильтровали. К 10 мл фильтрата добавляли 40 мл PBS, перемешивали и отфильтровывали. Очистку 25 мл разбавленного экстракта проводили путем нанесения его на ИАК с последующей промывкой 20 мл PBS. Элюирование токсина осуществляли 1,5 мл метанола. Количественное определение токсинов проводили на хроматографической системе Agilent 1100. В качестве неподвижной фазы использовали колонку Phenomenex Luna C18(2), 150×4,6 мм, размер частиц – 5 мкм. В качестве подвижной фазы было применено градиентное элюирование смесью воды, подкисленной трифторуксусной кислотой (ТФА), до рН=3,0 (А) и ацетонитрила (Б): 0 мин. – 30 % (Б), к 5 мин. – 45 % (Б), к 10 мин. – 60 % (Б), с 12 мин. по 15 мин. – 95 % (Б) и с 16 по 21 мин. – 30 % (Б) (градиент линейный, скорость потока 1 мл/мин). В этих условиях время выхода токсинов Т-2 и НТ-2 составило 10,7 и 7,5 мин, соответственно.

При МС-детектировании использовали детектор Agilent 6410 (тип тройной квадруполь). При работе в режиме выделения отдельных ионов нижние пределы количественного определения для токсинов Т-2 и НТ-2 составили 0,002 и 0,005 мг/кг соответственно. Определение проводили по сумме ионов Т-2 и НТ-2 токсинов с калием (М+39) с молекулярными массами – 505,0 и 463,0 соответственно.

Количественное определение ФВ₁ и ФВ₂ проводили согласно «Методическим указаниям по определению фумонизинов В₁ и В₂ в кукурузе (зерно, крупа, мука) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» [26].

Количественное определение АФЛ В₁ проводили согласно МУК 4082-86 [27] и [28].

Статистически обработанные данные по содержанию МТ представляли в виде среднего арифметического (М) из контаминированных проб и медианы (Me) (уровня токсина в средней пробе из всех проб, расположенных по возрастающей степени загрязнения) и 90-го перцентиля (90 %) в пробах всего ряда.

Обсуждение результатов. Анализ 271 пробы зерна кукурузы урожаям 2000-2016 гг. показал наличие ФВ₁ и ФВ₂ в 86 % и 52 % соответственно, в том числе с превышением суммарного максимального допустимого уровня (МДУ) в 10 % случаев (табл. 1).

Таблица 1 - Загрязненность фумонизинами В₁ и В₂ продовольственного зерна кукурузы

Год	Кол-во проб	Фумонизины	Количество проб, содержащих токсин	Количество проб, содержащих токсин выше МДУ	Содержание токсинов в контаминированных пробах, мг/кг		Содержание токсинов в пробах всего ряда, мг/кг	
					диапазон	М	Me	90%
2000	53	В ₁	50 (94%)	6 (16%)	0,03-8,7	1,61	1,02	3,77
		В ₂	26 (49%)		0,04-3,15	0,67	0	0,94
2001	33	В ₁	31 (94%)	4 (15%)	0,02-17,91	1,86	0,46	4,52
		В ₂	23 (70%)		0,04-8,50	0,8	0,10	0,84
2002	28	В ₁	28 (100%)	11 (39%)	0,10-11,3	2,7	1,62	5,27
		В ₂	26 (93%)		0,06-1,90	0,7	0,56	1,56
2003	33	В ₁	28 (85%)	-	0,01-2,75	0,48	0,13	1,16
		В ₂	12 (36%)		0,11-0,88	0,37	0	0,47
2004	5	В ₁	5 (100%)	-	0,08-0,38	0,19	0,15	0,33
		В ₂	2 (40%)		0,11; 0,24	0,07	0	0,19
2005	16	В ₁	14 (90%)	6 (37%)	0,01-5,13	1,44	0,64	2,76
		В ₂	11 (70%)		0,16-2,9	0,89	0,26	1,59
2006	5	В ₁	3 (60%)	-	0,01-0,56	0,22	0,01	0,32
		В ₂	1 (20%)		0,24	0,25	0,02	0,12
2007	8	В ₁	5 (63%)	-	0,08-1,94	0,86	0,10	0,90
		В ₂	3 (38%)		0,13-1,41	0,61	0,02	0,65
2008	21	В ₁	16 (76%)	1 (5%)	0,025-2,93	0,74	0,11	1,94
		В ₂	8 (38%)		0,11-1,41	0,54	0	0,75
2009	2	В ₁	1 (50%)	-	0,94-1,88	1,19	1,19	1,88
		В ₂	1 (50%)		0,37-0,72	0,58	0,58	0,73
2010	18	В ₁	15 (83%)	-	0,03-0,84	0,29	0,13	0,60
		В ₂	7 (39%)		0,04-0,43	0,24	0	0,34
2012	2	В ₁	2 (100%)	-	0,54; 1,83	1,19	1,19	1,83
		В ₂	2 (100%)		0,11; 1,05	0,58	0,58	1,05
2013	4	В ₁	4 (100%)	-	0,92-2,85	1,70	1,51	2,46
		В ₂	4 (100%)		0,09-0,80	0,36	0,28	0,65
2014	16	В ₁	8 (50%)	-	0,05-2,02	0,46	0,025	0,41
		В ₂	6 (37%)		0,06-0,19	0,11	0	0,12
2015	9	В ₁	6 (67%)	-	0,02-0,51	0,132	0,03	0,20
		В ₂	0		0	0	0	0
2016	18	В ₁	18 (100%)	-	0,01-2,18	0,41	0,115	1,08
		В ₂	9 (50%)		0,04-0,62	0,22	0,02	0,30
Итого	271	В ₁	234 (86%)	28 (10%)	0,01-17,91			
		В ₂	141 (52%)		0,04-8,5			

Более детальное изучение загрязненности этими токсинами зерна урожаям 16 лет, показало, что урожаи зерна кукурузы 2002, 2004, 2012, 2013 и 2016 гг. характеризовались 100 % частотой обнаружения ФВ₁, а урожаи 2012 и 2013 гг. самой высокой частотой обнаружения (100 %) ФВ₂. Наибольшими величинами среднего уровня ФВ₁ в контаминированных образцах были 2,7 мг/кг (урожай 2002 г) и 1,44 мг/кг (урожая 2005 г.). Количество образцов, содержащих ФВ₁ и ФВ₂, в количествах, превышающих МДУ варьировало от 5 % (2008 г.) до 39 % (2002 г.). В остальные годы (2000-2003 гг., 2005-2010 гг., 2014-2015 гг.) частота обнаружения Ф В₁ была несколько ниже и варьировала от 50 % в 2009 г. до 94 % в 2000 г. и ФВ₂ от 20 % в 2006 г. до 70 % в 2001 г.

Таким образом, обобщая полученные данные можно заключить, что в период с 2000 по 2016 гг. в зерне кукурузы была выявлена высокая загрязненность ФВ₁ и ФВ₂. При этом в 2000-2002 гг., 2005 г. и в 2008 г. были выявлены случаи превышения суммарного МДУ фумонизинов, а медианный и 90% уровни загрязнения были значительно выше, чем в другие годы.

При изучении загрязненности зерна кукурузы урожаям 2008-2016 гг. токсином Т-2, было показано, что частота его обнаружения была значительно ниже, чем фумонизинами. Наиболее высокую частоту обнаружения токсином Т-2 выявляли в 2008, 2012, 2013 и 2016 гг.: 44 %, 50 %, 100 %, 33 % соответственно. Среднее содержание Т-2 токсина в контаминированных пробах варьировало в отдельные годы от 0,009 до 0,072 мг/кг, диапазон загрязнения - от 0,003 мг/кг до 0,235 мг/кг, при этом в одной пробе кукурузы урожая 2013 г. содержание токсина Т-2 превысило МДУ (табл. 2).

Таблица 2 – Загрязненность токсином Т-2 продовольственного зерна кукурузы

Год	Кол-во проб	Количество проб, содержащих токсин	Количество проб, содержащих токсин выше МДУ	Содержание токсина в контаминированных пробах, мг/кг		Содержание токсина в пробах всего ряда, мг/кг	
				диапазон	М	Ме	90%
2008	9	4 (44%)	0	0,006-0,077	0,027	0	0,28
2009	2	0	0	<0,002	0	0	0
2010	22	1 (4,5%)	0	0,025	0,025	0	0
2011	2	0	0	<0,002	0	0	0
2012	2	1 (50%)	0	0,072	0,072	0,036	0,072
2013	4	4 (100%)	1 (25%)	0,003-0,235	0,063	0,007	0,167
2014	18	0	0	<0,002	0	0	0
2015	9	2	0	0,007;0,01	0,009	0	0,007
2016	18	6 (33%)	0	0,003-0,100	0,033	0	0,032
Итого:	86	16 (19%)	1 (1%)	0,003-0,235			

Частота обнаружения ЗЛ в кукурузе была еще более низкая, чем для Т-2 токсина и фумонизинов, и составила в среднем 7 % для 318 изученных проб (табл. 3). Чаще ЗЛ находили в кукурузе урожаям 2006 г. – в 21 % проб, 2015 г. – 22 % и 2013 г. – 100 %. В остальные годы частота обнаружения ЗЛ не превышала 11%. Содержание токсина в контаминированных образцах варьировало от 0,005 мг/кг до 0,315 мг/кг. Ни в одной из исследуемых проб ЗЛ в количествах, превышающих МДУ, обнаружен не был.

При изучении содержания АФЛ В₁ в зерне кукурузы урожаям 2013-2016 гг. частота обнаружения токсина в среднем составила 6 % из 49 исследованных проб (табл. 4). Чаще чем в остальные годы, АФЛ В₁ обнаруживали в кукурузе урожаям 2013 г. – в двух из 4 исследованных проб и 2016 г. – в 6 % случаев. Содержание токсина в контаминированных образцах варьировало от 0,007 до 0,0247 мг/кг, в среднем – 0,0127 мг/кг. Ни в одном из

исследуемых образцов кукурузы урожаев 2014-2015 гг. АФЛ В₁ обнаружен не был. Количество образцов, содержащих АФЛ В₁, на уровне выше МДУ варьировало от 6 % (урожай 2016 г.) до 25 % (урожай 2014 г.).

Таблица 3 – Загрязненность зearаленоном продовольственного зерна кукурузы

Год	Количество проб	Количество проб, содержащих токсин	Количество проб, содержащих токсин выше МДУ	Содержание токсина в контаминированных пробах, мг/кг		Содержание токсина в пробах всего ряда, мг/кг	
				диапазон	М	Me	90%
1999-2000	98	1 (1%)	0	0,05	0,05	0	0
2001	33	2 (6%)	0	0,08; 0,14	0,11	0	0
2002	39	2 (5%)	0	0,08; 0,14	0,11	0	0
2003	33	2 (6%)	0	0,05;0,11	0,08	0	0
2005	11	0	0	<0,005	0	0	0
2006	14	3 (21%)	0	0,01-0,04	0,025	0	0
2007	11	0	0	<0,005	0	0	0
2008	8	0	0	<0,005	0	0	0
2009	2	0	0	<0,005	0	0	0
2010	18	1 (6%)	0	0,012	0,012	0	0
2012	2	0	0	<0,005	0	0	0
2013	4	4 (100%)	0	0,018-0,315	0,161	0,156	0,276
2014	18	2 (11%)	0	0,006;0,008	0,007	0	0,0018
2015	9	2 (22%)	0	0,008-0,038	0,023	0	0,008
2016	18	2 (11%)	0	0,005;0,017	0,011	0,011	0,0158
Итого:	318	21 (7,0%)	0	0,005 – 0,315			

Таблица 4 – Загрязненность афлатоксином В₁ продовольственного зерна кукурузы

Год	Количество проб	Количество проб, содержащих токсин	Количество проб, содержащих токсин выше МДУ	Содержание токсина в контаминированных пробах, мг/кг		Содержание токсина в пробах всего ряда, мг/кг	
				диапазон	М	Me	90%
2013	4	2 (50%)	1 (25%)	0,0007; 0,0247	0,0127	0,00035	0,0175
2014	18	0	0	<0,001	0	0	0
2015	9	0	0	<0,001	0	0	0
2016	18	1 (6%)	1 (6%)	0,011	0,011	0,011	0,011
Итого:	49	3 (9%)	2 (4%)				

Таким образом, обобщая полученные выше данные, можно заключить, что в период с 2000 по 2016 гг. в зерне кукурузы была выявлена высокая загрязненность ФВ₁ и ФВ₂. В частности, обращает на себя внимание высокий уровень контаминации этими токсинами кукурузы урожаев 2000 - 2002, 2005, 2012, 2013, 2016 гг. В эти годы от 90 до 100 % содержали токсин ФВ₁, а в 40-100 % -ФВ₂. При этом в 2000 - 2002 гг., 2005 г. и в 2008 г. были выявлены случаи превышения суммарного МДУ фумонизинов, а медианный и 90 % уровни загрязнения были значительно выше, чем в другие годы.

Кроме того, можно сделать вывод о более низкой по сравнению с фумонизинами загрязненности кукурузы Т-2 токсином (19 % проб), ЗЛ (7 % проб) и АФЛ В₁ (6 % проб). Полученные результаты о частоте обнаружения МТ в зерне кукурузы согласуются с данными полученными в разных странах Евросоюза и Канады [29].

Особого внимания заслуживают данные о возможности накопления в зерне кукурузы одновременно нескольких фузариотоксинов (ФВ₁, ФВ₂, токсин Т-2, ЗЛ). С 2010 г. на примере 62 проб зерна кукурузы эти исследования были проведены, а с 2013 г. дополнительно исследовали загрязненность АФЛ В₁ (табл. 5). Было показано, что в 58 % случаев пробы кукурузы были контаминированы двумя и более МТ.

Таблица 5 – Пробы продовольственного зерна кукурузы урожаев 2010 - 2016 гг., содержащие два микотоксина и более

Год урожая МТ	2010	2012	2013	2014	2015	2016	Загрязнено проб
ФВ ₁ +ФВ ₂	7 проб	1	-	4	-	7	19 (31 %)
Т-2+НТ-2+ФВ ₁	-	1	-	-	1	3	5 (8 %)
ЗЛ+Т-2+НТ-2+ФВ ₁ + ФВ ₂	-	-	4	-	-	-	4 (6 %)
Т-2+НТ-2+ФВ ₁ +ФВ ₂	1	-	-	-	-	2	3 (5 %)
ЗЛ+ФВ ₁ +ФВ ₂	-	-	-	2	-	-	2 (3 %)
ЗЛ+ФВ ₁	-	-	-	-	-	1	1 (2 %)
Т-2+ФВ ₁ +ФВ ₂	-	-	-	-	-	1	1 (2 %)
Т-2+ФВ ₁	-	-	-	-	1	-	1 (2 %)
Проб всего исследо- вано	14	2	4	15	9	18	62

Наиболее часто – в 31 % проб обнаруживали ФВ₁+ФВ₂; в 8 % случаев - Т-2+НТ-2+ФВ₁; в 6 % случаев - ЗЛ+Т-2+НТ-2+ ФВ₁+ФВ₂. Реже, в единичных партиях кукурузы, выявляли одновременно токсины Т-2+НТ-2+ ФВ₁+ФВ₂ – в 5 % случаев; ЗЛ+ФВ₁+ ФВ₂ – в 3 % случаев; ЗЛ+ ФВ₁ – в 2 % случаев; Т-2+ФВ₁+ФВ₂ – в 2 % случаев; Т-2+ФВ₁ – в 2 % случаев. Кроме этого в трех партиях кукурузы наряду с фузариотоксинами обнаруживали АФЛ В₁ (ЗЛ+Т-2+НТ-2+ФВ₁+ФВ₂+АФЛ В₁, ФВ₁+ФВ₂+АФЛ В₁, что свидетельствует об одновременном заражении зерна различными микроскопическими грибами-продуцентами МТ.

Выводы. Результаты мониторинга свидетельствуют о том, что существует вероятность постоянного загрязнения продовольственного зерна кукурузы одним и более фузариотоксинами, а также АФЛ В₁ в количествах, которые согласно современным представлениям об их токсических свойствах, нельзя считать абсолютно безопасными для человека.

Литература

1. Fusariotoxins in Russian Federation 2005–2010 grain harvests Tutelyan V.A. /Zakharova L.P. et al. // Food Additives & Contaminants: Part B. 2013. Vol. 6. - №2. С. 139–145.
2. Тутельян В.А. МТ (Медицинские и биологические аспекты) /В.А.Тутельян В.А., Л.В. Кравченко - М.: Медицина, 1985.- 320 с.
3. Мачихина Л.И. Научные основы продовольственной безопасности зерна (хранение и переработка) /Л.И.Мачихина Л.И., Л.В.Алексеева, Л.С. Львова // М.: ДеЛи принт, 2007. – 382 с.

4. Weidenbornen M. Encyclopedia of food mycotoxins. Springer, 2001.295 p.
5. FAO. Mycotoxins. Food Safety and Quality. 2013.
6. Тутельян В.А. Микотоксины /Тутельян В.А., Л.В. Кравченко, А.Ю. Сергеев // Микология сегодня. – Т. 1. Национальная академия микологии. – 2007. – С. 283–304.
7. Ueno Y. Trichothecenes as environmental toxicants. In: Reviews in environmental toxicology // 2 – Elsevier. Amsterdam. New York. Oxford. 1986. – P 303-341.
8. Mycotoxins: Occurrence, toxicology, and exposure assessment/Marin S et al //Food Chem. Toxicol. – 2013. – № 60. – P. 218–237.
9. Alshannaq A. and Yu J.-H. Occurrence, Toxicity, and Analysis of Major Mycotoxins nt. J. Environ. Res. Public Health –2017. – №14. – P.632-652.
10. Zinedine A. Review on toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: an estrogenic mycotoxin// Food Chem. Toxicol. – 2007. – V. 45. – №1. – P. 1-18.
11. Marasas W.F. Toxigenic *Fusarium* species: Identification and Mycotoxicology. The Pennsylvania state university press. 1989.
12. EC. Colle–ction of occurrence data of *Fusarium* toxins in food and assessment of dietary intake by the population of EU member states. European Commission. Report on Task for Scientific Cooperation (SCOOP) 3.2.10 EC Brussels. – 2003.
13. Occurrence of type A trichothecenes in conventionally and organically produced oats and oat product/ Gottschalk C., Barthel J., Engelhardt G. Et al. // Mol. Nutr. Food Res. 2007. Vol. 51, No 12. P. 1547-1553.
14. Natural occurrence of *Fusarium* toxins in soy food marketed in Germany/ Schollenberger M., Müller H.M., Rühle M. et al. // Int. J. Food Microbiol. 2007. Vol. 113. No 2. P. 142-146.
15. Further survey of the occurrence of *Fusarium* toxins in wheat grain in southwest Germany/ Müller H.M., J. Reimann, Schumacher U. et al. // Arch. Tierernahr. 2001.Vol. 54, No 2. – 173-182.
16. Trichothecene mycotoxins and their determination in settled dust related to grain production/ Nordby K.C., Halstensen, A.S., Elen O. et al // Ann. Agric. Environ. Med. 2004. V. 11. № 1. P. 75-83.
17. Incidence of trichothecenes and zearalenone in poultry feed mixtures from Slovakia/ Labuda R., Parich A., Bertiller F. et al. // Int. J. of Food Microbiol. 2005. V. 105, № 1. P. 19-25.
18. Soliman S. Mycoflora and *Fusarium* toxins of three types of corn grains in Egypt with special reference to production of trichothecene toxins // Microbiol. Res. 1995. – Vol. 150. – No 3. – P. 225-232.
19. Analysis of T-2 and HT-2 toxins in cereal grains by immunoaffinity clean-up and liquid chromatography with fluorescence detection/ Visconti A., Lattanzio V.M., Pascale M., et al. // J. chromatogr. A. 2005. V. 1075. – № 1-2. – P. 151-158.
20. Кравченко Л.В.Биобезопасность, микотоксины – природные контаминанты пищи/ Л.В Кравченко, В.А. Тутельян // Вопросы питания. 2005. – №11. – С. 3-13.
21. WHO. Fumonisin B1. (Environmental Health Criteria 219). WHO, Geneva, 2000, 150 pp.
22. JECFA. Evaluation of certain mycotoxins in food. (WHO Technical Report Series №906). WHO, Geneva, 2002. 62 pp.
23. JFCFA. Safety evaluation of certain mycotoxins in food. (WHO Food Additives Series 47 and FAO Food (WHO Food Additives Series 47 and FAO Food and Nutrition Paper 74). 2001.691 pp.
24. Технический регламент Таможенного союза 015/2011 (ТР ТС 015/2011) О безопасности зерна).
25. МУК № 5177-90 Методические указания по обнаружению, идентификации и определению содержания дезоксиниваленола (вомитоксина) и зearаленона в зерне и зернопродуктах».
26. МУК 4.1.1692-05 Методические указания по определению фумонизинов В₁ и В₂ в кукурузе (зерно, крупа, мука) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии».
27. МУ 4082-86 Методические указания по обнаружению, идентификации и определения содержания афлатоксинов в продовольственном сырье и пищевых продуктах с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии».
28. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов/ под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: Брандес, Медицина, 1998. – с. 207 - 248.
29. Co-Occurrence of Regulated, Masked and Emerging Mycotoxins and Secondary Metabolites in Finished Feed and Maize – An Extensive Survey/ Kovalsky P., Kos G, Nahrer K. et al. // Toxins.2016. №8. С. 363.

УДК 619:615.9:658.562

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Абрамов А.А., Семенов М.П., д-р вет. наук,
Кузьмина Е.В., д-р вет. наук

Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии» (Краснодар)

Реферат. В статье приведены данные по оценке фармакологических эффектов на лабораторных животных комплексной кормовой добавки для птицы, состоящей из рапсового лецитина и волокон свекловичных. Установлено, что исследуемая комплексная кормовая добавка обладает выраженными биологически активными свойствами, не оказывает токсического действия на животных при длительном применении, а также плодотворно влияет на процессы биологического синтеза в печени, то есть обладает гепатопротекторными свойствами.

Ключевые слова: лецитин рапсовый, волокна свекловичные, кормовая добавка, обмен веществ, фармакодинамические эффекты, биохимический анализ крови

Summary. The article presents data on the assessment of pharmacological effects on laboratory animals of complex feed additives for poultry consisting of rapeseed lecithin and beet fibers. It was found that the studied complex feed additive has pronounced biologically active properties, does not have a toxic effect on animals with long-term use, and also fruitfully affects the processes of biological synthesis in the liver, that is, has hepatoprotective properties.

Key words: lecithin rapeseed, sugar beet fiber, fodder additive, metabolism, biochemical blood analysis, pharmacological effects

Введение. Активная интенсификация производственных процессов на животноводческих предприятиях нашей страны принесла не только повышение экономических показателей АПК за счет расширения спектра и объемов отечественной животноводческой продукции, но и множество новых обменных патологий сельскохозяйственных животных. Одна из наиболее распространенных и опасных – проблема нарушений работы печени. Так как гепатопатологии имеют мультифакторную природу, они достаточно широко распространены на современных промышленных комплексах, нанося колоссальный экономический ущерб, вследствие падежа животных, снижения продуктивности, воспроизводительной способности, резистентности, развитием на этом фоне многих инфекционных и незаразных болезней [1,2].

Печень является центральным органом метаболизма и детоксикации вредных инородных веществ. Нарушение обменных процессов в этом органе может привести к стойкой, порой необратимой печеночной недостаточности. Решением данной проблемы может стать введение в рацион кормовой добавки, обладающей гепатопротекторными свойствами и выраженной сорбционной активностью [3,4]. В связи с этим, поиск новых источников для производства безопасных и эффективных кормовых добавок для современного животноводства является актуальным.

Основными компонентами изучаемой кормовой добавки являются лецитин, полученный из рапсовых масел, содержащий до 60 % собственно фосфолипидов, а также во-

локна свекловичные, полученные из жома сахарной свеклы по технологии, разработанной учеными Краснодарского научно-исследовательского института хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия».

Фосфолипиды, содержащиеся в лецитине, являются основными структурными компонентами биологических мембран организма и служит строительным материалом клеток. Преимуществом рапсового лецитина является более низкая цена по сравнению с подсолнечным и соевым лецитином, при этом содержание фосфолипидов в рапсовом лецитине практически не отличается от других лецитинов. (фосфатидихолин 17 %, против 18 % в соевом, фосфатидилсерин 8 %, против 5,9 % в соевом). Кроме того, рапсовый лецитин более стабилен и менее подвержен окислению, так как содержит меньшее количество полиненасыщенных жирных кислот.

Кроме этого, ранее в работах [5,6] в опытах на лабораторных животных было установлено, что рапсовые лецитины проявляют в большей степени, чем подсолнечные лецитины, антиоксидантные свойства, то есть обеспечивают антиоксидантную защиту организма животного, а также проявляют гипохолестеринемические свойства.

Вторым компонентом кормовой добавки являются волокна свекловичные, которые имеют ряд достоинств: в составе содержится клетчатка, которая состоит из целлюлозы (22,3 %) и лигнина (5,5 %) и поэтому она хорошо переваривается животными; пищевые волокна из свекловичного жома обладают выраженной сорбционной активностью [3].

Во-первых, это эффективная механическая сорбция. За этот вид сорбции отвечает клетчатка – нерастворимая часть пищевых волокон. Во-вторых, не менее важная биохимическая сорбция. Этот вид сорбции осуществляют растворимые в кишечнике пищевые волокна с небольшим молекулярным весом (альгинаты, камеди, пектины и др.), растворяясь в кишечнике до более низкомолекулярных соединений, эти вещества вступают в биохимические реакции с экологически вредными веществами, что приводит не просто к сорбции, а нейтрализации последних (радионуклидов, продуктов распада желчных кислот, канцерогенов). В-третьих, биологическая сорбция, осуществляемая фруктоолигосахаридами, очищающее действие которых опосредовано и связано с нормализацией кишечной микрофлоры (бифидо- и лактобактерий), которая, в свою очередь, обезвреживает продукты распада, накапливающиеся в кишечнике.

Целью работы явилось изучение воздействия новой комплексной кормовой добавки на организм лабораторных животных.

Объекты и методы исследования. Объект исследований – комплексная кормовая добавка для птицы, состоящая из рапсовых лецитинов и волокон свекловичных. Исследование проводили на белых лабораторных крысах массой тела $240 \pm 2,1$ г. Животных разделили на 2 группы (опытную и контрольную) по 6 крыс в каждой по принципу параналогов. В опытной группе крысам назначали волокна свекловичные вместе с лецитином рапсовым в дозе 2,1 г на голову (2 г волокон + 0,1 г лецитина), один раз в день в течение 28 дней. Кормовую добавку задавали в виде твердой лекарственной формы – болюс, который готовили перед каждым введением. В качестве формообразующего вещества использовали дистиллированную воду. Контрольным животным задавали болюсы, изготовленные из ржаной муки и дистиллированной воды. В течение опыта всех животных содержа-

ли на основном рационе, поили вволю, прикорм: тыква, яблоки. За всеми животными вели клиническое наблюдение, регистрируя общее состояние, динамику массы тела. На 15-й и 28-й дни опыта производили взвешивание животных, отбирали кровь для биохимических исследований.

Твердая форма кормовой добавки (болусы) удобна для экспериментов на лабораторных крысах. В опытах на сельскохозяйственной птице, а в дальнейшем и на производстве будет применяться обезжиренный лецитин в порошковой форме в смеси с волокнами свекловичными, то есть кормовая добавка будет производиться в форме порошка.

Клиническую часть опыта проводили на базе вивария Краснодарского НИВИ. Крысы содержались в клетках на подстилке из древесных опилок, температура воздуха поддерживалась в пределах 20-25 °С, относительная влажность воздуха – 45-60 %. Биохимические исследования проводились в фармакологическом отделе института на автоматическом биохимическом анализаторе Vitalab Flexor Junior (страна-производитель Нидерланды).

Взятие крови у крыс проводили методом пункции сердца. У наркотизированного животного выстригали шерсть в области предполагаемого укола и дезинфицировали кожу. Пальпаторно определяли место конечного толчка сердца. На 1 см краниальнее от установленной точки, отступив на 1-2 мм от левого края грудины, производили укол, держа иглу вертикально. Таким образом, одновременно от одной крысы получали 3-4 мл крови. При пункции сердца лучше пользоваться вакуумным методом отсасывания крови. Пункцию необходимо проводить не чаще одного раза в неделю. После взятия крови подкожно вводили 0,9 %-й раствор хлорида натрия.

У всех животных из каждой группы трижды исследовали кровь (в начале, середине и конце опыта), в которой определяли общее содержание белка, мочевины, общий билирубин, глюкозу, а также активность аминотрансфераз.

Обсуждение результатов. Установлено, что клиническое и физиологическое состояние животных опытной группы за весь период эксперимента не отличалось от состояния контрольных крыс.

При анализе биохимических показателей сыворотки крови были выявлены некоторые позитивные изменения в гомеостазе животных опытной группы. Так, к концу эксперимента было отмечено повышение уровня общего белка $76,2 \pm 1,13$ г/л у опытных крыс по сравнению с контролем ($67,0 \pm 0,89$ г/л). Причем, применение кормовой добавки способствовало повышению концентрации общего белка на 10,3 % от исходного уровня. В контрольной группе повышение этого показателя было незначительным, составляя 2,9 % от фоновых значений. Аналогичные изменения отмечены и по обмену мочевины. Являясь основным конечным продуктом белкового обмена, мочевина характеризует способность печени к ее синтезу. Повышение мочевины в сыворотке крови опытных крыс к концу эксперимента коррелирует с увеличением уровня общего белка. Ее увеличение в группе опытных крыс к концу экспериментального периода составило 9,5 % в отличие от контрольных аналогов, у которых уровень мочевины возрос на 5,7 %. В показателях общего билирубина у животных обеих групп различий выявлено не было. Уровень аминотрансфераз на протяжении всего исследования оставался в пределах физиологических значений и их изменения были незначительными. На конец эксперимента у опытных крыс уровень аланинаминотрансферазы составил $71,7 \pm 2,54$ ЕД/л; аспаргатаминотрансферазы –

85,4±2,48 ЕД/л, у контрольных – соответственно 74,9±2,09 ЕД/л и 87,3±3,14 ЕД/л. Отсутствие резких колебаний в сторону повышения аминотрансфераз указывает на целостность стенок гепатоцитов и их функциональную деятельность, не осложненную патологическими процессами. Удерживая избыточное количество поступивших с кормами углеводов (в виде гликогена), печень активно участвует в углеводном обмене, регулируя уровень сахара в крови. У опытных животных было отмечено увеличение концентрации глюкозы в сыворотке крови до 8,6±0,21 ммоль/л (на 26,4 % от фоновых показателей), тогда как в контрольной группе колебания в содержании глюкозы в сыворотке крови были незначительными.

Выводы. На основании проведенного опыта можно сделать вывод, что исследуемая комплексная кормовая добавка обладает выраженными биологически активными свойствами, не оказывает токсического действия на животных при длительном применении, а также плодотворно влияет на процессы биологического синтеза в печени, то есть обладает гепатопротекторными свойствами. Данный эффект поможет снизить нагрузку на печень птицы в условиях промышленного птицеводства, а это позволит снизить падеж и повысить продуктивность в данной отрасли сельского хозяйства.

Литература

1. Кузьминова Е. В. Применение гормональной терапии как причина развития патологии печени у животных / Е. В. Кузьминова, М. П. Семененко, В. А. Соболев, А. А. Абрамов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 2. – С. 130-134.
2. Перспективы расширения спектра применения гепатопротекторов в ветеринарии / Кузьминова Е. В., Семененко М. П., Старикова Е. А., Тяпкина Е. В., Ферсунин А. В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №102(102) С. 779 – 789.
3. Петенко, А.И. Биотехнология кормов и кормовых добавок /А.И. Петенко, А.Г. Кошцаев, И.С. Жолобова, Н.В. Сазанова //Изд-во Кубанский ГАУ: Краснодар. – 2012. – 454 с.
4. Semenenko, M. P. Molecules of Medium Mass as an Integral Indicator of Endogenous Intoxication in the Diagnosis of Hepatopathy and its Effect on Improving the Economic Efficiency of Veterinary Measures in the Field of Dairy Farming /M. P. Semenenko, E. V. Kuzminova, E.V. Tyapkina [at el.] //Journal of Pharmaceutical Sciences and Research (JPSR). – Vol. 9(9). – 2017. – P. 1573-1575.
5. Корнен Н.Н. Исследование гипохолестеринемических свойств рапсовых и подсолнечных лецитинов / Н.Н. Корнен, С.А. Калманович, Т.А. Шахрай, Е.В. Кузьминова, М.П. Семененко // Новые технологии. – 2017. – № 3. – С. 38-43.
6. Корнен Н.Н. Сравнительная оценка эффективности антиоксидантного действия рапсовых и подсолнечных лецитинов в опытах на лабораторных животных / Н.Н. Корнен, С.А. Калманович, М.П. Семененко, Е.В. Кузьминова, // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – № 5. – С. 3 - 8.

УДК 637.073

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИЖИЗНЕННОГО ОБОГАЩЕНИЯ МЯСА КРОЛИКОВ ДЕФИЦИТНЫМИ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА МИКРОНУТРИЕНТАМИ

Бабурина М.И., канд. биол. наук, **Горбунова Н.А.**, канд. техн. наук

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение науки
«Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (Москва)*

Реферат. Исследованы продуктивные показатели откормочного молодняка кроликов при использовании в рационах селенсодержащих добавок и изменения убойных и мясных показателей качества тушек под действием вышеуказанных ингредиентов. Введение в комбикорм IV опытной группы кроликов нута способствовало повышению среднесуточного прироста живой массы на 26,5 и 22,5 % (при $P < 0,01$) по сравнению с контрольными группами, а также снизились и затраты корма на 1 кг прироста живой массы на 23,4 и 16,9 %. Индекс мясности составил 0,90, 0,97, 1,01, 1,05 для I, II, III, IV групп соответственно. В опытных группах селен максимально накапливается в мышечной ткани, а в контрольных – в печени, что может косвенно свидетельствовать о том, что селен в опытных группах присутствует в оптимальных для усвоения организмом животного формах, что позволило рекомендовать наиболее эффективный способ обогащения мяса кроликов селеном.

Ключевые слова: мясо кроликов, индекс мясности, прижизненное обогащение, селен

Summary. The paper examines the productive indicators of fattening young rabbits when using selenium containing additives in the diets and changes in the slaughter and meat indicators of carcass quality under the effect of the above-mentioned ingredients. Addition of chickpea into the combined feed of the rabbits from the 4th group facilitated an increase in the average daily liveweight gain by 26.5 and 22.5 % ($P < 0.01$) compared to the control groups; feed consumption per 1 kg of liveweight gain decreased by 23.4 and 16.9 %. Fleshing index was 0.90, 0.97, 1.01, 1.05 for the 1st, 2nd, 3rd and 4th groups, respectively. In the experimental groups, maximum accumulation of selenium was in the muscular tissue, in the control group in liver, which can indirectly suggest that selenium was present in the experimental groups in the forms optimal for absorption by the animal body, which allows recommending the most effective method for rabbit meat enrichment with selenium.

Key words: rabbit meat, fleshing index, lifetime enrichment, selenium

Введение. Мясо кроликов – ценнейший диетический продукт питания. Из всех видов мяса крольчатина по белковой питательности, сочности, нежности и усвояемости занимает одно из первых мест.

Однако для полной оценки качества мяса, особенно с точки зрения рационального питания человека, вышеприведенных показателей недостаточно, так как определяющее значение должна иметь пищевая и биологическая ценность продукта.

Современная медицина при оценке пищевой ценности продуктов питания главное внимание обращает на содержание белка и его биологическую полноценность, а также на содержание в мясных тканях животных микронутриентов в соответствии с физиологическими потребностями человека.

Микронутриенты необходимы для нормального осуществления обмена веществ, роста и развития организма, защиты от болезней и вредных факторов окружающей среды, надежного обеспечения всех жизненных функций. Они должны поступать в организм человека регулярно в готовом виде с пищей в количестве, соответствующем физиологической потребности [1].

Наиболее разумным способом улучшения обеспеченности населения микронутриентами в общегосударственном масштабе является обогащение ими продуктов массового потребления и, в первую очередь, мясных.

Существуют три возможности обогащения: вводить микронутриент через таблетки или биологические активные добавки; вводить микронутриент непосредственно в продукт при его производстве; вводить микронутриент через корма, обогащая, тем самым, мясо и готовые продукты.

При первых двух вариантах есть опасность передозировки. Наиболее безопасным методом получения пищевых продуктов, обогащенных микронутриентом является введение в рацион животных подкормок и кормов с его высоким содержанием.

Одним из эссенциальных микронутриентов является селен.

Экспериментальные исследования и работы ученых многих стран по изучению биологической роли селена показали, что селеновые препараты оказывают хороший лечебный и профилактический эффект при многих заболеваниях, повышают иммунитет и усиливают процессы саморегуляции организма. Селен регулирует проницаемость клеточных мембран, предотвращает миопатии желудка и сердца, фиброзную дегенерацию поджелудочной железы. Селен участвует в синтезе кофермента Q-10, имеющего важное значение для здоровья сердца и восстановления сердечной мышцы после инфаркта. Он находится в микроколичествах практически во всех тканях животных, исключая жировую. Считается, что селен обладает канцеропротекторным действием [2,3]. Селен – важный микроэлемент, необходимый для поддержания иммунной системы человека.

Объекты и методы исследований. Исследования по прижизненному обогащению мяса кроликов селеном проводили совместно с ВИЖем, при этом в рационах использовали два вида добавок – селеносодержащий препарат «Сел-Плекс» и высокоселеносодержащую бобовую культуру – нут.

Опыт по откорму кроликов проводился в течение 120 дней в условиях АПХ «Дубровицы» Подольского района Московской области. Все рационы были уравновешены по основным нутриентам.

Были сформированы следующие контрольные и опытные группы.

Крольчата I отрицательной контрольной группы кормили гранулированными комбикормами без биологически активных веществ (без премикса).

Крольчата II положительной контрольной группы получали те же комбикорма, но с вводом 1 % премикса ПКК 90-1.

В комбикорма для крольчат III опытной группы вводили премикс ПКК 90-1 в количестве 1,5 % (от массы комбикорма), в состав которого включен селеносодержащий препарат «Сел-Плекс».

В комбикормах для крольчат IV опытной группы часть пшеницы, ячменя, шрота подсолнечного и травяной муки заменили нутом, доведя его уровень до 30 %.

Определяли следующие показатели: массовую долю влаги по ГОСТ 9793-74; массовую долю жира по ГОСТ 2304-86; массовую долю золы по ГОСТ 2626 –84; массовую долю общего белка методом Къельдаля ГОСТ 23327-78.; перевариваемость белков пищеварительными ферментами методом Покровского-Ертанова (1965); содержание селена – на спектрофотометре Spekr AA 220-FS (Varian, США) по МУК 4.1.033-95.

Обсуждение результатов. Результаты откорма выявили преимущество IV опытной группы над остальными.

За период откорма крольчат с 60 до 120 дневного возраста, включение в состав комбикормов бобовой культуры – нут оказало положительное влияние на интенсивность откорма.

Введение в комбикорм IV опытной группы кроликов нута способствовало повышению среднесуточного прироста живой массы на 26,5 и 22,5 % (при $P < 0,01$) по сравнению с I и II контрольными группами. Снизились и затраты корма на 1 кг прироста живой мас-

сы на 23,4 и 16,9 %. Добавление Сел-Плекса в рацион III группы привело к незначительному повышению среднесуточного прироста живой массы на 7,9 и 4,5 % по сравнению с I и II контрольными группами.

Сохранность молодняка, получавшего Сел-Плекс в комбикорме, составляла 97,2 %. При скармливании комбикорма с нутом у кроликов не наблюдалось отклонений пищеварения от нормы и сохранность молодняка в этой группе была 100 %.

Повышение среднесуточного прироста живой массы и лучшую конверсию корма кроликами IV группы можно объяснить более сбалансированным аминокислотным составом комбикорма с включением в него 30 % по массе бобов нута.

Убойная масса тушки IV группы также была выше ($P < 0,01$) по сравнению с контрольными группами.

По контрольному убою молодняка кроликов в возрасте 120 дней установлено, что убойная масса тушки в IV и III опытных группах была достоверно выше, соответственно на 12,6 и 11,9; 4,9 и 4,3 % ($P < 0,01$ и $P < 0,05$) по сравнению с I и II контрольными группами.

Таким образом, показано положительное влияние селена на сохранность поголовья и прирост живой массы кроликов.

Информативным является показатель мясности, характеризующий соотношение мышечной и костной тканей на тушке. Проведенный морфологический анализ позволил установить индекс мясности, который составил 0,90, 0,97, 1,01, 1,05 для I, II, III, IV групп соответственно. Полученные данные свидетельствуют о преобладающей доле мышечной ткани в IV опытной группе, составившей 46,2 %, в то время как, например, для I контрольной группы данный показатель составил 41,3 %.

Результаты общего химического анализа мяса представлены в табл.

Таблица – Общий химический состав мяса кроликов

Массовая доля, %	Перед постановкой на откорм	Контрольные и опытные группы			
		I	II	III	IV
Влаги	76,40±0,40	74,23±0,13	72,55±0,52	74,90±0,19	74,05±0,27
Белка	18,90±0,38	20,83±0,12	20,60±0,08	20,00±0,37	21,80±0,08
Жира	3,70±0,20	3,57±0,17	5,27±0,21	3,43±0,12	2,70±0,24
Золы	0,97±0,05	1,20±0,02	1,24±0,05	1,27±0,01	1,08±0,06

Результаты показали достоверное увеличение белка в мясе IV опытной группы, в остальных группах содержание белка оставалось на одном уровне в интервале 20,00 – 20,83 %.

Также в опытных группах была определена влагоудерживающая способность, которая показала достоверно более высокие показатели ВУС в IV опытной группе – 77,2 % к общей влаге, в то время, как в остальных этот показатель составил от 73,5 % к общей влаге для I контрольной группы до 75,5 % к общей влаге для III опытной группы.

Сравнительные данные по влиянию откорма на переваримость мяса кроликов (сырого и варено-копченого), мг тирозина/г белка представлены на рис. 1.

Результаты исследования переваримости показали, что мясо как сырое, так и после кулинарной обработки в IV и III опытных группах отличалось наивысшей переваримостью по сравнению с контрольными.

Особый интерес представляло изучение процесса аккумуляции селена в органах и тканях кролика. Для исследований было выбрано два объекта изучения – мышечная ткань, как представляющая наибольший коммерческий интерес, и печень – как орган, максимально чутко реагирующий на переизбыток селена (рис. 2).

Максимальное содержание селена отмечено для четвертой опытной группы – 120,8 мкг/кг, затем следует третья опытная группа. Содержание селена в двух контрольных составило 86,8 и 91,2 мкг/кг соответственно, до постановки на откорм содержание

селена составило 89,69 мкг/кг. Полученные данные согласуются с результатами исследований цвета мяса.

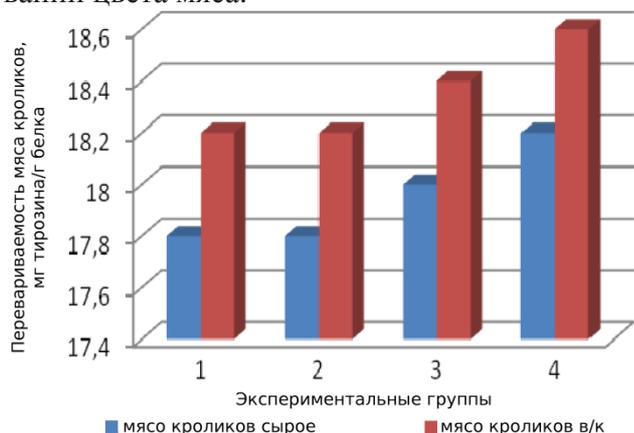


Рис. 1. Сравнительные данные по влиянию откорма на переваримость мяса кроликов (сырого и варено-копченого)

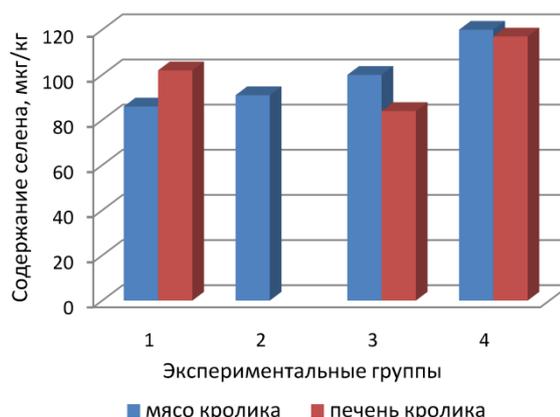


Рис. 2. Содержание селена в мясе и печени кроликов до (группа 1) и после откорма (группы II-IV)

Установлена прямая зависимость изменения содержания селена от насыщенности красным цветом мышечной ткани и печени кроликов. Так, мышечная ткань кроликов IV опытной группы приобрела максимально насыщенное красное окрашивание (показатель красноты составил 10,58), с уменьшением содержания селена в мышечной ткани снижалась и насыщенность красного окрашивания. Мышечная ткань кроликов перед постановкой на откорм отличалась минимальными значениями показателя красноты – 5,38, по сравнению с его значениями для других исследуемых групп. Что касается окрашенности печени, то здесь, по-видимому, оказывает влияние комплекс железо-селен.

В целом, можно констатировать, что в опытных группах селен максимально накапливается в мышечной ткани, а в контрольных – в печени, что может косвенно свидетельствовать о том, что селен в опытных группах присутствует в оптимальных для усвоения организмом животного формах.

При выработке продуктов (кролик варено-копченный и мясо кролика в собственном соку) описанные выше зависимости сохранялись.

Выводы. Таким образом, проведенными экспериментами достоверно показана возможность прижизненного обогащения мяса кроликов эссенциальным микроэлементом – селеном, и продемонстрирована возможность получения из такого мяса продукта, обогащенного селеном.

Литература

1. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами/ В.Б.Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский // Наука и технология. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2005. – 548 с.
2. Fleet J.C. Dietary selenium repletion may reduce cancer incidence in people at high risk who live in areas with low soil selenium. //Nutr. Rev. - 1997. – № 55(7). - P. 277-279.
3. Предотвращение (профилактика) дефицита селена у человека с помощью селенированной сои / Джуич И. [и др.] // Микроэлементы в медицине, 2001. - N 2 (4). – С. 2–11.

УДК 615.322

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СВОЙСТВ ТРАВЯНОГО СБОРА, ОБЛАДАЮЩЕГО САХАРОСНИЖАЮЩИМ ЭФФЕКТОМ

Полякова Е.Д., канд. техн. наук, Иванова Т.Н., д-р техн. наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева» (Орел)

Реферат. Обосновано использование травяного сбора «Арфазетин-Э» в составе обогатителя поликомпонентного растительного пищевого. Представлены результаты исследований общего химического состава травяного сбора, а также состава биологически активных веществ.

Ключевые слова: сахарный диабет, травяной сбор «Арфазетин-Э», химический состав, витаминный состав

Summary: It justifies the use of herbal collection "Arfazetin-E" in the composition of a multi-component vegetable food enrichment. This are presented is results of studies of total chemical composition of herbal collection, as well as the composition of biologically active substances.

Key words: sugar diabetes, herbal collection "Arfazetin-E», chemical composition, vitamin composition

Введение. В настоящее время расширение ассортимента, наращивание производства продуктов функциональной направленности с целью формирования здорового питания, улучшения пищевого статуса и качества жизни населения являются приоритетными задачами государственной экономической политики. Одной из серьёзных медико-социальных проблем, связанных с питанием населения, является значительная распространённость и неуклонный рост заболеваемости сахарным диабетом (СД). В данное время на планете насчитывается 246 млн. больных данным заболеванием, в РФ – около 12 млн. человек, что составляет более 8,0 % населения.

Категории потребителей с сахарным диабетом особенно ощущают дефицит биологически активных веществ. Это снижает устойчивость организма к негативным воздействиям окружающей среды, что приводит к появлению нарушения иммунологической реактивности (иммунодефицита), усугубляя тем самым состояние здоровья людей с нарушениями обмена веществ.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования являлись: семена льна двух сортов (ТУ 9729-011-45437467-2009 (ОАО Красногорсклексредство (Россия)), эхинацея пурпурная (надземная часть) (СГР ЛРС-007043/09 от 07.09.2009), створки фасоли шести сортов (42-2942-93 (ООО «Хербес», г. Пенза)), сбор трав «Арфазетин-Э» (по СГР ЛС-000128, от 24.02.2010 г (ОАО Красногорсклексредство (Россия));

– сбор-порошок для обогатителя (сбор трав «Арфазетин-Э»; эхинацея пурпурная (надземная часть); смесь из створок фасоли шести сортов в равных частях; семена льна двух сортов – 50:50) – в соотношении 1:1:1:3);

– экстракты из растительного сырья и сбора-порошка для обогатителя.

При выполнении исследований определяли: влагу и зольность – по ГОСТ 24027.2-80; минеральный состав озолением, элементарный состав в системе сканирующего микроско-

па JEOZ (Япония) с помощью рентгеноспектрального ЭДС детектора mini Cup; витаминный состав – по ГОСТ Р 50928-96, ГОСТ Р 50929-96, ГОСТ 31643-2012 и ГОСТ Р 50479-93; содержание белка в семенах льна пищевого – по ГОСТ 10846-91; аминокислоты в семенах льна пищевого методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на аминокислотном анализаторе фирмы Biotronik LG-5001 (Германия); жирнокислотный состав – по ГОСТ 30418-96; сахара и крахмал – по ГОСТ 26176-91; пектиновые вещества – по ГОСТ 29059-91; клетчатку – по ГОСТ 13496.2-91; водоудерживающую способность сбора-порошка гравиметрическим методом; редуцирующие сахара в процессе гидролиза сахарозы и крахмала – по ГОСТ 5903-89.

Обсуждение результатов. Сахароснижающий эффект дают экстракты, приготовленные из сбора «Арфазетин-Э», который представляет собой измельченную растительную смесь, приготовленную из лекарственного растительного сырья в следующем соотношении (%): цветы ромашки – 10; трава зверобоя – 10; плоды шиповника – 15; трава хвоща – 10; побеги черники – 20; створки фасоли – 20; корни с корневищами элеутерококка – 15. Установлено, что травяной сбор способен вызывать состояние, при котором снижен уровень сахара в крови у пациентов с СД 2-го типа, получавших препараты сульфаниламидной группы [1].

Анатомические части надземной части черники обыкновенной способствуют снижению уровня сахара в крови, обладают инсулиноподобным действием. Учеными установлено, что в листьях черники содержится около 2 % гликозидов миртилина и неомиртилина, которые вызывают увеличение толерантности к углеводам. Также в листьях и плодах черники обнаружены флавоноиды, танины, органические кислоты, арбутин, аскорбиновая кислота (не более 250 мг/%); антоцианины, дубильные вещества, сахара, гидрохинон, сапонины и отдельные микронутриенты [2].

В плодах шиповника отсутствует фермент аскорбиноксидаза, поэтому аскорбиновая кислота при переработке и хранении плодов, в отличие от других видов сырья сохраняется максимально. Установлено, что в плодах шиповника содержится 3000 мг% аскорбиновой кислоты.

Створки фасоли обыкновенной обладают выраженным гипогликемическим действием и содержат в своем составе очищенный суммарный комплекс фенольных соединений. В створках фасоли обнаружена гемицеллюлоза, заменимые и незаменимые аминокислоты [3].

Хвощ полевой при СД оказывает противовоспалительное, кровоостанавливающее, эпителизирующее, мочегонное и дезинфицирующее действие. В надземной части хвоща полевого обнаружены флавоноиды, органические кислоты, эфирное масло, дубильные вещества, смолы и алкалоиды, сапонин эквизетонин, соли кремниевой кислоты и горечи. Найдены также витамины группы В, незначительное количество аскорбиновой кислоты и β -каротина [3].

Трава зверобоя обладает сахароснижающим эффектом, который усиливает бактерицидное действие. В ней обнаружены сапонины, флавоноиды (гиперозид, рутин, кверцитин), β -каротин, эфирное масло, красящие и дубильные вещества, смолы; никотиновая и аскорбиновая кислоты, витамины Р и РР, холин, антоцианы, сапонины, спирты и т.д. [3].

Цветки ромашки, входящие в ингредиентный состав сахароснижающего травяного сбора, содержат эфирное масло (0,2-0,8 %), состоящее из основного БАВ – хамазулена и других монотерпенов и сесквитерпеновых углеводородов, спиртов и каприловой кислоты. В цветах ромашки содержатся полисахариды, кумарины, флавоноиды, холин, β -каротин,

аскорбиновая кислота, изовалериановая и другие органические кислоты [4].

Корни и корневища элеутерококка колючего богаты гликозидами, производными стероидов, эфирными маслами, кумаринами и алкалоидами. Корни и корневища обладают сахароснижающим эффектом, активизируют действие центральной нервной системы, положительно влияют при СД на физическую и умственную работоспособность. При употреблении препаратов элеутерококка при СД в сочетании с инсулинотерапией возможно снижение дозы гармональных препаратов.

В связи с тем, что нами предполагалось использовать «Арфазетин-Э» в качестве основного сырья для обогатителя поликомпонентного растительного пищевого (ОПП), а также отсутствием данных о химическом составе сбора, проведены исследования общего химического состава и состава биологически активных веществ.

При исследовании общего химического состава травяного сбора определяли массовую долю влаги, белков, углеводов, в том числе моно- и дисахаров, крахмала, пищевых волокон и пектиновых веществ, а также минеральных веществ, витаминов и органических кислот в пересчете на сухое вещество. Массовая доля углеводов наибольшая в травяном сборе составляет 64,5 %, белков 4,5 %, жиров 3,7 %, минеральных веществ – 4,4 % и органических кислот – 3,7 % в пересчете на сухое вещество.

Усвояемые углеводы характеризуют пищевую ценность, а неусвояемые углеводы (клетчатка, пектиновые вещества) обеспечивают структурно-механические свойства пищевых продуктов с их использованием.

Максимальное значение среди углеводов от их общего количества занимают клетчатка 69,4 % и моно- и дисахара – 13,5 %. Клетчатка, наряду с пектиновыми веществами, сосредоточена в механических тканях растительного сырья, содержащегося в травяном сборе. На долю крахмала в травяном сборе от общей суммы углеводов сбора приходится 10,1 %, пектиновых веществ 7,02 %.

Сбор трав содержит от суточной нормы потребления 90,6 % пектиновых веществ, которые одновременно с клетчаткой и гемицеллюлозами придают механическую прочность растительному сырью. Клетчатка находится в оболочках растительных клеток (между целлюлоидными микрофибрами), кроме клетчатки в клеточных стенках содержится гемицеллюлоза и лигнин. Клетчатка, входящая в состав пищевых продуктов, обуславливает детоксические свойства сбора.

Учитывая значительную роль микронутриентов в поддержании водно-электролитного баланса и в углеводном обмене, в частности, активировании действия инсулина, которое заключается в снижении концентрации глюкозы в крови, исследован минеральный состав травяного сбора.

При физиологических нормах потребления кремния (30,0 мг/сутки) 100 г сбора из трав суточная потребность удовлетворяется в данном макроэлементе на 106,0 %. Процент удовлетворения потребности в фосфоре на 24,1 %, в сере на 19,7 %, кальция на 9,24 %, остальные виды макроэлементов сбора обнаружены в незначительных количествах. Таким образом, сбор содержит достаточное количество макроэлементов – кремния, фосфора, серы и кальция, по которым возможно его позиционировать как источник этих элементов.

Из микроэлементов преобладающим является железо (норма потребления 14,0 мг/сутки), 100 г сбора из трав удовлетворяет суточную потребность на 137,0 % в данном элементе. Достаточно высокий процент удовлетворения потребности установлен по цинку – 85,0 %, по меди – 61,0 %, по кобальту – 60,4 %, по марганцу и молибдену соответственно 28,0 % и 24,0 %. Таким образом, сбор содержит достаточное количество микроэлементов железа, цинка, меди, кобальта, марганца и молибдена, многие из которых

(железо, цинк и медь) входят в состав отдельных ферментов и ускоряют протекание обменных процессов, необходимых при сахарном диабете.

Представляет интерес исследование витаминного состава сбора трав, так как развитие сахарного диабета усугубляет имеющийся дефицит витаминов. Особый интерес представляют витамины, обладающие антиоксидантными свойствами. При возникновении и развитии сахарного диабета происходит окислительная деградация липидов, происходящая, в основном, под действием свободных радикалов. При сахарном диабете роль антиоксидантов особенно велика, так как они способствуют устранению окислительного стресса [5]. У здорового человека в организме сохраняется устойчивый баланс между скоростью перекисного окисления липидов и активностью показателя антиоксидантной системы организма (защиты организма от токсического действия ряда соединений кислорода образующихся в организме – ионы кислорода, перекиси, свободные радикалы). Стремительный процесс накопления свободных радикалов при сахарном диабете выше, чем скорость их компенсации.

Исследуемый сахароснижающий травяной сбор отличается высоким содержанием аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ. Так, при нормах потребления аскорбиновой кислоты 90,0 мг/сутки и Р-активных веществ 150,0 мг/сутки 100 г сбора трав превышает суточную потребность соответственно в витамине С в 2,5 раза и в Р-активных веществах в 2,0 раза.

Меньший процент удовлетворения потребности обнаруживается по витаминам группы В – В₁, В₂ и В₆ – от 4,0 до 10,0 % от суточной потребности. Таким образом, сбор трав «Арфазетин-Э» в составе пищевых продуктов может являться источником витамина С, Р-активных веществ и витаминов группы В.

Выводы. Установлено, что травяной сбор «Арфазетин-Э», состоящий из семи видов растительного сырья, отличается высоким содержанием углеводов, из которых около 70 % составляют пищевые волокна. Выявлено, что 100 г травяного сбора «Арфазетин-Э» позволяет удовлетворить суточную потребность в отдельных макро- и микроэлементах от 19,7 до 106 %, в Р-активных веществах в 2 раза, в витамине С в 2,5 раза.

Литература

1. Арфазетин в лечении сахарного диабета / В. Д. Короткова [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 1989. – Т 34, № 4. – С. 25-28.
2. Ефимов, А. С. Черника обыкновенная / А. С. Ефимов, А. В. Щербак // Диабетик. – 1994. – № 4. – С. 12-13.
3. Гаммерман, А. Ф. Лекарственные растения (Растения целители): справочное пособие / А. Ф. Гаммерман, Г. Н. Кадаев, А. А. Яценко-Хмилевский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1984. – 400 с.
4. Баландин, С. Ромашка аптечная / С. Баландин // Северные просторы. – 1992. – № 5-6. – С. 53.
5. Балаболкин, М.И. Роль окислительного стресса в патогенезе диабетической нейропатии и возможность его коррекции препаратами α -липоевой кислоты // Проблемы эндокринологии. – 2005. – Т. 51. – № 3. – С. 22-32.

ИННОВАЦИОННАЯ МЕМБРАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ И КОРМОВЫХ ДОБАВОК ИЗ ЗЕРНОВОЙ БАРДЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Кудряшов В.Л., канд. техн. наук, Алексеев В.В., Маликова Н.В.,
Погоржельская Н.С., канд. техн. наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федерального
исследовательского центра питания и биотехнологии» (Москва)*

Реферат. Приведена инновационная технологическая схема переработки зерновой барды с применением баромембранных процессов (БМП) – ультрафильтрации и обратного осмоса. Схема рассчитана на производство пищевых и кормовых зернодрожжевых добавок. Описаны способы использования добавок при производстве продуктов питания и кормлении животных.

Ключевые слова: баромембранные процессы, ультрафильтрация, обратный осмос, зерновая барда, пищевые добавки, продукты питания, кормовые добавки

Summary. An innovative technological scheme for processing grain bard is given by using baromembrane processes - ultrafiltration and reverse osmosis. The scheme is designed for the production of food and feed additives. The methods of using additives in the production of food and animal feeding are described.

Key words: baromembrane processes, ultrafiltration, reverse osmosis, grain bard, food additives, food-stuffs, fodder additives

Введение. В Послании Президента РФ Федеральному собранию от 01.03.2018г., на VIII международном Гайдаровском форуме (январь, 2017) основной проблемой экономики России признано научно-технологическое отставание. Следовательно, вновь создаваемые и модернизируемые производства должны основываться не на традиционных, а на принципиально новых наукоемких технологиях, в которые входят биотехнологические и мембранные процессы (МП). Они относятся к двум критическим технологиям РФ, а именно – №3 (биотехнологические, биосинтетические ...технологии) и №8 (нано-, биотехнологии) входящим в «Приоритетные направления развития науки, технологий и техники РФ», а именно – № 2 (индустрия наносистем), №4 (науки о жизни), №6 (рациональное природопользование) и №8 (энергоэффективность и энергосбережение), утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011г. № 899.

Эффективность и целесообразность использования МП на различных предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности раскрыта в источнике [1]. При этом в этих отраслях наиболее распространены баромембранные процессы (БМП): микрофильтрация (МФ), ультрафильтрация (УФ), нанофильтрация (НФ) и обратный осмос (ОО). Эти процессы основаны на преимущественной проницаемости в зависимости от молекулярной массы (ММ) одного или нескольких компонентов истинных и коллоидных растворов через разделительные полупроницаемые перегородки – мембраны [1,2]. За счет их применения осуществляется стерилизация, выделение, разделение и концентрирование многокомпонентных растворов и их отдельных компонентов.

Основные преимущества БМП предопределяются: использованием электроэнергии в качестве единственного энергоносителя, отсутствием фазовых переходов, а также необхо-

димости применения дополнительных реагентов и нагревания обрабатываемых растворов. Учитывая это, БМП позволяют обеспечивать низкие энергозатраты, осуществлять холодную стерилизацию, исключать тепловую денатурацию и сохранять в нативном состоянии белки, аминокислоты, витамины, ферменты и другие биологически активные вещества (БАВ).

Объекты и методы исследований. Объектом исследования является зерновая барда, являющаяся побочным продуктом спиртового производства и представляющая остаток образующийся при перегонке зрелой зерновой бражки. В соответствии с ГОСТ 31809-2012 из нее путем переработки и высушивания должна производиться кормовая сухая барда, предназначенная для использования в производстве комбикормовой продукции, а также для непосредственного введения в рацион сельскохозяйственных животных и птицы в составе смеси с другими кормовыми средствами.

В связи с переходом ряда спиртозаводов на переработку качественного пищевого зерна и внедрением различных способов его очистки, мойки и обеззараживания созданы предпосылки переработки барды в пищевые добавки, что подтверждает отечественный и зарубежный опыт. При этом барда по отношению к соответствующим зерновым отличается повышенным содержанием белка, аминокислот (в том числе лизина, треонина и изолейцина), клетчатки и витаминов группы В.

В США отработана технология (J. Food sci. and technol. – 1989. т.24. № 4 - р. 373-384) получения белковой добавки для введения в диетические продукты питания путем экструдирования смеси кукурузной, картофельной, рисовой или пшеничной муки с бардой в количестве 10, 20 и 40 %. Установлено, что с увеличением количества последней скручивающее усилие, выход экструдированного продукта и радиальное растяжение экструдата снижаются, а показатель продольного растяжения, плотность и цветность возрастают.

Обсуждение результатов. В лаборатории мембранных технологий (ЛМТ) ВНИИ-пищевой биотехнологии (ВНИИПБТ) за счет использования самых современных БМП создана трехпродуктовая оригинальная национальная технологическая линия получения пищевых или/и кормовых добавок из зерновой барды (см. рис.1), отличающаяся от линии ЦВС пониженными (не менее чем на 30 %) энергозатратами и инвестициями [3]. Она рассчитана на производство не одной, а трех пищевых или/и кормовых зернодрожжевых (ЗД) добавок:

- двух сухих: марок ЗД-ПВTM (DDG) и ЗД-БTM (DDS), отличающихся повышенным содержанием пищевых волокон (ПВ) и белковых веществ (протеина);

- жидкого сиропообразного ультраконцентрата (УК) – марки ЗД-УКTM.

Себестоимость производства каждой из них составляет менее 25 % от себестоимости сухой барды марки DDGSTM.

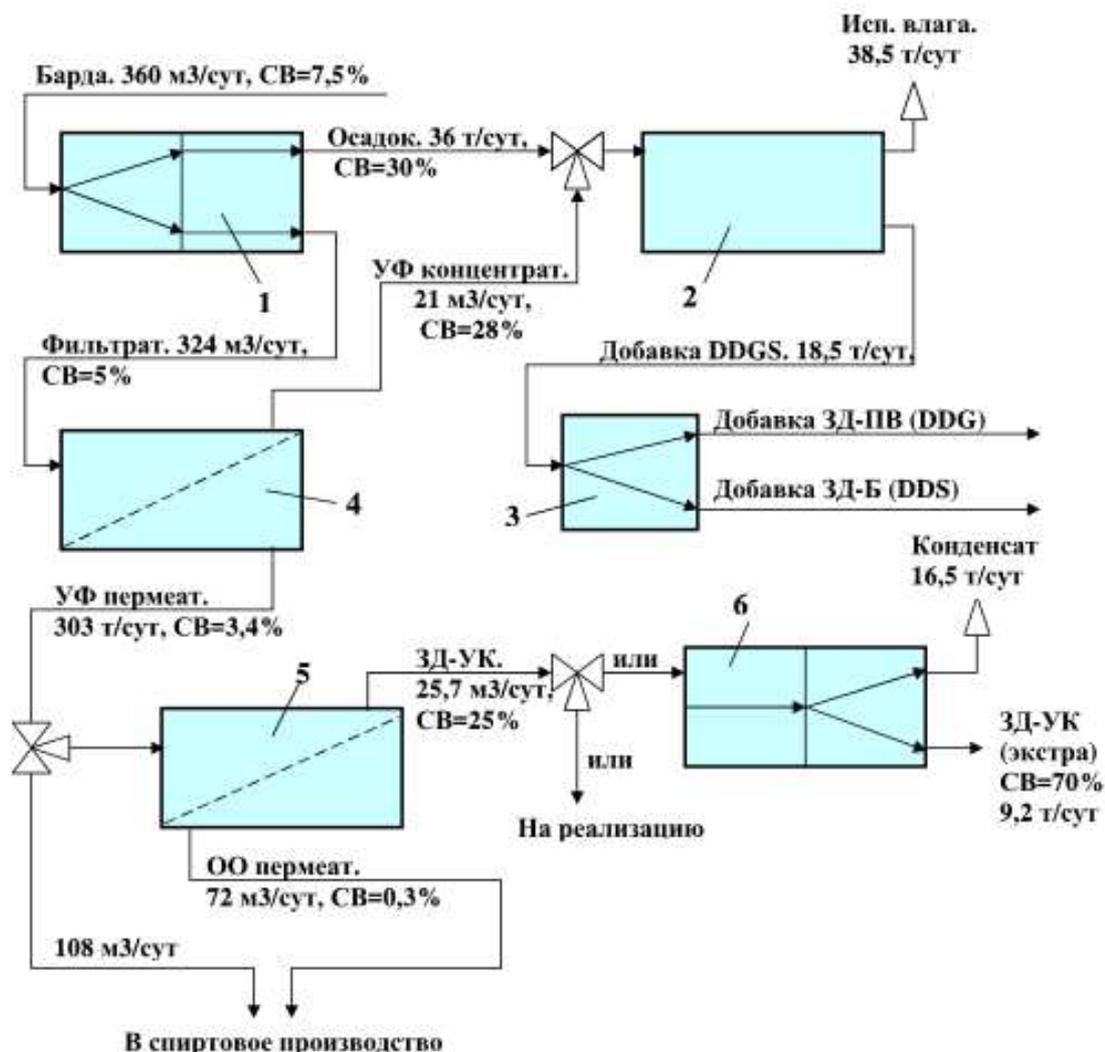
Основные отличия трехпродуктовой линии от линии ЦВС заключаются в замене вакуум-выпарки на комплекс БМП (сравнение энергозатрат см. табл.1), а также в выпуске одной из добавок (ЗД-УК) не в сухом, а в сиропообразном виде. Значительная экономия энергозатрат в этой линии обеспечивается именно за счет того, что осветленная на УФ мембранах часть барды, содержащая 3,3...3,5 % СВ только в растворенном сильноразбавленном виде, вообще не подвергается (хотя и после выпаривания) самому энергоемкому процессу – сушке, а выводится в виде жидкого сиропообразного пищевого продукта ЗД-УКTM.

Это обеспечивает снижение энергозатрат в 3 раза (пара в 2,8 раза и электроэнергии на 19 %), что приводит к снижению общих затрат на переработку барды, например, для спиртзавода средней мощности только за счёт этого – более чем на 3,0 млн. руб в год [3].

В последнее время трехпродуктовая линия в ЛМТ дополнительно модернизирована за счет исключения одной из сушилок, а также замены центрифуги (декантора) на шнеко-

вый сепаратор, который позволяет получать осадок с меньшей влажностью. Использовать сепаратор в линиях с выпарками нельзя, так как в его фильтрате содержится повышенное количество взвешенных веществ. Последнее мешает работе выпарок, а УФ установок – наоборот способствуют.

Модернизированная с помощью БМП и представленная на рис. схема позволяет по сравнению с «классической» линией снизить расход пара с 7,215 т/час [3, 4] до 2,29 т/час, то есть в 3,15 раза.



- 1 – шнековый сепаратор FAN PSS (декантор); 2 – сушилка; 3 – вибрационный рассеиватель;
4 и 5 – мембранные УФ - и ОО установки; 6 – вакуум-выпарка

Рис. Технологическая схема переработки зерновой барды с производством трех пищевых зернодрожжевых (ЗД-ПВ, ЗД-Б и ЗД-УК) или (и) кормовых (DDGS, DDG и DDS) добавок

Работа линии осуществляется следующим образом. Нативная (исходная) барда без охлаждения разделяется на деканторе поз.1 (или, что экономичнее - на шнековом сепараторе FAN PSS) на крупнодисперсный осадок (дробину) и содержащий мелкодисперсную фазу грубый фильтрат (супернатант), который далее поступает в мембранную УФ установку поз.4. В последней выделяются и концентрируются все взвешенные, коллоидные и растворенные высокомолекулярные вещества ($MM > 100$ кДа), с образованием УФ концентрата. Последний смешивается с дробинкой и затем совместно с ней высушивается в поз.2 с получением кормовой зернодрожжевой добавки под торговой маркой DDGSTM со-

держашей ПВ (клетчатку), белки и др. высокомолекулярные БАВ. В случае использования ее в качестве пищевой добавки она дополнительно измельчается до 30..50 мкм в специальном измельчителе (на рис. не показан).

При отдельном производстве двух сухих добавок ЗД-Б (DDS) и ЗД-ПВ (DDG) добавка DDGSTM (ЗД-ПВ+Б) рассеивается в поз.3 без предварительного измельчения. При этом сразу выделяется фракция ЗД-Б (DDS) с размером частиц менее 50 мкм с повышенным содержанием белка. А измельчению до 50 мкм подвергается только выделенная крупнодисперсная дробина ЗД-ПВ (DDG), содержащая повышенное количество нерастворимых ПВ (клетчатки). Применение рассеивателя позволяет не применять для получения добавки ЗД-Б энергоемкую распылительную сушилку.

УФ пермеат (фильтрат, прошедший через УФ-мембрану) представляет собой «кристалльно» прозрачную практически стерильную жидкость светложелтого цвета, содержащую низкомолекулярные белки, полипептиды, аминокислоты, витамины и др. БАВ, причем только в растворенном легко усваиваемом организмом виде.

УФ пермеат концентрируется на разработанной нами специальной комбинированной ОО установке поз. 5 до концентрации СВ порядка 25...35 %. В случае необходимости по требованию потребителей ЗД-УК доконцентрируется до СВ = 60...70 % на вакуум-выпарке с получением ультраконцентрата ЗД-УК (экстра).

Достоинством линии (рис.) является возможность быстрой ее переналадки на выпуск как той или иной пищевой ЗД добавки, так и кормовых добавок DDGS, DDG и DDS в соответствии с изменяющейся конъюнктурой рынка.

Схема (рис.) рассчитана на использование отечественных импортозамещающих, соответствующих мировому уровню мембран и мембранных элементов, выпускаемых ЗАО «НТЦ Владипор», ООО «Керамикфильтр» и ОАО «РМ Нанотех».

Области использования добавок ЗД-Б (DDS), ЗД-ПВ (DDG) и ЗД-УК.

Зернодрожжевая барда может использоваться двумя способами: в качестве кормовой добавки в нативном жидком виде [5-7] или в соответствии с ГОСТ 31809-2012 Барда кормовая. Технические условия, в сухом виде. Экономический анализ показывает, что при наличии близкорасположенных к спиртзаводам животноводческих хозяйств эффективность первого способа значительно выше [5]. Разделение сухой барды на две фракции ЗД-Б (DDS) и ЗД-ПВ (DDG) позволяет использовать ее также более эффективно, а именно, первую с повышенным содержанием белка в комбикормах для птицы и свиней, а вторую с повышенным содержанием клетчатки – в комбикормах для КРС.

Дополнительно к вышеописанным зарубежным были выявлены нами также и другие способы использования добавок из барды в пищевой промышленности. Доказано, что при переработке качественного зерна они действительно могут перерабатываться и использоваться в качестве пищевых добавок [8,9]. Полученные по описанной выше технологи ЗД добавки представляют собой:

- добавка ЗД-Б – порошок с содержанием белка (включает белки зерна и дрожжей) более 50 %, который по этому показателю соответствует и может заменять соевую муку;
- добавка ЗД-ПВ – порошок, содержащий более 60 % нерастворимых ПВ и до 30 % белка.

Установлено, что белки ЗД добавок содержат кроме триптофана все незаменимые аминокислоты.

Эти добавки были наработаны и всесторонне испытаны нами, что позволило разработать ТУ 9182-040-00334586-2003 и получить соответствующее Санитарно-эпидемиологическое заключение Минздрава РФ № 77.99.02.916.Т.001258 от 13.11.2003 г.

Целесообразность и эффективность применения добавок ЗД-Б и ЗД-ПВ для обогащения пищевых продуктов белком, ПВ и витаминами группы В (в том числе для импортозамещения соевой муки и очищенных ПВ) подтверждены по результатам совместных испытаний положительными заключениями.

Так, совместные исследования с ГосНИИХП показали, что при использовании добавки ЗД-Б при производстве ржано-пшеничных сортов хлеба, помимо обогащения белком, повышается водопоглотительная способность теста и улучшаются физико-химические показатели хлебобулочных изделий. При этом улучшаются вкус, цвет и аромат хлеба. Использование добавки ЗД-ПВ при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, кроме улучшения физико-химических показателей, позволяет обогащать их ПВ и снижать калорийность.

Добавка ЗД-ПВ в промышленном масштабе нарабатывалась на промышленной линии переработки барды на спиртзаводе «Остроженский» и после дополнительной обработки (измельчения и дезодорирования) использовалась на хлебозаводе «Золоторожский хлеб» для выпечки и реализации населению ржаного и ржано-пшеничного хлеба «Дарницкий». Специалисты этого крупного московского хлебозавода в соответствующем Акте подтвердили, что замена 5 % пшеничной муки при выпечке ржано-пшеничного хлеба и 5 % ржаной муки при выпечке ржаного хлеба на добавки ЗД позволяет производить хлеб, соответствующий по органолептике действующим ТУ и ГОСТ.

Как показал наш опыт и его анализ, для широкого крупнотоннажного использования ЗД добавок из барды в продуктах питания необходимо решить следующие проблемы:

1. Массовое количество их введения ограничивается 5...8 %, так как уже при 10 % хлеб и др. продукты приобретают посторонний непривычный характерный для барды запах, обусловленный присутствием в ней остаточных низколетучих продуктов брожения. Продукты дополнительно приобретают часто нежелательный коричневый оттенок, например, при введении в пшеничные батоны добавок ЗД. Следовательно их необходимо обесцвечивать и дезодорировать.

2. Для повышения конкурентоспособности добавки ЗД-ПВ с чрезвычайно дорогостоящими импортными ПВ (например, цена пищевой глубоко очищенной и обесцвеченной клетчатки из пшеничной соломы Vitacel достигает 100 руб/кг) необходимо повысить ее набухаемость, влагоудерживающую способность и процентное содержание клетчатки, а в добавке ЗД-Б повысить содержание белка до уровня также дорогостоящих (до 70 руб/кг) концентратов и изолятов белка (70 и 90 %, соответственно) из сои.

3. Снижения себестоимости путем введения в них в оптимальном соотношении других компонентов с целью создания комплексных добавок. Например, на хлебозаводы их целесообразно поставлять не отдельно, а после смешивания на элеваторах с ржаной и пшеничной мукой.

Для решения этих проблем нами разработаны технологии получения сухих лечебно-профилактической добавок, в том числе для больных анемией и хроническим малокровием, содержащих экструдированную смесь добавки ЗД-ПВ, очищенных остаточных пивных дрожжей, препаратов железа и аскорбиновой кислоты.

Для разработки способа повышения набухаемости, сорбирующей способности и содержания ПВ в добавке были проведены НИР по отработке технологии удаления из ЗД-ПВ других компонентов. Исследованы химическая, ферментативная и ультразвуковая (УЗ) обработки.

Для получения высокоочищенных от белков ПВ химическим методом использовали: 1,7 % раствор серной кислоты (рН 1,35); 0,2 % раствор гидроксида натрия (рН 12,5) и 20 % раствор карбоната натрия (рН 11). При этом наибольший эффект наблюдался при использовании серной кислоты, но по сравнению с щелочью, незначительный.

При ферментативной обработке использовали грибную протеазу и глюкоамилазу. Установлено, что использование последней можно исключить.

Обработку ультразвуком с частотой 22 кГц проводили 3 раза по 60 сек с перерывами по 30 с как с использованием ферментов, так и без. В последнем случае ЗД-ПВ предварительно кипятили в течение часа. Установлено, что обработка УЗ позволяет повысить набухаемость, а введение ферментов на 30 % и более повысить в ЗД-ПВ содержание ПВ.

В процессе НИР также установлено, что одним из эффективных методов дезодорирования и осветления ПВ является использование молочной сыворотки и, особенно, ее пермеатов. При этом появляется возможность одновременно утилизировать как барду, так и сыворотку.

Эффективными методами осветления являются обработка добавок ЗД растворами перекиси водорода, NaClO и озоном с отработанными нами концентрацией. При этом раствор NaClO может готовиться непосредственно на заводе за счет электролиза концентрированного раствора NaCl. Эффективно использовать для этого пермеат соленой молочной сыворотки.

На основе результатов наших последних НИОКР (в том числе приведенных здесь) разработаны аппаратно-технологические схемы производства добавок ЗД-ПВ (Экстра) и ЗД-Б (Экстра) с повышенным содержанием обесцвеченных высокоочищенных ПВ и белка, соответственно.

В процессе наших НИР доказано, что и Ультраконцентрат ЗД-УКTM также является эффективной пищевой добавкой. Он представляет собой темнокоричневый сироп с концентрацией СВ=25...70 %, который по вязкости, цвету и органолептике мало отличается от квасного сула. В своем составе ЗД-УКTM содержит свободные аминокислоты (содержание аминного азота при 65 % СВ составляет 560 мг %), низкомолекулярные белки, полипептиды, витамины группы В, биотин, фолиевую кислоту, каротиноиды, органические кислоты (пропионовую, молочную, уксусную и другие), активаторы роста (в т.ч. пекарских дрожжей) и другие БАВ.

ЗД-УК с концентрацией СВ=25 % предназначен для потребителей, находящихся на незначительном расстоянии (до 150 км), а также в составе комплексных добавок, улучшителей, питательных сред и подкислителей, а с концентрацией СВ=60...70 % – для удаленных (500 км и более).

Исследования показали, что ЗД-УК целесообразно использовать в качестве обогатителя БАВ и коричневого красителя при производстве широкого ассортимента пищевых продуктов, в том числе кваса, пива и других напитков, а также хлебобулочных, мучных кондитерских и мясных изделий.

Использование в хлебопечении особенно целесообразно при производстве ржаного и ржано-пшеничного хлеба, что, обусловлено его коричневым цветом. НИР, проведенные совместно с ГосНИИХП, показали, что при использовании ЗД-УК улучшаются окраска корочки и внешний вид хлеба, интенсифицируется процесс тестоприготовления, повышается пищевая ценность и сокращается дозировка традиционной закваски и (или) дрожжей.

Использование ЗД-УК при производстве ржаного хлеба из-за значительного содержания органических кислот (рН = 3,5...3,8) также целесообразно двумя способами:

- путём введения этой добавки в нативном виде в количестве до 5...7 % к массе муки (по заключению ГосНИИХП он может использоваться в качестве хлебопекарного улучшителя при переработке муки с пониженной автолитической активностью);

- созданием на его основе комплексных подкисляющих добавок (в ЛМТ были созданы три рецептуры, в которых содержание ЗД-УК составляет 50 % [9]).

Добавки с положительным эффектом испытаны в производственных условиях хлебозавода «Золоторожский хлеб» путём введения в количестве 8 % к массе муки.

В целом, испытания показали, что подкисляющие добавки ЗД-УК рекомендуются в хлебопечении вместо традиционной «живой» закваски, а также комплексных подкисляющих химических добавок: «Цитросал», «Полимол», «Люкс», «Лецитокс», «Эффект» и др.).

По результатам исследований на добавку ЗД-УК разработаны ТУ 9182-276-00008064-00, получено Гигиеническое заключение Министерства здравоохранения РФ № 77.99.9.916.П.13943.8.00.

Анализ состава позволил установить, что добавки ЗД-УК могут использоваться в пищевой биотехнологии в составе субстратов (в том числе, взамен кукурузного экстракта) при микробиосинтезе ферментов, аминокислот, пищевых органических кислот (молочной,

пропионовой, лимонной и др.), ветпрепаратов, дрожжей (пекарских и пивных), заквасок, азотфиксирующих бактерий, антибиотиков, бифидобактерий, витаминов, мицелиальных грибов (вешенки, шампиньоны) и других биопрепаратов, а также при производстве пива и кваса взамен части сушла.

Проведенные испытания ЗД-УК в составе питательных сред при производстве пекарских дрожжей на Московском дрожзаводе «Дербеневка» показали, что их выход увеличивается на 7 %, подъемная сила – на 10 %, а осмочувствительность сокращается в 2 раза.

Исследования показали, что наибольшая эффективность достигается при использовании ЗД-УК для биосинтеза дорогостоящего (цена \$ 500 тыс. за т) бактериоцина низина, который является стимулятором роста животных и единственным из антибиотиков, допущенным в пищевую промышленность.

Выводы. Технология переработки зерновой барды является низкоэнергоемкой, основана на применении отечественных импортозамещающих мембран и мембранных элементов и рассчитана на производство как пищевых, так и кормовых добавок. Она была награждена Золотой медалью Международного жюри под председательством академика РАН Лауреата Нобелевской премии Ж.И. Алферова на «Первом международном московском салоне инноваций и инвестиций».

Сотрудники ЛМТ готовы адаптировать схему (рис.) к конкретным условиям каждого спиртзавода, осуществить авторский надзор за проектно-конструкторскими работами, монтажом и вводом ее в эксплуатацию.

Литература

1. Кудряшов, В.Л. Роль и эффективность мембранных процессов при модернизации пищевой промышленности / В.Л. Кудряшов // Пищевая промышленность. – 2012. – № 10. – С.14-16.
2. Свитцов, А.А. Введение в мембранные технологии /А.А. Свитцов. - М.: ДеЛи-принт. 2007. – 280 с.
3. Кудряшов, В.Л. Экономичный трехпродуктовый способ переработки барды в кормовые и пищевые добавки / В.Л. Кудряшов, Н.С. Погоржельская, Н.В. Маликова // Ликероводочное пр-во и виноделие. –2011. – № 10. – С.16-19.
4. Кудряшов, В.Л. Эффективность и перспектива использования мембранных процессов для импортозамещения линий переработки барды / В.Л. Кудряшов // Спиртовое и ликероводочное пр-во. – 2015. – № 2 . – С. 4 - 9.
5. Гут, Б.М. Откорм КРС на барде / Б.М. Гут, В.Г. Мельников. – Л.: Колос, 1984. – 128 с.
6. Кудряшов, В.Л. Экономичные методы переработки и использования зерновой барды для жидкого кормления / В.Л. Кудряшов, Е.С. Павлова, А.С. Кислов // Ликероводочное пр-во и виноделие.– 2010. – № 05 - 06. – С.19-23.
7. Кудряшов, В.Л. Экономичный двухпродуктовый способ переработки и использования барды для жидкого кормления/ В.Л. Кудряшов, Е.С.Павлова // Ликероводочное пр-во и виноделие. –2011.– №1.– С.13
8. Кудряшов, В.Л. Производство сухих зернодрожжевых добавок из барды и их использование в пищевой промышленности / В.Л. Кудряшов, Н.С. Погоржельская // Ликероводочное пр-во и виноделие. – 2012. – № 9-10. – С.26-29.
9. Кудряшов, В.Л. Производство и использование жидкого ультраконцентрата из барды / В.Л. Кудряшов, Н.С. Погоржельская // Ликероводочное пр-во и виноделие. – 2012. – № 11-12 (155). – С.18-20.

УДК: 663.86.054.1

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ НАПИТКОВ СОКОСОДЕРЖАЩИХ ЗАГУЩЕННЫХ ОБОГАЩЕННЫХ

Орлова И.В., Иванова Т.Н., *д-р. техн. наук*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (Орёл)

Реферат. Показаны результаты анализа и сохраняемости антиоксидантной активности напитков сокосодержащих загущенных обогащенных яблочно-морковного и яблочно-свекольного.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, напиток сокосодержащий

Summary. The results of analysis and preservation of antioxidant activity of beverages of juice-containing thickened enriched apple-carrot and apple-beetroot are shown.

Key words: antioxidant activity, drink juice

Введение. Одним из показателей характеризующих потребительские свойства напитков, является антиоксидантная активность, число исследований которой в различных пищевых продуктах в последние годы значительно возросло. Антиоксиданты относятся к классу биологически активных веществ, которые связывают излишние свободные радикалы, препятствуют ускоренному окислению липидов и образованию нежелательных продуктов окисления [1]. Ученые все чаще высказывают мнение, что свободные радикалы оказывают воздействие на прогрессирование болезней сердца, рака, на ускорение старения и развитие иммунного дефицита, на ускорение разрушения тканей при артрите, воспалительном процессе в желудочно-кишечном тракте, аутоиммунных заболеваниях и язвах, вызванных стрессом [2]. Так как общая антиоксидантная активность является показателем защиты организма от токсического действия некоторых соединений кислорода, образующихся в организме, то существует прямая зависимость устойчивости человеческого организма к заболеваниям от уровня потребления пищевых продуктов, богатых антиоксидантами, что убедительно показали многочисленные исследования [3,4]. При этом на показатель антиоксидантной активности оказывает влияние содержание фенольных веществ и флавоноидов.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются напитки сокосодержащие загущенные обогащенные: яблочно-морковный и яблочно-свекольный.

Использованы следующие методы исследования:

- фотокolorиметрический метод с помощью реактива Folin-Ciocalteu's для определения общего содержания фенольных веществ;
- фотокolorиметрический метод по интенсивности протекания реакции с растворами нитрита натрия и хлорида алюминия для определения общего содержания флавоноидов;
- метод DPPH, основанный на способности антиоксидантов исходного сырья связывать стабильный хромоген-радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH), для определения антирадикальной активности;
- метод определения антиокислительной активности в системе линолевой кислоты;

- метод, основанный на измерении коэффициента окисления исследуемых образцов продукции, для исследования изменения активности в процессе хранения напитков.

Обсуждение результатов. В разработанных нами сокосодержащих напитках – яблочно-морковном и яблочно-свекольном выявлено, что:

- общее содержание фенольных веществ составило 58,0 и 115,0 мг галловой кислоты в 100 г исходного сырья соответственно;

- общее содержание флавоноидов составило 21,0 и 28,0 мг катехина в 100 г исходного сырья соответственно;

- антирадикальная активность, E_{C50} составила 283,0 и 95,3 мг / мл, а антиокислительная активность – 11,8 и 27,9 % ингибирования окисления линолевой кислоты соответственно [5].

Полученные данные исследуемых образцов коррелируют с имеющимися литературными данными [3, 4, 6, 7].

Для выявления сохраняемости антиоксидантной активности напитков сокосодержащих загущенных обогащенных нами была исследована динамика изменения активности в процессе хранения напитков с использованием наиболее доступного метода, основанного на измерении коэффициента окисления исследуемых образцов продукции. Этот метод базируется на определении перекисного числа.

Таким образом, определяется уровень окисляемости масла при введении в него объекта исследования. Учитывают окисляемость масла растительного и масла растительного с объектом исследования, при этом коэффициент окисления может характеризоваться:

+ – когда обнаруживается антиоксидантное действие;

-- когда обнаруживается окислительное действие;

+1, -1 – максимальные значения;

0 – отсутствие какого либо эффекта.

Экспериментальные исследования проводились с напитками сокосодержащими загущенными обогащенными свежевывработанными, через 10 суток, 20 суток и 30 суток их хранения. Полученные результаты представлены на рис.

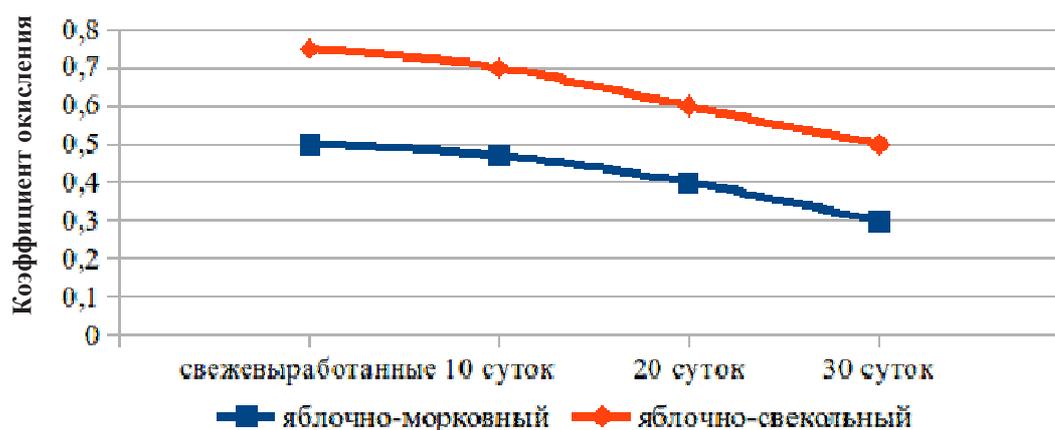


Рис. Изменение коэффициента окисления напитков сокосодержащих загущенных обогащенных при хранении

Полученные данные показали, что свежевывработанные напитки сокосодержащие загущенные обогащенные обладают достаточно высоким антиоксидантным действием. Од-

нако, коэффициент окисления у напитка сокосодержащего загущенного обогащенного яблочно-свекольного в 1,5 раза выше, чем у напитка сокосодержащего загущенного обогащенного яблочно-морковного (0,75 и 0,5 соответственно).

Через десять суток хранения антиоксидантное действие напитков сокосодержащих загущенных обогащенных изменилось незначительно. Коэффициент окисления уменьшился на 0,05 единиц у напитка яблочно-свекольного и на 0,03 единицы у напитка яблочно-морковного.

Результаты, полученные через двадцать и тридцать суток хранения, показали что антиоксидантные свойства напитков со временем значительно снижаются, коэффициенты окисления составляют 0,6 и 0,5 единиц у напитка яблочно-свекольного; 0,4 и 0,3 единицы у напитка яблочно-морковного. Это свидетельствует о недостаточно высокой устойчивости веществ, обуславливающих антиокислительные свойства, в процессе хранения.

Выводы. Установлено, что напиток яблочно-свекольный превосходит напиток яблочно-морковный по содержанию фенольных веществ на 98 %, а по содержанию флавоноидов на 33 %. Антиокислительная и антирадикальная активность яблочно-свекольного напитка выше по сравнению с яблочно-морковным напитком на 136 % и 196 % соответственно.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о возможности использования напитков сокосодержащих загущенных обогащенных в качестве источников поступления антиоксидантов в организм, так как антиоксидантная способность напитков сохраняется в течение всего срока хранения, однако в конце срока хранения значительно снижается по сравнению со свежеработанными образцами.

Литература

1. Чупахина, Н.Ю. Сравнение методов анализа суммарной антиоксидантной активности / Чупахина Н.Ю., Тынутае Т., Моор У. // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2012. Вып. 1. – С. 69-74.
2. Макарова, Н.В. Исследование антиоксидантной активности осенних сортов яблок / Макарова Н.В., Валиулина Д.Ф., Бахарев В.В., Азаров О.И. // Пищевая промышленность. – 2012. – № 5. – С 59-61.
3. Макарова, Н.В. Исследование антиоксидантной активности по методу DPPH полуфабрикатов производства соков / Макарова Н.В., Зюзина А.В. // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 3. – С. 102-106.
4. Остриков, А.Н. Исследование антиоксидантной активности овощных пюре / Остриков А.Н., Веретенников А.Н. // Вестник КрасГАУ. 2009. № 4. – С. 203-207.
5. Орлова, И.В. Анализ антиоксидантной активности яблочно-морковного и яблочно-свекольного сокосодержащих напитков / Орлова И.В., Иванова Т.Н. // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2015. № 9. – С. 91-95.
6. Борисова, А.В. Экспериментальное определение физико-химических и антиоксидантных показателей четырех видов овощей / Борисова А.В., Макарова Н.В. // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 2. – С. 14 -19.
7. Макарова, Н.В. Анализ химического состава и антиоксидантных свойств яблок различных сортов / Макарова Н.В. Валиулина Д.Ф. // Пищевая промышленность. – 2013. – № 3. – С. 32-35.

УДК 579.66/ 663.15

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МУЛЬТИЭНЗИМНОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ НОВОГО
МУТАНТНОГО ШТАММА *TRICHODERMA REESEI* ПРИ ОБРАБОТКЕ
ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ НЕКРАХМАЛЬНЫХ
ПОЛИСАХАРИДОВ**

**Середа А.С., канд. техн. наук, Костылева Е.В., канд. техн. наук, Великорецкая И.А.,
Цурикова Н.В., канд. техн. наук**

*Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный
исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» (Москва)*

Айсина А.М.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Московский государственный университет пищевых производств»
(Москва)*

Михайличенко Е.А.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Московский политехнический университет» (Москва)*

Реферат. Проведено исследование эффективности комплексного ферментного препарата (ФП) на основе мутантного штамма *T. reesei*-Co-44 с увеличенной активностью ксиланазы и эндоглюканазы при гидролизе овсяной и ячменной муки. Установлено, что применение препарата в минимальной дозировке – 0,025 мг белка ФП/ г сырья позволяет увеличить выход восстанавливающих сахаров на 25% и в 3,7 раз при гидролизе ячменной и овсяной муки, соответственно. Эффективность препарата на основе штамма *T. reesei*-Co-44 по выходу восстанавливающих сахаров при гидролизе овсяной муки была на 50% выше, чем при использовании коммерческого ФП Целлюлюкс F за счет более высокого уровня активности ксиланазы.

Ключевые слова: ферментные препараты, эндоглюканаза, ксиланаза, овсяная мука, ячменная мука

Summary. The efficacy of a complex enzyme preparation (EP) based on the mutant strain *T. reesei*-Co-44 with increased xylanase and endo-endoglucanase activity was studied in the hydrolysis of oat and barley flour. It was found that the minimum dosage of the complex preparation – 0.025 mg of the EP protein / g of raw material, provides increase in the reducing sugars yield by 25% and 3.7 times during hydrolysis of barley and oatmeal, respectively. The effectiveness of the *T. reesei*-Co-44 preparation estimated by the reducing sugars yield in the hydrolysis of oatmeal was 50% higher compared to the commercial preparation Celloluxe F, due to the high level of xylanase activity.

Key words: enzyme preparations, endoglucanase, xylanase, oat flour, barley flour

Введение. Несмотря на высокие темпы развития рынка кормовых ферментов в России, ключевой проблемой остается высокая степень зависимости от импорта. Доля импортных ФП для кормопроизводства составляет более 80% [1]. Одним из необходимых условий для создания отечественных конкурентоспособных промышленных производств

ФП является наличие высокоактивных штаммов-продуцентов. Во ВНИИПБТ совместно с МГУ им. Ломоносова и ФИЦ «Биотехнология» проводятся исследования по созданию высокоактивных продуцентов комплексов ферментов с оптимизированным составом для применения в конкретных технологических процессах в различных отраслях АПК. С помощью мутагенеза гамма-излучением на кобальтовом источнике получен штамм *T. reesei*-Co-44 с увеличенной активностью карбогидраз эндодействия – эндоглюканазы и ксиланазы.

Перспективным направлением развития рынка кормовых ферментов является получение комплексных ферментных препаратов (КФП) для снижения содержания в растительном сырье некрахмальных полисахаридов (НКП) [1]. НКП, к которым относятся целлюлоза, гемицеллюлозы (главным образом, ксиланы) и β -глюканы, повышают вязкость перевариваемой массы, снижают усвояемость кормов, затрудняют доступ пищеварительных ферментов к питательным компонентам корма, снижают степень переваримости белка.

Применение ферментов, гидролизующих НКП, повышает питательную ценность кормов и рентабельность животноводческих хозяйств, снижает экологическую нагрузку за счет уменьшения количества отходов [2- 4]. Основу рационов сельскохозяйственных животных в России составляют злаковые культуры: пшеница, рожь, ячмень, овес, тритикале с различным содержанием целлюлозы, ксиланов и β -глюканов. Учитывая это, при использовании зерновых рационов смешанного типа наиболее востребованными становятся мультиэнзимные препараты нового поколения, содержащие не менее трех активностей: ксиланазу, β -глюканазу и целлюлазу [5-7].

Природные штаммы, как правило, синтезируют комплекс карбогидраз экзо- и эндодействия, которые за счет синергетического действия обеспечивают эффективную конверсию НКП в сбраживаемые сахара. Однако основной целью обработки растительного сырья при производстве кормов является разрушение полимеров клеточных стенок для высвобождения белка и других питательных компонентов зерна и снижения вязкости кормовых смесей, что обеспечивается, главным образом, действием эндоглюканаз и ксиланаз [2, 5]. В мутантном штамме *T. reesei*-Co-44 активность эндоглюканазы при культивировании в колбах была увеличена в 5 раз по сравнению с исходным продуцентом, а ксиланазы – в 8 раз. Высокий уровень активности мутантного штамма подтвердился при культивировании в лабораторных ферментерах, что позволило получить высокоактивные ФП сбалансированного состава для кормового применения.

Целью работы являлось исследование эффективности нового КФП на основе штамма *T. reesei*-Co-44 при гидролизе овса и ячменя, в сравнении с мультиэнзимным препаратом Целлолюкс-Ф нового поколения на основе штамма *T. viride*.

Объекты и методы исследований. В исследовании использовались следующие ФП: КФП на основе мутантного *T. reesei*-Co-44 (лабораторный образец) с активностью эндоглюканазы - 7500 ед/г, β -глюканазы - 6400 ед/г, ксиланазы – 25000 ед/г, содержанием белка – 510 мг/г; ЦеллоЛюкс-Ф («Сиббиофарм», РФ) с активностью эндоглюканазы – 3900 ед/г, β -глюканазы – 2350 ед/г, ксиланазы – 2600 ед/г, содержанием белка – 250 мг/г.

Активность ксиланазы, β -глюканазы и эндоглюканазы в препаратах определяли по начальным скоростям образования восстанавливающих сахаров (ВС) при гидролизе ксилана из древесины березы, β -глюкана ячменя и водорастворимой Na-соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), соответственно [8]. Содержание ВС определяли по методу Шомоди-Нельсона. Содержание белка в ФП определяли по методу Лоури.

В качестве субстратов для гидролиза использовали овсяную и ячменную муку. Гидролиз субстратов проводили в качалочных колбах объемом 750 мл при 40 °С при

220 об/мин. Концентрация субстрата составляла 50 мг/мл, ФП вносили в дозировке 0,025 мг белка ФП/г субстрата (сырья). Через 3 ч инкубирования полученные гидролизаты центрифугировали при 10750 g в течение 5 мин. В супернатантах определяли содержание ВС по методу Шомоди-Нельсона. Контрольные варианты инкубировали в аналогичных условиях (3 ч, 40 °С, 220 об/мин) без внесения ФП.

Обсуждение результатов. Основным фактором, определяющим рентабельность кормопроизводства, является стоимость компонентов корма. Колебание цен на зерновое сырье из-за глобального изменения климата заставляет специалистов по кормлению оптимизировать рационы и использовать более дешевые компоненты. С этой целью в комбикорма в максимально допустимом количестве часто включают ячмень и овес, характеризующиеся высоким содержанием НКП [9, 10].

При введении в рационы сырья с высоким содержанием арабиноксиланов и бета-глюканов ухудшается переваримость и усвояемость питательных веществ [9]. Использование кормового ферментного препарата (КФП) нового поколения со сбалансированным компонентным составом позволяет уменьшить затраты на корма без снижения продуктивности [5, 7, 9].

Эффективность КФП, полученного на основе нового мутантного штамма *T. reesei*-Со-44, исследовали при гидролизе муки из овса и ячменя, в сравнении с комплексным ФП Целлолюкс-Ф. В связи с комплексным составом, препараты дозировали по содержанию растворимого белка. В соответствии с рекомендациями производителей по дозированию ФП Целлолюкс-Ф – 100 г/т сырья, дозировка препаратов в эксперименте в пересчете на белок составляла 0,025 мг белка ФП/ г сырья.

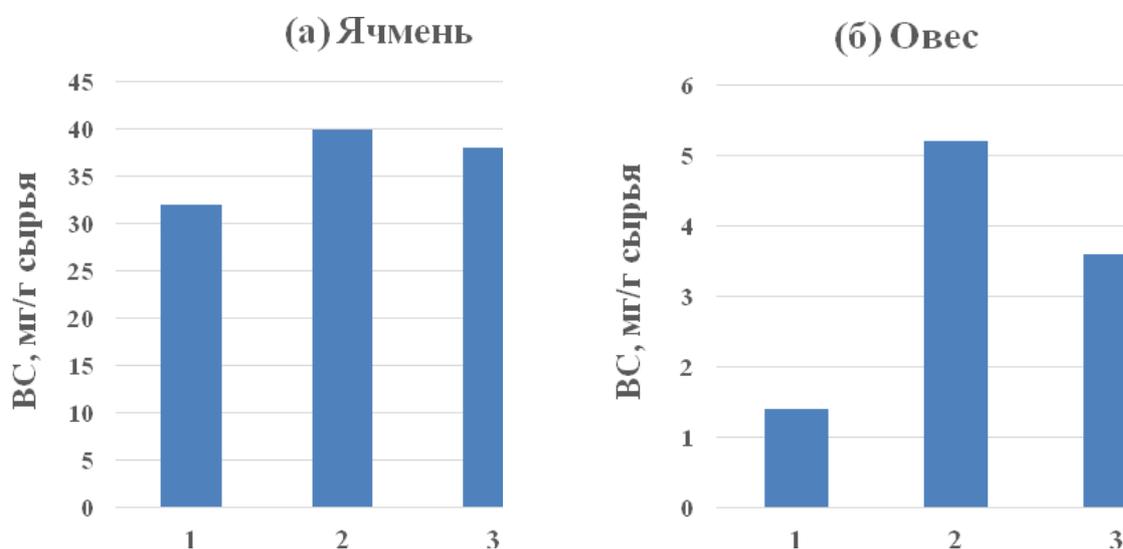


Рис. Выход восстанавливающих сахаров при гидролизе ячменной (а) и овсяной (б) муки ферментными препаратами: 1 – контроль (без ФП); 2 – КФП; 3 – Целлолюкс F

Из представленных на рис. данных следует, что внесение комплексных препаратов даже в минимальной для опытов *in vitro* дозировке (0,025 мг белка ФП/ г сырья) приводит к увеличению образования моносахаров. При гидролизе ячменной муки выход ВС увеличился на 18 – 25 % по сравнению с контрольным вариантом без внесения ФП. За счет по-

вышенной активности ксиланазы и эндоглюканызы КФП более эффективно гидролизировал НКП зерновых субстратов по сравнению с коммерческим препаратом Целлолюкс F. При обработке ячменной муки выход ВС был на 6 % выше, чем при использовании ФП Целлолюкс F.

Максимальный эффект был получен при гидролизе овсяной муки. Выход ВС при использовании КФП на основе нового мутантного штамма был в 1,5 раза выше по сравнению с коммерческим препаратом. Это можно объяснить повышенным содержанием в овсе арабиноксиланов – до 13,6 % и высоким уровнем активности ксиланазы в КФП на основе нового мутантного штамма.

Сбалансированный состав нового КФП позволяет использовать в составе кормов не только более 60 % зернового сырья, но и свежесобранное зерно, а также дешевые источники растительного белка – шроты и жмыхи подсолнечника, послеспиртовую барду.

Выводы. Полученные результаты подтверждают перспективность применения комплексного ферментного препарата, полученного на основе нового мутантного штамма *T. reesei*-Со-44 с увеличенной активностью ксиланазы и эндоглюканызы, для обработки зернового сырья с высоким содержанием некрахмальных полисахаридов в рационах сельскохозяйственных животных.

Литература

1. Толкачева, А.А. Ферменты промышленного назначения – обзор рынка ферментных препаратов и перспективы его развития / А.А. Толкачева, Д.А. Черенков, О.С. Корнеева, П.Г. Пономарев // Вестник ВГУИТ. – 2017. – Т. 79.- № 4. – С. 197–203.
2. Bedford, M.R. Enzymes in farm animal nutrition / M.R. Bedford, G.G. Partridge. – UK: CAB International, 2010. – 319 p.
3. Ravindran, V. Feed enzyme technology: Present status and future developments / V.Ravindran // Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture. – 2011. – № 3. – P. 102-109.
4. Сеницын, А.П. Кормовые ферментные препараты нового поколения / А.П. Сеницын, Д.А. Мерзлов, О.Г. Короткова // Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов: Сб. науч. тр., ВНИИПБТ. – Москва, 2016. – С. 35-41.
5. Сеницын, А.П. Ферментные новшества / А.П. Сеницын, О.А. Сеницына, О.Г. Короткова // Агробизнес. – 2016. - Том 38. – № 4. – С. 88-92.
6. Силин, М.А. Ферментные препараты Российского производителя / М.А.Силин, Л.Т. Захарова, Н.В.Ильинская, Л.В. Плаксюк // Птицеводство. – 2016. – № 11. – С. 7-10.
7. Нуфер, А. МЭЖ для повышения питательной ценности кормов / А. Нуфер // Комбикорма. – 2011. – № 4. – С. 57-58.
8. Sajith, S. An Overview on Fungal Cellulases with an Industrial Perspective / S. Sajith, P. Priji, S. Benjamin. // J Nutr Food Sci. – 2016. – V.6, №1. P. 461.
9. Амерах, А. Выше прибыль на зерновых рационах смешанного типа / А. Амерах // Ценовик. – 2014. - № 5. – С. 98-100.
10. Тищенко, П.И. Способы обработки зерна и кормов для поросят/П.И. Тищенко // Комбикорма. – 2013. – №10. – С. 41-44.

УДК 636.085.1

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ШТАММА
PENICILLIUM VERRUSULOSUM EX13 – ПРОДУЦЕНТА ФЕРМЕНТОВ
ДЛЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК**

**Сатрутдинов А.Д., канд. биол. наук, Шашков И.А.,
Кондратьева Е.Г., канд. физ.-мат. наук, Рожкова А.М., канд. хим. наук,
Зоров И.Н., канд. хим. наук, Сеницын А.П., д-р хим. наук**

*Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр
«Фундаментальные основы биотехнологии» РАН (Москва)*

Реферат. Приведены результаты влияния состава питательной среды и условий ферментации на продуктивность процессов биосинтеза ферментов для кормовых добавок.

Ключевые слова: кормовые ферментные препараты, ксиланаза, карбоксиметилцеллюлаза, *Penicillium verruculosum*, оптимизация

Summary. The results of influence of fermentation media composition and conditions on the productivity of the biosynthesis of enzymes for feed additives are presented.

Key words: feed enzyme preparations, xylanase, carboxymethylcellulase, *Penicillium verruculosum*, optimization

Введение. Корма для животных и птицы составляют основную долю затрат современных сельскохозяйственных предприятий. Для эффективного животноводства и птицеводства необходимы мероприятия по оптимизации затрат на комбикорма при одновременном повышении продуктивности животных и птицы. Современные комбикорма имеют достаточно сложный состав, и представляют сбалансированную смесь углеводов (крахмал и простые сахара), белков, обогащенных незаменимыми аминокислотами (особенно лизина и метионина), жиров и минеральных солей. Содержание каждого компонента комбикорма подбирается в зависимости от назначения и возраста животных и птицы, с учетом доступности, показателей качества и стоимости тех или иных компонентов.

Зерновые, являющиеся основой большинства комбикормов, содержат некрахмальные полисахариды (НПС), которые являются антипитательным фактором и затрудняют процесс переваривания комбикорма. Характерными НПС злаков являются β -глюканы и ксиланы. В процессе набухания и переваривания комбикорма β -глюканы и ксиланы не гидролизуются в желудочно-кишечном тракте, но образуют вязкие растворы, что является основным источником проблем при скармливании комбикормов на основе пшеницы, ржи и ячменя. Особенно эта проблема актуальна в птицеводстве, при выращивании кур-бройлеров и индюшки, поскольку птица потребляет мало жидкости. Негативным фактором является то, что НПС, в первую очередь ксиланы, сорбируют на себя значительную часть питательных и минеральных веществ и жидкости, которые в неизменном виде выводятся из организма животных, что приводит к перерасходу кормов и снижению показателей продуктивности у сельскохозяйственных животных и птицы. Таким образом, очевидна необходимость разрушения НПС для увеличения эффективности применения кормовых рационов на основе злаков. Важным инструментом, позволяющим увеличивать питательную ценность кормов за счёт разрушения НПС, являются кормовые ферменты или ферментные препараты (ФП), обладающие НПС-литической активностью, в первую очередь, за счёт наличия в них в разном соотношении карбогидраз с целлюлазной, β -

глюканазной и ксиланазной видами активности [1]. Использование кормовых ФП в рационах сельскохозяйственных животных и птицы является неперенным условием современного высокопродуктивного животноводства и птицеводства.

При получении ФП наиболее затратной стадией является процесс их биосинтеза (культивирование микроорганизмов – продуцентов кормовых ферментов). К важным технологическим характеристикам продуцентов ферментов следует отнести их отношение к источникам питания (различным компонентам питательной среды), требования к интенсивности аэрации, значениям рН и температуры среды культивирования, устойчивость к инфекциям и другим внешним факторам. Стабильность уровня биосинтеза ферментов, как правило, выше у микроорганизмов, способных функционировать в широком диапазоне изменений перечисленных выше факторов.

В данной работе исследовано влияние состава питательной среды и рН на продуктивность процесса биосинтеза кормовых ферментов – целлюлазы (эндо- β 1,4-глюканазы) и ксиланазы грибом *Penicillium verruculosum*.

Объекты и методы исследования. В работе был использован высокопродуктивный рекомбинантный штамм *P.verruculosum* EX13, получение которого приведено в работах [2,3].

Исходный состав ферментационной среды в (г/л): глюкоза кристаллическая – 40; микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) – 60; пшеничные отруби – 10; дрожжевой экстракт – 10; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 10; KH_2PO_4 – 14; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,6; $\text{CaCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,6 [4].

Условия культивирования: температура – 32 °С, рН 4,75±0,25; pO_2 30 %, продолжительность процесса – 144 часа. Ферментации проводили в ферментёрах КФ-103 (Проинтех, Россия).

Подпитки: внесение 50 % раствора глюкозы в количестве 30 г на 1 литр ферментационной среды – 1 раз в сутки (всего 4 раза); МКЦ в количестве 3 г на 1 литр ферментационной среды 1 раз в сутки (всего 3 раза).

Для определения активности эндо-глюканазы использовали Na-соль карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), ксиланазы – ксилан берёзы. Определение активностей по отношению к этим субстратам проводили по начальным скоростям образования восстанавливающих сахаров (ВС), используя модифицированный метод Шомоди-Нельсона [5]. За единицу активности принимали такое количество фермента, которое приводило к образованию 1 мкмоль ВС в мин при концентрации субстрата в реакционной смеси 5 г/л (50 °С., рН 5,0).

Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Промышленные биотехнологии» ФИЦ Биотехнологии РАН.

Обсуждение результатов. Наиболее дорогостоящим субстратом в составе питательной среды (см. выше) является дрожжевой экстракт, потому на первом этапе было исследовано влияние уменьшения его концентрации на эффективность процесса ферментации (рис.1). В качестве критерия эффективности процесса была выбрана суммарная продуктивность по КМЦазе и ксиланазе в супернатанте, равная произведению активности ферментов в мл среды и объема фугата культуральной жидкости из ферментера. Этот показатель указан на всех графиках по вертикальной шкале. Очевидно, что уменьшение содержания дрожжевого экстракта в питательной среде в 10 раз лишь незначительно снижает продуктивность процесса ферментации (на 15 % для КМЦазы и на 14,5 % для ксиланазы).

На следующем этапе исследований вместо кристаллической глюкозы была использована глюкозная патока (с содержанием глюкозы 64,5 %), а дрожжевой экстракт был заменён кукурузным экстрактом (КУК), с содержанием сухих веществ 50 % и соевая мука.

Содержание патоки и КУК были рассчитаны таким образом, чтобы их количество (по содержанию сухих веществ) соответствовало таковым соответственно в кристаллической глюкозе и дрожжевом экстракте.

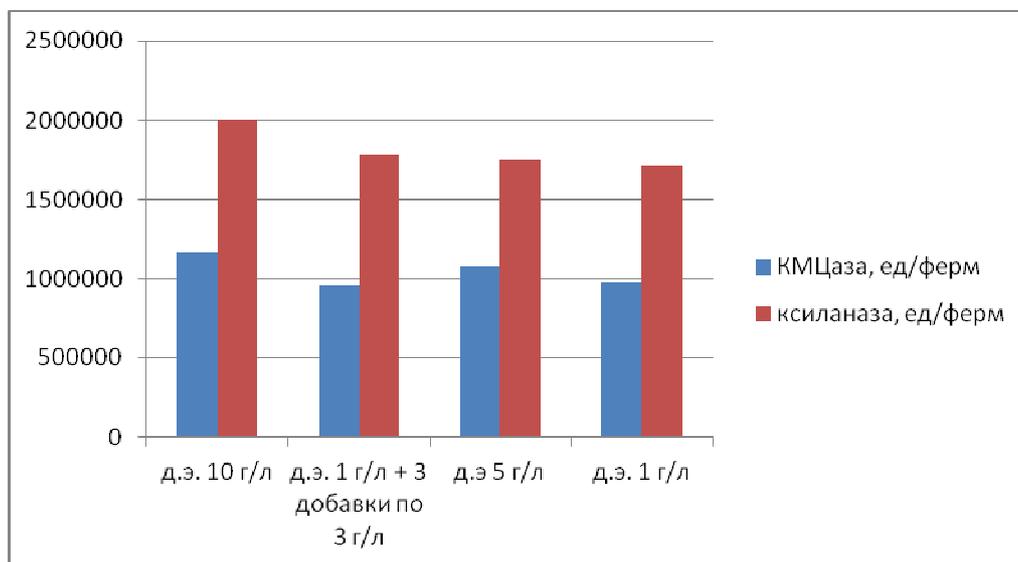


Рис. 1. Влияние различных концентраций дрожжевого экстракта (д.э.) и способов его внесения на продуктивность биосинтеза эндо-глюканазы и ксиланазы штаммом *P.verruculosum* EX13

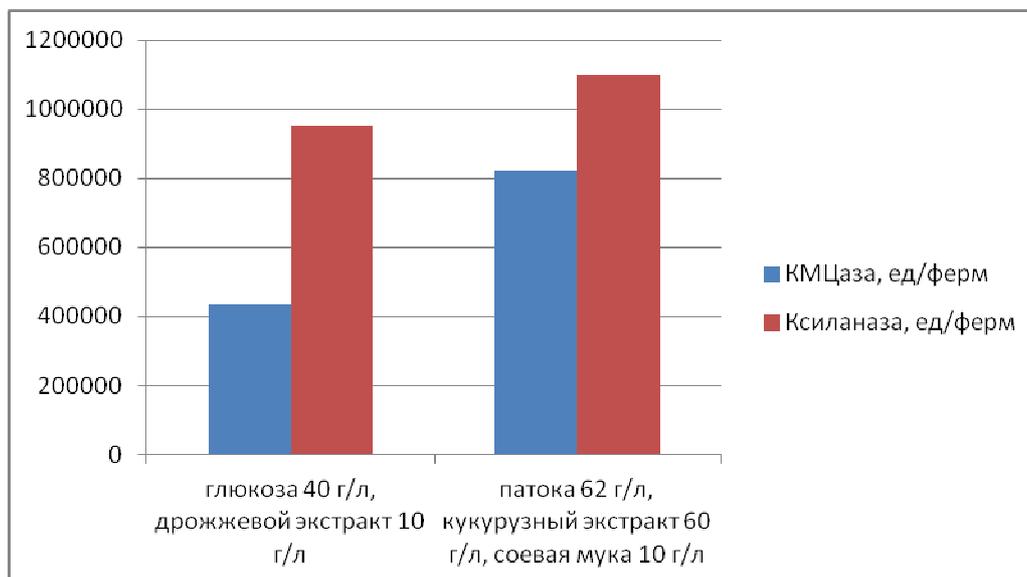


Рис. 2. Сравнение продуктивности процесса биосинтеза эндо-глюканазы и ксиланазы штаммом *P.verruculosum* EX13 с использованием глюкозной патоки, кукурузного экстракта и соевой муки

Использование новых субстратов благотворно сказалась на процессе биосинтеза (рис. 2): продуктивность по ксиланазе возросла на 14,7 %, а по KMЦазе на 90 %.

Было исследовано влияние на эффективность процесса ферментации концентрации КУК и возможность использования соевой муки и КУК в разных сочетаниях. Как видно из рис. 3, использование КУК в концентрации 60 г/л и совместное использование соевой муки (10 г/л) и КУК (30 г/л) приводило к наибольшим значениям продуктивности процесса

по КМЦазе и ксиланазе, при этом снижение концентрации КУК с 30 до 15 г/л приводило лишь к незначительному уменьшению продуктивности.

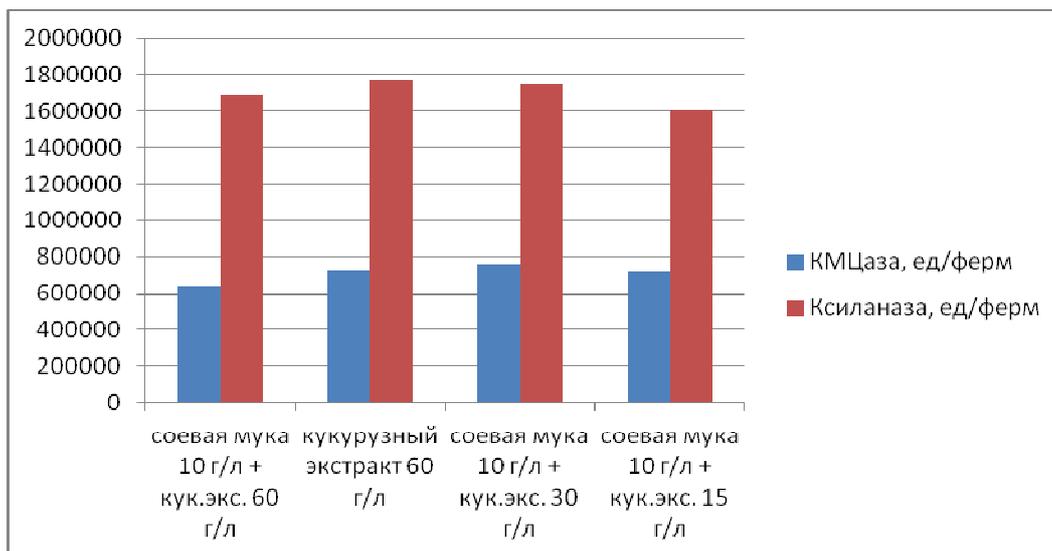


Рис. 3. Влияние изменения концентрации кукурузного экстракта, а также наличия соевой муки на продуктивность процесса культивирования штамма *P.verruculosum* EX13

Далее исследовали возможность частичной или полной замены соевой муки на мочевины при культивировании штамма *P.verruculosum* EX13. Была установлена возможность исключить из состава питательной среды соевую муку с заменой её на мочевины.

Известно, что МКЦ, входящая в состав питательной среды *P.verruculosum* EX13, является достаточно дорогостоящим субстратом. Поэтому была исследована возможность уменьшения концентрации МКЦ в исходной питательной среде и снижения расхода МКЦ в подпитках, осуществляемых в ходе ферментаций.

Установлено, что снизить общий расход МКЦ можно или за счёт снижения концентрации МКЦ в исходной питательной среде (без изменения расхода в подпитках), или отказаться от подпиток без снижения концентрации МКЦ в исходной питательной среде.

Выводы. Установлено, что при культивировании штамма *P.verruculosum* EX13 в исходной ферментационной среде кристаллическую глюкозу можно заменить на глюкозную патоку, а дрожжевой экстракт на кукурузный экстракт и мочевины, при этом возможно снизить концентрацию МКЦ в стартовой среде с 60 г/л до 30 г/л, сохранив интенсивность подпитки МКЦ в процессе ферментации.

Литература

1. Bauer S., Development and application of a suite of polysaccharide-degrading enzymes for analyzing plant cell walls. Proc Natl Acad Sci USA. 2006; 103(30):11417-11422.
2. Получение и свойства мутантов *Penicillium verruculosum* – суперпродуцентов целлюлаз и ксиланаз/ И.В. Соловьева [и др]// Микробиология. – 2005. – Т.74. – С.1-7.
3. Получение высокоэффективных ферментных комплексов целлюлаз и гемицеллюлаз для гидролиза растительного сырья на основе штамма *Penicillium verruculosum*/ А.П. Синицын [и др]// Биотехнология. – 2013. – №5. – С.50-53.
4. Немашкалов В.А. Биосинтез карбогидраз гриба *Penicillium verruculosum* при культивировании на различных целлюлозосодержащих субстратах. Диссертация на соискание ученой степени канд. биол. наук, Пушкино, ИБФМ, 2012. – 19 с.
5. Методы изучения и свойства целлюлитических ферментов/ А.П. Синицын [и др]. – М.:ВИНИТИ,1990. – 290 с.

УДК 665.3:66.08

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИСЛОТНОГО ЧИСЛА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ НИХ ЛЕЦИТИНОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Лисовая Е.В., канд. техн. наук, Викторова Е.П., д-р техн. наук

Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (Краснодар)

Реферат. В связи с высокими требованиями к качеству продуктов питания, возникает потребность в экспрессных, экологически безопасных и точных методах контроля качества продуктов питания на всех этапах производства. Одним из показателей качества и безопасности растительных масел, который необходимо контролировать на всех этапах товародвижения, является кислотное число. С целью анализа направлений развития аналитического контроля в мире, а именно, способов определения кислотного числа растительных масел и полученных из них лецитинов был проведен патентный поиск указанных способов в отечественных и зарубежных патентных источниках. Показано, что разработка инструментальных способов определения кислотного числа растительных масел и полученных из них лецитинов является актуальной и требует дальнейшего развития в соответствии с современными научно-техническими достижениями.

Ключевые слова: кислотное число, растительные масла, лецитины, способы определения

Summary. Due to the high requirements for the quality of food, there is a need for express, environmentally friendly and accurate methods of food quality control at all stages of production. One of the indicators of quality and safety of vegetable oils, which must be controlled at all stages of product movement, because this indicator characterizes the hydrolytic processes occurring in vegetable oils, is the acid number. In order to analyze the directions of development of analytical control in the world, namely, methods for determining the acid number of vegetable oils and lecithins derived from them, a patent search for these methods in domestic and foreign patent sources was carried out. It is shown that the development of instrumental methods for determining the acid number of vegetable oils and lecithins derived from them is relevant and requires further development in accordance with modern scientific and technical achievements.

Key words: acid value, vegetable oils, lecithins, the method of determining

Введение. В настоящее время актуальной задачей является разработка современных инструментальных способов контроля качества и безопасности растительных масел и продуктов их переработки, в том числе лецитинов, обеспечивающих необходимую точность измерений, оперативность, объективность, автоматизацию и возможность применения в процессе непрерывного производства.

Одним из показателей качества и безопасности растительных масел, который необходимо контролировать на всех этапах товародвижения, так как этот показатель характеризует нежелательные гидролитические процессы, протекающие в растительных маслах, является кислотное число [1].

С целью анализа направлений развития аналитического контроля в мире, а именно, способов определения кислотного числа растительных масел и полученных из них леци-

тинов был проведен патентный поиск указанных способов в отечественных и зарубежных патентных источниках.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования являются способы определения кислотного числа растительных масел и полученных из них лецитинов, представленных в отечественных и зарубежных патентных источниках. В работе были использованы методы проведения патентных исследований.

Обсуждение результатов. В аналитическом контроле растительных масел и жиров наиболее распространенными являются электрохимические методы анализа, обеспечивающие возможность разработки более совершенного алгоритма количественных определений и автоматизации измерений аналитического сигнала [2].

Электрохимические методы определения кислотного числа растительных масел получили развитие в большей степени в трудах отечественных ученых.

Российскими учеными запатентован способ потенциометрического определения кислотного числа растительных масел, характеризующийся простотой и безопасностью за счет замены токсичных летучих неводных растворителей на водно-спиртовой раствор. Способ включает смешивание навески отобранной пробы исследуемого растительного масла с органическим растворителем, измерение величины рН полученной смеси и определение кислотного числа исследуемого растительного масла. Перед смешиванием навески отобранной пробы исследуемого растительного масла с органическим растворителем в последний вводят не более $0,5 \text{ см}^3$ стандартного раствора олеиновой кислоты концентрации от 0,03 до 0,08 М, измеряют величину рН полученной смеси, а после смешивания навески отобранной пробы исследуемого растительного масла с полученной смесью в нее вводят добавку стандартного раствора олеиновой кислоты с концентрацией от 0,03 до 0,08 М, измеряют величину рН полученной смеси, причем в качестве органического растворителя используют 95-97 % по массе водный 1-бутанол [3].

Известен способ определения кислотного числа растительных масел методом рН-метрии. Для упрощения определения кислотного числа растительных масел, сокращения трудозатрат и расхода реактивов на выполнение измерений кислотного числа методом рН-метрии в качестве растворителя применяют этанол-ректификат. Перед смешиванием с навеской масла его подщелачивают добавлением реагента – гидроксида лития до установления измеряемых значений рН рабочего раствора в диапазоне 7,5-7,8. После смешивания отобранной пробы исследуемого растительного масла с приготовленным рабочим раствором измеряют величину рН полученной смеси, затем вводят фиксальный раствор 0,1 М уксусной кислоты в этаноле-ректификате и снова измеряют величину рН [4].

Группой ученых в 2000 г. получен патент США на реагент для определения кислотности в растительных маслах методом рН-метрии. Реагент содержит триэтанолламин, а в качестве растворителя - водно-спиртовую смесь. Реагент позволяет определять кислотные числа в маслах в двухфазной системе. Использование реагента основано на методе рН-метрии с условным измерением рН до и после добавления образца масла в реагент [5].

Учеными Кубанского государственного технологического университета запатентован способ определения кислотного числа масла или жира, включающий отбор пробы масла или жира и смешивание его с реагентом. В качестве реагента используют реагент, состоящий из 0,1-0,3 М раствора триэтанолламина и 0,01-0,03 М раствора соли сильного основания и сильной кислоты в водном растворе изопропилового спирта концентрацией 50%. Смешивание пробы масла или жира с реагентом осуществляют в течение не более

1 минуты, а после смешивания определяют значение рН полученной смеси. По значению рН вычисляют концентрацию ионов водорода, при этом кислотное число масла или жира находят по калибровочной кривой, построенной в координатах «кислотное число масла или жира - концентрация ионов водорода смеси» [6].

Учеными Китайского сельскохозяйственного университета получен патент на способ быстрого определения кислотного числа растительных масел с помощью химически модифицированного электрода. Химически модифицированный электрод представляет собой платиновый электрод, модифицированный полипирролом, легированным перхлоратом. Электрополимеризацию проводят на электрохимической рабочей станции путем использования постоянного потенциала и круговой сканирующей технологии так, что на поверхности платинового электрода образуется перхлорат – легированный пиррольный полимер. Пиррольные мономеры полимеризуются на электроде электрохимическим способом и легируются ионами одновременно, при этом электрод оказывает каталитическое действие на реакцию восстановления ненасыщенных жирных кислот и проводит ток, в результате чего кислотное число растительного масла может быть вычислено в соответствии со значением тока. Разработанный способ характеризуется высокой чувствительностью и точностью по сравнению с традиционным потенциометрическим титрованием [7].

В результате анализа патентной информации выявлено, что для определения кислотного числа растительных масел, помимо электрохимических методов, возможно эффективно использовать методы ИК-спектроскопии и ЯМР-спектроскопии.

Японскими учеными запатентован способ определения йодного и кислотного чисел масел и жиров на основе ИК-спектроскопии. Сущность способа заключается в косвенном определении значения йодного или кислотного чисел масел и жиров путем построения графика зависимости между значениями проективно трансформированных данных ИК-спектров поглощения масел и жиров и значениями йодного или кислотного числа растительных масел и жиров [8].

Известен способ определения кислотного числа масел и жиров на основе ИК-спектров [9]. Абсорбция определяется измерением поглощения в окрестности волнового числа 3300 см^{-1} для множества образцов растительных масел и эталонного образца, имеющего известное содержание свободных жирных кислот, а затем по формуле вычисляют $K.ч. = P_1A + P_0$, где A - поглощение, P_1 и P_0 - коэффициенты. Коэффициенты P_1 и P_0 определяют методом наименьших квадратов, при этом разница между истинным значением и рассчитанным значением кислотного числа минимизируется. Разработанный способ значительно снижает стандартное отклонение и увеличивает коэффициент корреляции, тем самым значительно повышая точность, а также позволяет автоматически измерять кислотность в процессе производства жиров и масел за счет использования относительно толстой ячейки [9].

Учеными ВНИИ масличных культур им.В.С. Пустовойта разработан способ экспрессного определения кислотного числа растительных масел на основе радиоспектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР). К образцу растительного масла с определенной массой добавляют водный раствор соли щелочного металла в соотношении 5:1 по массе, перемешивают смесь до полной нейтрализации свободных жирных кислот, измеряют при комнатной температуре ЯМР-релаксационные характеристики, вычисляют значение кислотного числа масла по градуировочному уравнению зависимости кислотного числа масла от разницы амплитуд сигналов свободной прецессии и спинового эха, параметры которого находят при градуировке ЯМР-анализатора по образцам масла с известными значениями кислотных чисел. Техническим результатом изобретения является ис-

пользование метода определения кислотного числа растительных масел, не зависящего от их физико-химических характеристик и не требующего применения токсичных реактивов [10].

Для определения кислотного числа темноокрашенных масел, например виноградного и рапсового, на основе ядерного магнитного резонанса запатентован способ, включающий отбор образца масла, смешивание его с водным раствором щелочного металла с получением смеси, помещение смеси в датчик импульсного ЯМР-анализатора, измерение значений амплитуд сигналов ЯМР и вычисление значения кислотного числа по градуировочному уравнению, в качестве водного раствора щелочного металла используют водный раствор гидроксида натрия концентрацией 0,5-0,7 моль/дм³, при этом смешивание масла с водным раствором гидроксида натрия осуществляют при температуре 20-25 °С и соотношении масло - водный раствор гидроксида натрия (1:2)-(1:3) в течение 5-10 с, а объем смеси, помещаемый в датчик ЯМР-анализатора, соответствует 10 мл [11].

Реализация способа [11] позволяет производить точное и быстрое определение кислотного числа темноокрашенного растительного масла за счет следующего.

Во-первых, применение в качестве щелочного реагента водного раствора гидроксида натрия указанной концентрации и при указанном соотношении темноокрашенное масло - гидроксид натрия позволяет получать мицеллы натриевых мыл жирных кислот низких порядков, при этом в их состав не вовлекаются красящие вещества масла, в отличие от известного способа [10], при реализации которого образуются мицеллярные структуры натриевых мыл жирных кислот высоких порядков. Последнее приводит к искажению значений ядерно-магнитных релаксационных характеристик исследуемой системы, а, следовательно, к снижению точности способа.

Во-вторых, в способе [11] исключается образование прочных эмульсий, в отличие от известного способа [10], в котором в результате реакции свободных жирных кислот масла и водного раствора карбоната натрия выделяется углекислый газ, способствующий образованию прочных эмульсий, что также приводит к резкому изменению значений ЯМР-характеристик, т.е. к снижению точности, а также к увеличению продолжительности осуществления способа.

Следует отметить, что экспериментально обоснована возможность применения метода ЯМР и разработан способ определения кислотного числа масла, выделенного из подсолнечных лецитинов [12]. Учеными КНИИХП-филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ и ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта совместно проводятся исследования ядерно-магнитных релаксационных характеристик подсолнечных лецитинов с целью разработки способа определения кислотного числа.

Выводы. Таким образом, разработка инструментальных способов определения кислотного числа растительных масел и полученных из них лецитинов является актуальной и требует дальнейшего развития в соответствии с современными научно-техническими достижениями.

Литература

1. Актуальные вопросы управления качеством растительного масла / Т.В. Пилипенко [и др.] // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». Вып. 19. - № 28. - 2011. - С.183-188.
2. Выскубова, Е.Н. Электрохимические методы определения кислотного числа растительных пищевых и эфирных масел на основе иодат-иодидной окислительно-

восстановительной системы: автореф. дис. ... канд. хим. наук: 02.00.02/ Выскубова Елена Николаевна. – Краснодар, 2000. – 21 с.

3. Пат. 2119161 Российская Федерация МПК G01N 33/03. Способ потенциометрического определения кислотного числа растительного масла / В.Е. Акулинин, О.Е. Рувинский, С.Я. Шарудина; заявитель и патентообладатель Кубанский гос-ный технологич. университет. - №97108380/13; заявл. 20.05.1997; опубл. 20.09.1998, Бюл. №26. – 6 с.

4. Пат. 2119162 Российская Федерация МПК G01N 33/03. Способ определения кислотного числа растительных масел / О.Е. Рувинский, С.Я. Шарудина, В.Е. Акулинин; заявитель и патентообладатель Кубанский гос-ный технологич. университет.. - № 97108379/13; заявл. 20.05.1997; опубл. 20.09.1998, Бюл. №26 - 7с.

5. Пат. 6027940 США, МПК G01N 33/03; G01N 33/28. Reagent for the determination of acids in oils [Электронный ресурс] / Y. Tur`yan, O. Berezin, I. Kuselman, S.Avinoam; заявитель и патентообладатель Tur`yan Y., Berezin O., Kuselman I., Avinoam S. - № US19970980066; заявл. 26.11.1997; опубл. 22.02.2000. – Режим доступа: <https://worldwide-i.espacenet.com>.

6. Пат. 2356049 Российская Федерация, МПК G01N 33/03. Способ определения кислотного числа масла или жира / Е.О. Герасименко, Е.А. Бутина, Е.П. Корнена, Я. Турьян [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО НПП «ФОРТ». - № 2007111187/13; заявл. 27.03.2007; опубл. 20.05.2009, Бюл. №14- 5с.

7. Пат. 101893595 Китай, МПК G01N 27/30; G01N 27/60. Chemically modified electrode, preparation thereof and method for rapid determination of acid value of plant oil [Электронный ресурс] / Xue Wentong, Zhang Chune, Zhang Hui, Li Shuguo [and etc.]. - № 201010216870.4; заявл. 25.06.2010; опубл. 24.11.2010. – Режим доступа: <https://patentscope.wipo.int>.

8. Пат. JPH0518892 (А) Япония, МПК G01J3/28. Determination of iodine value and acid value of fats and oils. [Электронный ресурс] / Yokota Hiroshi; Kimura Masaaki; Yanai Naoki. – № JP 19910168084 19910709, опубл. 26.01.1993. - Режим доступа: <https://ru.espacenet.com>.

9. Пат. JPH06160275 (А) Япония, МПК G01N33/28. Determination of acid value through infrared absorption [Электронный ресурс] / Matsushita Kazuhiko, Yokota Hiroshi [et al.]. - № JP 19930221818 19930907, опубл. 07.06.1994. - Режим доступа: <https://ru.espacenet.com>.

10. Пат. 2187796 Российская Федерация, МПК G01N 24/08. Способ определения кислотного числа растительных масел / Б.Я. Витюк, С.М. Прудников, И.А. Гореликова [и др.]; заявитель и патентообладатель Витюк Б.Я. [и др.]. - № 20001221163/28; заявл. 21.08.2000; опубл. 20.08.2002, Бюл. №23. – 7 с.

11. Пат. 2251689 Российская Федерация, МПК G01N 33/03. Способ определения кислотного числа темноокрашенного растительного масла / С.М. Прудников, Б.Я. Витюк, Л.В. Синявская [и др.]; заявитель и патентообладатель Кубанский гос-ный технологич. университет. - № 2003129920/13; заявл. 10.10.2003; опубл. 10.05.2005, Бюл. №13. – 6 с.

12. Разработка способа определения кислотного числа масла, содержащегося в подсолнечных фосфолипидах, на основе метода ЯМР / Е.П. Викторова [и др.] // Новые технологии. – 2018. - №2. – С. 13-18.

СОВМЕСТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА, КАДМИЯ, МЕДИ И ЦИНКА В СОКАХ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

**Гиль Е.В., Механикова Е.Г., Дубоделова Е.В., канд. техн. наук,
Дубовская Л.Ю., канд. техн. наук**

*Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»
(Республика Беларусь, Минск)*

Реферат. Показаны результаты практического применения метода инверсионной вольтамперометрии для совместного определения свинца, кадмия, меди и цинка в восстановленных соках, обращааемых на территории Евразийского экономического союза. Разработана методика выполнения измерений, включая особенности режимов и способов пробоподготовки, условий проведения анализа методом инверсионной вольтамперометрии.

Ключевые слова: восстановленные соки, инверсионная вольтамперометрия, свинец, кадмий, медь, цинк, совместное присутствие, пробоподготовка, условия измерений

Summary. The results of practical application of the method of inversion voltammetry in the joint definition of lead, cadmium, copper and zinc in juices, which are circulating on the territory of the Eurasian economic union, are shown. Measurement procedure has been developed and it includes the regimes and methods of preparation of juice samples, conditions of inversion voltammetry analysis.

Key words: reconstituted juices, inversion voltammetry, lead, cadmium, copper, zinc, joint presence, sample preparation, conditions of measurement

Введение. Токсичные элементы в виде металлов с атомной массой превышающей 50 а.е.м. относятся к основным загрязнителям окружающей среды и поэтому подлежат контролю и государственному надзору [1]. К ним относятся медь, хром, цинк, молибден, марганец, свинец, кадмий, никель, мышьяк, ртуть, которые могут оказывать вредное воздействие на организм человека, способны накапливаться в тканях, вызывая ряд заболеваний. Однако такие металлы, как железо, медь, цинк, молибден в определенных количествах являются необходимыми для функционирования растений, животных и человека микроэлементами, участвующими в биологических процессах. В связи с этим, в настоящее время разработано значительное количество методик выполнения измерений по определению содержания токсичных элементов [2].

Свинец – это опасное вещество (II класс опасности), которое согласно рекомендациям ВОЗ, следует исключать из рациона питания человека. Однако, он содержится в большинстве растительных и животных продуктов в количестве 0,5–1,0 мг/кг. Больше всего свинца содержится в хищных рыбах (в тунце до 2,0 мг/кг), моллюсках и ракообразных (до 10 мг/кг) [3]. Следует отметить, что источником повышенного содержания свинца в продуктах питания является используемая при производстве и хранении жестяная тара. Попадая в клетки организма человека, свинец (как и многие другие токсичные элементы) дезактивирует ферменты, где реакция идет по сульфгидрильным группам белковых составляющих ферментов с образованием $-S-Pb-S-$. В результате чего увеличивается кровяное давление, что вызывает сердечно-сосудистые болезни и изменения в нервной системе. Свинец может заменять кальций в костях, становясь постоянным источником отравления [2].

Кадмий – это опасное вещество (II класс опасности), которое также следует исключать из рациона питания человека согласно рекомендациям ВОЗ. В продуктах питания его содержится примерно в 5–10 раз меньше, чем свинца. Повышенные концентрации его наблюдаются в какао-порошке (до 0,5 мг/кг), почках животных (до 1,0 мг/кг) и рыбе (до 0,2 мг/кг). Источником повышенного содержания кадмия также является используемая при производстве и хранении жестяная тара. Кроме того, он может попадать в сельскохозяйственные культуры при выращивании на территории, загрязненной кадмием [4]. В этом случае группой риска являются овощи, фрукты, мясо, молоко. Кадмий по химическим свойствам родственен цинку, может замещать цинк в ряде биохимических процессов в организме, нарушая их (например, выступать как псевдоактиватор белков); поражать центральную нервную систему; вызывать дисфункцию половых органов [2].

Медь относится к умеренно опасным веществам (III класс опасности), однако она является важнейшим микроэлементом, необходимым организму для целого ряда функций – от формирования костей и соединительной ткани до выработки специфических ферментов. По рекомендации ВОЗ, суточная потребность в меди для взрослых составляет 1,5 мг. Повышенное содержание меди наблюдается в печени животных, орехах, зерновых и бобовых культурах, морепродуктах. Чрезмерное потребление меди может стать причиной болей и колик в животе, тошноты, диареи, рвоты, поражения печени. К тому же некоторые эксперты считают, что повышенный уровень меди, особенно при дефиците цинка, может быть фактором, провоцирующим шизофрению, гипертензию, депрессию, бессонницу, раннее старение и предменструальный синдром [2].

Цинк относится к умеренно опасным веществам (III класс опасности), он действует на наш организм на уровне клеток, напрямую участвуя в обмене веществ: этот важнейший микроэлемент является частью всех витаминов, ферментов и гормонов, по сути, занимая 98 % всех наших клеток. По рекомендации ВОЗ, суточная потребность в цинке для взрослых составляет 9–11 мг. Наличие этого микроэлемента в организме обеспечивает человеку нормальную жизнедеятельность и хорошее самочувствие [2].

В целом, следует отметить, что основными источниками поступления в продукты питания рассматриваемой группы элементов являются загрязненные вода и воздух, нарушение правил применения ядохимикатов при внесении удобрений в почвы и несоблюдение требований ведения технологического процесса их производства [2].

Распространенные на рынке Евразийского экономического союза (ЕАЭС) восстановленные соки требуют особого внимания на предмет содержания в них токсичных элементов. Кроме того, необходимы методы, позволяющие совместно определять несколько токсичных элементов одновременно без затрат на это большого количества времени. Решение этой проблемы обеспечит повышение безопасности восстановленных соков.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований нами были выбраны яблочные и апельсиновые соки, которые массово производятся и потребляются различными группами населения на территории ЕАЭС. Кроме того, рассматриваемые токсичные элементы входят в минералогический состав яблок и апельсинов, из которых были получены анализируемые образцы соков. Так, на 100 г яблок приходится 110 мкг меди и 0,15 мг цинка; на 100 г апельсинов – 70 мкг меди и 0,2 мг цинка [5].

Для анализа были взяты 5 образцов восстановленного сока, обращаемого на территории ЕАЭС, в технологии которого предусмотрено использование питьевой воды. Отбор образцов сока был произведен с рынка случайным образом. При этом образцы 1, 3–5 – образцы яблочного сока; образец 2 – апельсинового сока.

ТР ТС 021/2011 из изучаемых токсичных элементов нормирует содержание свинца в количестве не более 0,4 мг/кг и кадмия – не более 0,03 мг/кг. Однако, СанПиН № 52 и СТБ 1824, действующие на территории Республики Беларусь, ограничивают содержание

свинца в количестве не более 0,3 мг/кг, кадмия – не более 0,02 мг/кг, цинка – не более 5 мг/кг, меди – не более 5 мг/кг.

При выборе метода проведения исследований были проанализированы следующие межгосударственные стандарты по определению рассматриваемой группы токсичных элементов:

- ГОСТ 26931 Сырье и продукты пищевые. Методы определения меди;
- ГОСТ 26932 Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца;
- ГОСТ 26933 Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия;
- ГОСТ 26934 Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка.

Обсуждение результатов. Согласно ГОСТ 26931 определение меди в пищевом сырье и продуктах осуществляется полярографическим и колориметрическим методом. При этом колориметрический метод с дибензилдитиокарбаматом цинка распространяется только на винодельческую продукцию и пиво.

Согласно ГОСТ 26932, свинец определяют полярографированием в режиме переменного тока. При этом пробоподготовка осуществляется методом сухого озоления пробы с использованием вспомогательного средства азотной кислоты.

Согласно ГОСТ 26933, определение содержания кадмия в пищевых продуктах осуществляется полярографированием в режиме переменного тока. Пробоподготовка основана на использовании метода сухого озоления.

Согласно ГОСТ 26934, количественное содержание цинка определяется полярографированием в режиме переменного тока.

Видно, что токсичные элементы в продуктах питания рекомендовано определять полярографированием в режиме переменного тока. Проведение анализа этим методом осуществляется с применением ртутного капаящего электрода. При этом согласно статьи 38 ТР ТС 021/2011, на определение индивидуального токсичного элемента существует отдельный стандарт, так как условия проведения определения индивидуальных элементов значительно отличаются друг от друга. Эти отличия заключаются в различных интервалах напряжений, при которых записывают полярограмму. Так, для определения меди при записи полярограммы используют напряжение от минус 0,1 до минус 0,5 В, для определения свинца – от минус 0,4 до минус 0,8 В, для определения кадмия – от минус 0,6 до минус 1,0 В, а для определения цинка – от минус 1,0 до минус 1,4 В.

Важной стадией анализа электрохимическими методами является пробоподготовка с переводением анализируемого соединения в раствор и удалением мешающих полярографическому определению примесей. Большие неудобства для полярографирования создают вещества с характеристичными потенциалами, близкими к потенциалу восстановления определяемого элемента или более низкими потенциалами. Заметно мешает определению и растворенный кислород. Для удаления мешающих веществ широко применяют осаждение, комплексообразование, окисление, восстановление и другие. Например, для удаления растворенного кислорода, восстанавливающегося на катоде, через раствор пропускают водород. В щелочные растворы добавляют сульфит натрия. Следует отметить, что стандартом рекомендовано сухое озоление. Среди его достоинств можно выделить простоту реализации и технического оснащения, недостатки – снижение точности определения вследствие улетучивания элементов, их адсорбции на тиглях и загрязнения пробы материалом тигля, материалом муфельной печи, пылью из воздуха лаборатории. Немаловажное значение при пробоподготовке для последующего анализа имеют также особенности материала сжигаемого образца – матрицы. От соотношения элементов и от того, в какой химической связи они находятся с другими элементами в каждой матрице, зависит степень их потери. Время озоления для разных элементов очень различ-

но, поэтому стандартизацию этой процедуры для всех элементов провести невозможно. Ошибки, вносимые этим методом пробоподготовки, снижают воспроизводимость и правильность анализа полярографическим методом [6].

Анализ стандартов на методы определения токсичных элементов в пищевых продуктах показал, что полярографический метод анализа дает возможность определять примеси металлов, содержащиеся в образцах в количестве порядка 0,001 % с точностью в среднем до 1 % [7]. Несмотря на высокие метрологические характеристики данного метода, интерпретация полярограмм является сложным и длительным процессом. Для расшифровки полярографических кривых персонал должен иметь не только соответствующую квалификацию, но и стандартные эталонные образцы анализируемых элементов [6]. Также среди недостатков полярографии следует отметить работу с ртутным капаящим электродом, который является источником повышенной опасности, так как пары металлической ртути, как и большинство ее химических соединений, обладают чрезвычайно высокой токсичностью [8].

По нашему мнению, более перспективным и безопасным методом анализа токсичных элементов в продуктах питания является инверсионная вольтамперометрия, заключающаяся в предварительном концентрировании определяемого компонента на поверхности индикаторного электрода с последующим электрохимическим растворением концентрата и регистрацией величины тока электрорастворения. Такой способ регистрации вольтамперограммы, позволяющий снизить нижнюю границу определяемых концентраций для органических веществ до 10^{-10} – 10^{-9} моль/дм³, а для неорганических веществ до 10^{-11} моль/дм³, и лежит в основе метода инверсионной вольтамперометрии. В настоящее время данный метод стандартизирован и может быть применим для большого диапазона пищевых продуктов [9].

Регистрация аналитического сигнала в инверсионной вольтамперометрии включает четыре стадии согласно действующего ГОСТ Р 51301:

- подготовка электродов;
- концентрирование (накопление) определяемого элемента на поверхности рабочего электрода при заданном потенциале электрода;
- регистрация тока растворения концентрата определяемого элемента при изменении потенциала рабочего электрода;
- расшифровка полученной зависимости тока от потенциала.

При этом расшифровка полученной вольтамперограммы осуществляется с использованием компьютерной программы, что значительно ускоряет процесс обработки полученных результатов.

Также среди достоинств вольтамперометрического определения следует выделить возможность применения метода мокрого озоления, который основан на полном окислении органических веществ сильными окислителями при температуре 150–450 °С. Особенностью данного метода является использование реагентов-окислителей, среди которых наибольшее распространение получили HNO_3 , H_2O_2 , HClO_4 и их комбинации. При выборе реагентов необходимо принимать во внимание их чистоту, возможное образование мешающих веществ и пригодность способа озоления для данного метода определения [10].

При проведении исследований нами были выдержаны общие требования ГОСТ Р 51301 в части пробоподготовки соков с сочетанием как мокрого, так и сухого озоления. Среди особенностей проведения пробоподготовки следует отметить использование программируемой двухкамерной печи ПДП. Она имела закрытую камеру озоления проб и размещенную на ней полужакрытую камеру – плитку для выпаривания проб. Мокрое озоление проводили азотной кислотой, перекисью водорода и их смесями. Однако полное окисление органических веществ одной азотной кислотой протекает с трудом. Ус-

корение процесса озоленич можно достичь введением перекиси водорода, но работа со смесью окислителей может привести к значительным потерям пробы и увеличивает продолжительность пробоподготовки. При этом предварительно высушенную пробу после обработки смесью азотной кислоты и перекиси водорода необходимо выдерживать первоначально при комнатной температуре в течение не менее 30 – 60 минут, затем – до 8 – 12 часов. В связи с этим, была принята следующая схема пробоподготовки: для предотвращения вспенивания раствора сначала пробу высушивали, затем обрабатывали концентрированной азотной кислотой и производили выпаривание, на следующем этапе использовалась мокрое озоление смесью азотной кислоты и перекиси водорода. Нами были скорректированы этапы пробоподготовки (табл. 1) для массы навесок проб соков 5 г.

Таблица 1 – Этапы проведения пробоподготовки

№	Операции	Камера	Программа	Температура, °С	Время, мин.
1	Высушивание	Выпаривания	1	150	25
2	Окисление 2,5-3,0 см ³ HNO ₃ , растворение и упаривание до 1/3 объема	Выпаривания	2	250	60
3	Окисление 2,0-2,5 HNO ₃ + 1,0-1,5 см ³ H ₂ O ₂	Выпаривания	2	300	70
4	Озоление	Озоления	1	450	30
5	Окисление 2,0-2,5 HNO ₃ + 0,5-1,0 см ³ H ₂ O ₂	Выпаривания	2	350	60-70
6	Озоление	Озоления	1	450	30
7	Повтор операций 5-6 до получения однородной золы белого, серого или рыжеватого цвета				

При проведении анализа использованы реактивы марки «ос.ч.». Посуда для пробоподготовки проходила проверку на чистоту: ополаскивалась водой и фоновым раствором с последующим анализом смывов на содержание цинка, кадмия, свинца и меди. Для выявления наличия загрязнений пробы проводили холостой опыт, результаты расчета которого вычитали из результата анализа пробы. При этом результат холостого опыта был рассчитан на массу навески анализируемой пробы.

Важной стадией вольтамперометрического анализа является выбор фонового электролита для подавления миграционного тока. Известно, что фоновый электролит должен характеризоваться значительно более отрицательным потенциалом выделения, чем у анализируемого иона и присутствовать в анализируемом растворе в достаточной концентрации [9]. Наилучшие результаты были получены при использовании фонового электролита, содержащего нитрат калия и ортофосфорную кислоту, который готовили следующим образом: навеску нитрата калия массой 10–11 г растворяли в мерной колбе на 1000 см³ далее вносили 10 см³ раствора ортофосфорной кислоты концентрацией 0,1 моль/дм³ и доводили дистиллированной водой до метки.

В дальнейшем полученную на этапе пробоподготовки золу растворяли в азотной кислоте (соотношение воды и концентрированной кислоты составляло 2:3) и упаривали полузакрытой камере печи ПДП до влажных солей. После этого добавляли 10 см³ бидистиллированной воды и снова упаривали до влажных солей (процедура проводилась дважды).

К полученному остатку добавляли 10 см³ фонового электролита и количественно перенесли в мерную колбу на 25 см³ и доводили до метки фоновым электролитом.

Установили следующие условия проведения анализа для определения цинка, кадмия, свинца и меди в соках при их совместном присутствии:

1 стадия – регенерация индикаторного электрода: E=+350 мВ, длительность – 20 с (для стекло-углеродного электрода);

2 стадия – накопление определяемых элементов: E=(-1200)-(-1300) мВ, длительность – 60-80 с.;

3 стадия – успокоение раствора: E=(-1200)-(-1300) мВ, длительность – 20 с;

4 стадия – измерительная. Скорость развертки потенциала – 200 мВ/с.

Испытания проводили следующим образом. В электрохимическую ячейку вносили 10 см³ фонового электролита и 2 капли раствора ионов ртути (II) и снимали вольтамперную кривую фона в условиях, приведенных выше. Затем проводили регистрацию вольтамперной кривой пробы, которую вносили в количестве 10 см³, отобранной из мерной колбы объемом 25 см³. Далее в пробу вносили добавку в количестве 0,2 см³ стандартных растворов определяемых элементов и вновь регистрировали вольтамперограмму. Для каждого образца сока проводилось два параллельных измерения. В табл. 2 приведены усредненные значения полученных результатов.

Таблица 2 – Результаты испытаний образцов восстановленных соков

Номер образца	Обнаруженные элементы	Содержание металла в образце, мг/л
1	свинец	0,5200±0,0141
	медь	не обнаружен
	кадмий	не обнаружен
	цинк	не обнаружен
2	свинец	0,0028±0,0006
	медь	0,0018±0,0001
	кадмий	не обнаружен
	цинк	не обнаружен
3	свинец	1,6000±0,0071
	медь	0,0220±0,0014
	кадмий	не обнаружен
	цинк	не обнаружен
4	свинец	не обнаружен
	медь	0,6700±0,0071
	кадмий	не обнаружен
	цинк	не обнаружен
5	свинец	не обнаружен
	медь	не обнаружен
	кадмий	не обнаружен
	цинк	0,0550±0,0021

Из данных табл. 2 видно, что соблюдение разработанной методики выполнения измерений позволило достичь поставленную цель, заключающуюся в совместном определении свинца, кадмия, меди и цинка в соках методом инверсионной вольтамперометрии. Отклонения от рекомендаций ГОСТ Р 51301, проведенные на эталонных соединениях оп-

ределяемых элементов, не привели к снижению метрологических характеристик, регламентированных стандартом для этого метода. В анализируемых образцах выявлено наличие свинца, меди, цинка в количестве, входящем в диапазоны определения токсичных элементов.

Выводы. Таким образом, на основании проведенных исследований можно рекомендовать метод инверсионной вольтамперометрии для совместного определения свинца, кадмия, меди и цинка к широкому применению в производственном контроле выпускаемых на территории ЕАЭС восстановленных соков.

Литература

1. Теплая, Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды / Г.А. Теплая // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – № 1. – С. 182–192.
2. Сульдина, Т.И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм / Т.И. Сульдина // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. – № 1. – С. 136 – 140.
3. Жидкин, В.И. Пути загрязнения продовольствия / В.И. Жидкин, А.М. Семушев // Третьи чтения памяти профессора О.А. Зауралова: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Саранск, 13 мая 2011 г.). – Саранск, 2011. – С. 20-23.
4. Семушев А.М. Влияние загрязнителей на качество продовольственных товаров растительного происхождения // Кооперация в системе общественного воспроизводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Саранск, 9-10 апр. 2013 г.) в 2 ч. – Саранск: Принт-Издат, 2013. – Ч. 2. – С. 221-223.
5. Химический состав пищевых продуктов: Справ. табл. содерж. аминокислот, жир. кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, орган. кислот и углеводов / под ред. М. Ф. Нестерина, И. М. Скурихина. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 247 с.
6. Полярографический анализ // Библиотека специализированной литературы [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.spec-kniga.ru/obuchenie/praktikum-po-tehnicheskomu-analizu-i-kontrolu-proizvodstva-himiko-farmaceuticheskikh-preparatov-i-antibiotikov/elektrohimicheskie-metodi-analiza-poljarograficheskii-analiz.html> (дата обращения: 31.03.2018).
7. Крешков, А.П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Количественный анализ / А.П. Крешков; под ред. Л.Н. Овсянниковой. – 3-е изд. – Ленинград: Химия, 1971. – 456 с.
8. Источники опасности при работе с ртутью // Биотехнологический факультет химико-фармацевтической академии [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: http://www.fptl.ru/tehnika_bezopasnosti/rtut_01.html (дата обращения: 30.03.2018).
9. Шачек, Т.М. Химико-аналитический контроль промышленных и продовольственных товаров. Химические и электрохимические методы: тексты лекций / Т.М. Шачек, Е.В. Дубоделова. – Минск, 2012. – 125 с.
10. Особенности пробоподготовки для многоэлементного анализа // Медицинский сайт [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://medbe.ru/materials/bioneorganika/osobennosti-probopodgotovki-dlya-mnogoelementnogo-analiza/> (дата обращения: 25.03.2018).

УДК 663.97.05 (479.2)

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ТАБАЧНОГО СЫРЬЯ СКЕЛЕТНОЙ ГРУППЫ СТРАН ЗАКАВКАЗЬЯ

Кандашкина И.Г., канд. техн. наук, Белинская Н.Г., Мирных Л.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (Краснодар)

Реферат. В работе исследовано качество табачного сырья скелетной группы табака, производимого в странах Закавказья, изучен химический состав, технологические, токсические и курительные свойства. Эти показатели играют важную роль в оценке качества сырья при его использовании для производства безопасной и высококачественной курительной продукции.

Ключевые слова: сорт табака, сортотип, табачное сырье, скелетное сырье, показатели качества, химический состав, технологические свойства, токсические свойства, дегустационная оценка

Summary. The quality of tobacco raw materials of the skeletal group of tobacco produced in the countries of Transcaucasia is studied, the chemical composition, technological, toxic and smoking properties are studied. These indicators play an important role in assessing the quality of raw materials when used for the production of safe and high-quality smoking products.

Key words: Variety of tobacco, variety, tobacco raw materials, quality indicators, chemical composition, technological properties, toxic properties, tasting assessment

Введение. Отечественное производство качественных и безопасных курительных изделий является многофакторной проблемой, предполагающей комплексный подход в области науки, техники и технологии.

При изготовлении сигарет используются разные сорта табаков, выращенных в различных странах мира и смешанных определенным образом, с тем, чтобы удовлетворить широкую потребительскую аудиторию. От типа мешки зависит аромат, вкус и крепость сигарет.

Одним из решающих факторов в приготовлении табачной мешки является качество табачного сырья [1]. Скелетное табачное сырье придает курительным изделиям вкус и крепость, а ароматичное – специфический аромат естественным путём. Качество готовых курительных изделий зависит от физических, химических, курительных свойств табачного сырья, составляющего основу мешки.

Между Россией и странами Закавказья, к которым относятся Грузия, Армения и Азербайджан, исторически сложились тесные экономические отношения. В советский период эти республики составляли один Закавказский экономический район СССР. Поскольку в настоящее время Россия зависит от импорта табачного сырья, вопрос поставок качественного табака из закавказских республик остается актуальным.

Сельское хозяйство Закавказья во многом определяется почвенно-климатическими условиями. В Грузии значительная часть равнинных пространств располагается во влажном субтропическом климате. Большой Кавказский хребет служит барьером для холодных северных ветров. Выращивание табака получило здесь широкое развитие. На климат Азербайджана основное влияние оказывают географическое положение, рельеф и Каспийское море. Большая часть страны располагается в сухом субтропическом климате, что приводит к использованию в табаководстве дополнительного орошения. Армения отлича-

ется от двух других республик более суровыми климатическими условиями, что объясняется большими перепадами высот, а также местным круговоротом воздуха, обусловленным деформацией передвигающихся воздушных масс под воздействием рельефа.

В климатических условиях стран Закавказья формируются коричневые, черные и серо-коричневые почвы. Самобытность почв умеренно сухих субтропиков выражается в чередовании увлажненных и сухих периодов при круглогодичной постоянно положительной температуре. Почвообразовательные процессы в этих почвах характеризуются большой интенсивностью и непрерывностью действия в годовом цикле развития с депрессиями в сухой сезон и значительной активностью во влажный период.

На протяжении многих лет ФГБНУ ВНИИТТИ проводились комплексные исследования по изучению формирования качества табачного сырья сортов табака различных групп, выращенных в традиционных условиях Закавказья [2,3].

Целью работы являлось изучение качества и безопасности табачного сырья сортов табака скелетной группы по показателям: химический состав, технологические, токсические и курительные свойства.

Объекты и методы исследований. Материалом для исследований служило табачное сырье сортов табака скелетной группы: Остролист 1519, Имунный 580, Закапальский 67 сортотипа Остролист производства Азербайджана; Трапезонд 285, Трапезонд 536 сортотипа Трапезонд производства Грузии; Остролист 2747, Юбилейный сортотипа Остролист производства Армении. Комплексную оценку качества табачного сырья проводили методами, принятыми в табачной отрасли, по показателям: внешнетоварный вид; химический состав (никотин, водорастворимые углеводы, белки, карбонильные соединения); токсические свойства (сухой конденсат дыма); технологические свойства (материальность, фракционный состав, объемно-упругие свойства, условный расход сырья на единицу продукции). Курительные свойства табачного сырья (тип аромата, аромат, вкус, крепость, горючесть) оценивали по 50-ти балльной шкале методом, разработанным в институте.

Обсуждение результатов. Товароведческая оценка табачного сырья сортотипа Остролист производства Азербайджана и Армении показала, что получаемое сырье типично по форме, размеру листьев (крупный и средне-крупный), характеризуется однородной оранжево-красной, красно-коричневой окраской, имеет тонкую, эластичную ткань средней материальности. Табачное сырье сортотипа Трапезонд, выращенное в Грузии, отличается средним размером листовой пластинки, в окраске сырья преобладают темные красно-коричневые тона, ткань листа плотная, материальная.

Все образцы сырья имеют специфический табачный запах. Крепость хорошо чувствуется в скелетном сырье производства Азербайджана.

Анализ данных химического состава показал, что сырье характеризуется хорошим сочетанием основных компонентов химического состава: среднее содержание водорастворимых углеводов ($7,4 \pm 2,7$ %) и белков ($6,5 \pm 1,3$ %) (табл. 1). Максимально высокое содержание углеводов наблюдается в сырье сортов Остролист 2747 производства Армении и Закапальский 67 производства Азербайджан ($10,1$ % и $8,4$ % соответственно).

Для большинства сортов отмечено превышение содержания углеводов над белками. Исключение составили сорта Трапезонд 285 (Грузия) и Юбилейный (Армения), у которых соотношение водорастворимых углеводов и белков (число Шмука) составило $0,7$ и $0,6$.

Условия выращивания табака существенно влияют на накопление никотина в сырье. Скелетное сырье, полученное в различных почвенно-климатических условиях стран Закавказья, имеет широкий диапазон содержания алкалоида – от 0,5 % у сорта Юбилейный (Армения) до 2,7 % у сорта Имунный 580 (Азербайджан).

Таблица 1 – Химический состав скелетного табачного сырья стран Закавказья

Сорт табака	Район выращивания	Водорастворимые углеводы, %	Белки, %	Никотин, %	Карбонильные соединения, %
Остролист 1519	Азербайджан	5,6	5,1	2,3	8,1
Имунный 580	Азербайджан	5,7	6,0	2,7	14,3
Закатальский 67	Азербайджан	8,4	5,7	1,2	14,4
Трапезонд 285	Грузия	6,5	5,4	1,2	8,3
Трапезонд 536	Грузия	4,1	5,6	1,8	8,9
Остролист 2747	Армения	10,1	6,2	1,6	6,0
Юбилейный	Армения	4,7	7,8	0,5	4,7

Количество карбонильных соединений в определенной степени согласуется с ароматическими свойствами сырья. Однако скелетное сырье производства Азербайджана и Грузии также выделяется по количеству карбонильных соединений (в пределах $11,3 \pm 3,1$ %), что подтверждается результатами дегустации.

Дегустационной оценкой установлено, что по типу аромата изучаемое табачное сырье относится к скелетной группе с приятным характерным запахом, высоким баллом по аромату ($18,3 \pm 2,2$), чуть меньшим – по вкусу ($17,5 \pm 1,5$) и хорошей суммой баллов ($35,8 \pm 3,8$) (табл. 2). Самая высокая дегустационная оценка отмечена у скелетного сырья сорта Трапезонд 285 (Грузия) – 37,8 баллов.

Таблица 2 – Дегустационная оценка табачного сырья стран Закавказья

Сорт табака	Район выращивания	Тип аромата	Аромат, балл	Вкус, балл	Сумма баллов
Остролист 1519	Азербайджан	скелетное	18,0	17,0	35,0
Имунный 580	Азербайджан	скелетное	17,0	17,0	34,0
Закатальский 67	Азербайджан	скелетное	19,3	18,3	37,6
Трапезонд 285	Грузия	скелетное	19,8	18,0	37,8
Трапезонд 536	Грузия	скелетное	18,3	17,0	35,3
Остролист 2747	Армения	скелетное	18,0	17,0	35,0
Юбилейный	Армения	скелетное	16,0	16,0	32,0

Одним из основных компонентов, определяющих токсичность табачного дыма, является смола, представляющая собой твердо-жидкую фазу дыма, образующегося в процессе горения табака, за вычетом влаги и никотина. Сухой конденсат представляет собой часть твердо-жидкой фазы дыма, из которой удалена вода [4].

Для характеристики токсических свойств изучаемого сырья определяли сухой конденсат дыма (рис.). По этому показателю выгодно отличается сорт Имунный 580 (Азербайджан) с минимальным количеством 10,2 мг/сиг.

Технологические свойства табачного сырья – один из основных показателей его потребительских свойств, определяющих расход табака на единицу курительных изделий.

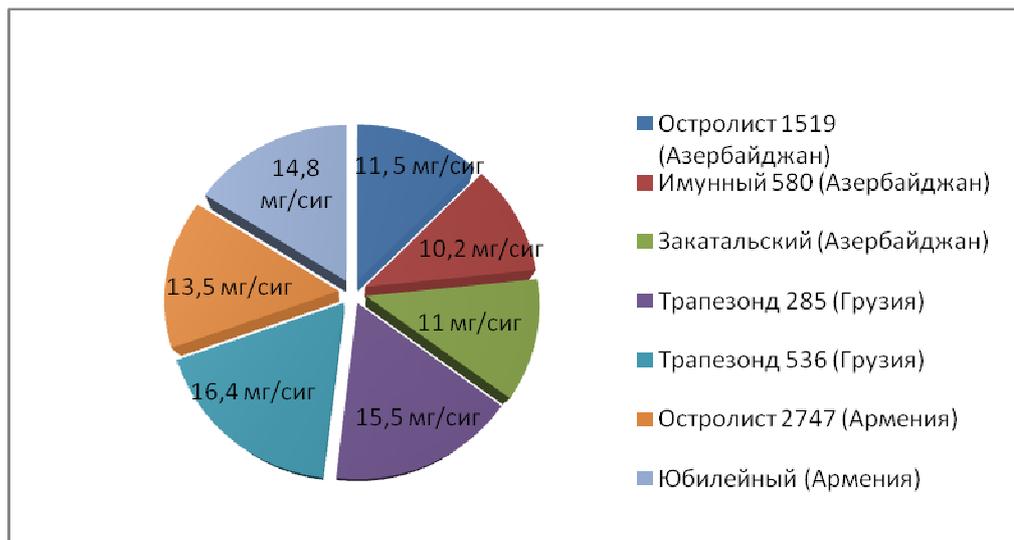


Рис. Содержание сухого конденсата дыма в табачном сырье стран Закавказья

Исследованиями установлено, что сырье изучаемых сортов табака, полученное в Закавказье, имеет практически близкие значения показателей технологических свойств: высокую материалность 51,0 – 96,6 г/м², объемно-упругие свойства 0,71 – 0,89 г/см³, условный расход сырья на единицу курительных изделий 0,57 – 0,81 г, дает высокий выход волокна (60,9 – 86,2 %) и низкий – пыли (0,6 – 1,2 %). Это свидетельствует о том, что исследуемое сырье идеально подходит под существующую технологию промышленной переработки и изготовления курительных изделий.

Выводы. Таким образом, накоплен большой экспериментальный материал по показателям качества табачного сырья скелетной группы стран Закавказья. В связи с этим возникает необходимость формирования банка справочных данных о качестве табачного сырья, производимого в Закавказье, и создание электронной базы данных, предусматривающей общие принципы описания, хранения и манипулирования данными, для целей производства курительных изделий и их идентификации.

Литература

1. Атлас табачного сырья. Методическое пособие / И.И. Дьячкин, З.П. Белякова, В.А. Саломатин [и др.]. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2012. – 56 с.
2. Дьячкин, И.И. Качество табачного сырья различных регионов / И.И. Дьячкин, З.П. Белякова, Н.П. Самойленко, А.В. Бурлакина // Изв. Вузов. Пищевая технология. – 1999. - № 2-3. – С. 13-14.
3. Дьячкин, И.И. О качестве табачного сырья южных регионов Российской Федерации / И.И. Дьячкин, З.П. Белякова, А.В. Бурлакина [и др.] // Системные технологии производственного сырья и пищевых продуктов: матер. междунар. науч.-практ. конф. / ГУ ВНИТИММС и ППЖ РАСХН. – Волгоград, 2003. – С.63-65.
4. Самойленко Н.П. Результаты исследований по изучению качества табачного сырья, разработке нормативной документации на методы контроля качества и безопасности табачной продукции / Н.П. Самойленко, И.Г. Кандашкина, А.И. Ястребова // Результаты исследований Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий по направлениям научной деятельности. Коллективная монография / ГНУ ВНИИТТИ. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2014. – С. 215-227.

УДК 663.978

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЛЬЯННЫХ СМЕСЕЙ**Матюхина Н.Н., Миргородская А.Г., канд. техн. наук, Шкидюк М.В.***Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (Краснодар)*

Реферат. В результате проведенных исследований были получены экспериментальные данные и установлена зависимость изменения качественных показателей кальянных смесей от продолжительности и условий хранения.

Ключевые слова: кальянная смесь, табачная мешка, химический состав дыма, потребительские свойства, влажность, хранение

Summary. As a result of the conducted researches experimental data were obtained and the dependence of changes of quality parameters of hookah SMS on the duration and storage conditions was established.

Key words: hookah blend, chewing tobacco, tobacco pouch, the chemical composition of the smoke, consumer characteristics, moisture content, storage

Введение. Хранение – важнейший этап технологического процесса переработки табака, включая уборку листьев, томление, сушку, ферментацию, подготовку сырья к резанию и изготовление табачных изделий.

Процессы, происходящие в табачных продуктах (сырье и изделия) при хранении, могут быть химическими, физическими и биохимическими:

- химические – окислительные процессы, зависящие от влажности и температуры окружающего воздуха, которые могут быть замедлены снижением температурных режимов хранения и использованием специальной упаковки, защищающей продукт;

- физические – процессы изменяющие состояние продукта, влияют на активность биохимических и химических процессов. Основные физические изменения (увлажнение и высыхание) приводят к изменениям массы продукта;

- биохимические – процессы, основывающиеся на жизнедеятельности микроорганизмов. Углеводы, входящие в химический состав табака, являются хорошей питательной средой для микроорганизмов. При благоприятных условиях (температура и влажность окружающего воздуха), плесень развивается достаточно быстро и наносит ущерб качеству продукта, что представляет основную опасность при хранении. Наиболее распространены на табаке плесени – белые пушистые (мукоры), зеленые (пенициллиумы) и голубые (аспергиллы).

При хранении табачных изделий важнейшей задачей является сохранение потребительских характеристик: внешнего вида, цвета, вкуса, консистенции и, главное, биологической безопасности при минимальных затратах материальных средств.

Главные факторы, влияющие на изменение качества табачного продукта в процессе хранения:

- температура и относительная влажность воздуха;
- ингредиентный состав продукта;
- упаковка, условия и сроки хранения.

Проблемы хранения табачной продукции (кальянная смесь) обусловлены качественными особенностями продукта и особенностями его потребления.

Внутренний спрос на кальянные табаки составляет практически половину от физического объема всех потребительских табаков.

Крупнейшими российскими производителями кальянных смесей на основе табака являются «Погарская сигаретно-сигарная фабрика», производящая данный тип табачных изделий по лицензии компании Al Matuso Tobacco Company FZE (ОАЭ) и ООО «Интер Групп» (Москва).

Существует огромное разнообразие кальянных смесей: на основе табачного сырья, на основе растительного или минерального сырья.

Широкое распространение получили бестабачные кальянные смеси, которые производятся на основе различных натуральных растительных продуктов нетабачного происхождения (чай, листья малины, мята, фрукты, жмых свеклы, морковь, сахарный тростник и т.д.). Бренды бестабачных кальянных смесей: Soex (Индия), Saalaam (Египет), Al Sur (Россия).

Учитывая тенденцию все большего распространения этих видов табачных изделий, перед сотрудниками лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ поставлены задачи усовершенствования существующих технологий изготовления и хранения табачной продукции данного сегмента, характеризующихся повышенной влажностью.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись кальянные смеси различного ингредиентного состава промышленного изготовления и опытные образцы, изготовленные по усовершенствованной рецептуре.

При проведении исследований использовались стандартные методы, общепринятые в табачной промышленности, а также методики дегустационной и органолептической оценки качества табачных изделий, разработанные в ФГБНУ ВНИИТТИ. Дегустационная оценка кальянной смеси проводилась по 100-балльной системе.

Для проведения исследований использовались кальяны Magix Shisha Since 2008 Professional, со стальной шахтой длиной 690 мм, диаметром 12 мм, колбой из ударопрочного стекла объемом 1000 мл и силиконовым шлангом. Для обеспечения требуемых условий нагрева кальянной смеси применялись чаша фанел с калаудом и натуральный кокосовый уголь Cobra Red Eyes.

Компоненты аэрозоля при прокурировании на линейной курительной машине CERULEAN SM 405 исследуемых кальянных смесей определяли в соответствии с методиками, адаптированными для анализа кальянных смесей: закладка в чашку табака для кальяна – 15 г; продолжительность затяжки – 3,5 с; объем затяжки – 350 мл; интервал – 19 с; количество затяжек – 60.

Технологический процесс хранения проводили:

- в естественных условиях (при $t = 20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $\phi = 70 \pm 5\%$);
- при пониженной температуре (при $t = 5^{\circ}\text{C}$, $\phi = 45 \pm 5\%$).

Контроль параметров окружающего воздуха осуществляли с помощью гигрометра психрометрического типа ВИТ-1 ежедневно в течение всего срока хранения.

Обсуждение результатов. Кальянная смесь представляет собой сложный состав, содержащий основу (табачное или нетабачное сырье), глицерин/пропиленгликоль, углеводсодержащие вещества и ароматизаторы.

Критериями оценки качества кальянной смеси являются потребительские свойства и токсичность аэрозоля, образующегося при прокурировании, зависящие от ряда факторов:

- качественных показателей исходного табачного (нетабачного) сырья;
- ингредиентного состава используемого соуса и ароматизатора;
- длительности курительной сессии;

- условий и продолжительности хранения готового продукта.

При разработке оптимальных регламентов хранения табачной продукции с повышенной влажностью решались следующие задачи:

- приобретение образцов табака для кальяна промышленного производства в торговой сети г. Краснодара и подготовка опытных образцов с различным ингредиентным составом, определение качественных показателей перед закладкой на хранение;

- хранение образцов кальянной смеси при различных параметрах окружающей среды, установление динамики потребительских характеристик образцов в зависимости от условий и сроков хранения.

Для изготовления опытных образцов кальянных смесей в качестве основы использовали табачное сырье (Вирджиния/Берлей) и нетабачное сырье (чай, свекольный жмых). В качестве соуса - глицерин, смесь натуральных сахаросодержащих продуктов (мед / патока), ароматизатор.

Изменение потребительских свойств кальянной смеси при хранении представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Изменение потребительских свойств кальянной смеси при хранении

Образец кальянной смеси	Цвет смеси	Запах смеси	Дегустационная оценка, балл	Содержание никотина в аэрозоле, мг/г
1	2	3	4	5
Промышленные образцы				
Al Fakher «Golden Bahraini Apple»	Красно-коричневый с оттенками	Насыщенный фруктовый аромат	86,8	0,67
Afzal «Apricot»	Красно-коричневый с оттенками	Сильный, полный, ярко выраженный фруктовый	80,2	0,12
Nakhla Tobacco. Mizo. Lemon	Коричневый с оттенками	Сильный, выраженный	81,2	0,57
SoeX Spearmint (жмых сахарного тростника)	Равномерный, красный с оттенками	Сильный, полный, ярко выраженный ментольный	84,4	-
Shiazo. Pure taste of Cherry (паровые камни)	Бесцветная, густая, прозрачная	Сильно выраженный, вишневый	76,8	-
Опытные образцы				
Табак	Коричневый с оттенками	Сильный, полный, ярко выраженный	81,6	0,50
На основе свеколовичного жмыха	Равномерный, красный с оттенками	Сильный, выраженный	80,0	-
Чай/табак (50/50)	Коричневый с оттенками	Сильный, выраженный	81,0	0,30
На основе чая	Зеленовато-коричневый	Выраженный	80,0	-

Продолжение таблицы 1

Хранение в течение 180 сут.				
Промышленные образцы				
1	2	3	4	5
Al Fakher «Golden Bahraini Apple»	Коричневый с оттенками	Фруктовый аромат	86,0	0,64
Afzal «Apricot»	Коричневый с оттенками	Выраженный фруктовый	78,2	0,10
Nakhla Tobacco. Mizo. Lemon	Коричневый с оттенками	Полный, выраженный	80,0	0,54
SoeX Spearmint (жмых сахарного тростника)	Равномерный, красный с оттенками	Выраженный ментольный	76,6	-
Shiazo. Pure taste of Cherry (паровые камни)	Бесцветная, густая	Выраженный, вишневый	76,6	-
Опытные образцы				
Табак	Коричневый с оттенками	Полный, выраженный	78,6	0,48
На основе свекловичного жмыха	Равномерный, красный с оттенками	Выраженный	78,2	-
Чай/табак (50/50)	Коричневый с оттенками	Выраженный	79,0	0,26
На основе чая	Зеленовато-коричневый	Слабо выраженный	76,6	-
Хранение в течение 240 сут. (t = 5° С, φ = 45 ± 5 %)				
Промышленные образцы				
Al Fakher «Golden Bahraini Apple»	Коричневый	Фруктовый аромат	86,0	0,64
Afzal «Apricot»	Коричневый	Фруктовый аромат	78,2	0,10
Nakhla Tobacco. Mizo. Lemon	Коричневый	Фруктовый аромат	80,0	0,52
SoeX Spearmint (жмых сахарного тростника)	Равномерный, красный	Сильный, полный, ментольный	74,8	-
Shiazo. Pure taste of Cherry (паровые камни)	Бесцветный	Выраженный, вишневый	76,4	-
Опытные образцы				
Табак	Коричневый	Выраженный	78,0	0,44
На основе свекловичного жмыха	Красно-коричневый	Выраженный	76,0	-
Чай/табак (50/50)	Коричневый	Выраженный	78,2	0,22
На основе чая	Зеленовато-коричневый	Слабо выраженный	74,8	-

Анализируя результаты эксперимента (табл.1), можно отметить, что ухудшения потребительских свойств у промышленных и опытных образцов кальянной смеси в течение всего срока хранения в условиях пониженной температуры не наблюдалось. Однако, снижение относительной влажности воздуха ниже 60 % может вызвать изменение влажности продукции, что отрицательно сказывается на потребительских свойствах.

При длительном хранении в естественных условиях опытные образцы кальянной смеси (табак, жмых свеклы, чай) и промышленные образцы (табак, жмых сахарного тростника) изменяют консистенцию и цвет, кроме того, незначительно снижается содержание никотина в смеси.

В табл. 2 приведены режимы хранения смеси для кальяна и сроки ее хранения.

Таблица 2 – Оптимальные режимы хранения смеси для кальяна

Табачное изделие	Параметры хранения		Срок хранения, сут.
	температура, °С	влажность, %	
Кальянная смесь (на основе табака, растительного или минерального сырья)	20 ± 2	70 ± 5	180
	до 5	45 ± 5	240

Немаловажным фактором, предохраняющим табачные изделия от повреждения, являются тара и упаковка. Тара должна быть удобной при транспортировании и хранении; защищать от перепада температур, света, влажности, посторонних запахов и др., а упаковочные материалы – легкими, не гигроскопичными и экономичными.

Выводы. Основными индикаторами процесса хранения кальянной смеси является сохраняемость и постоянство показателей качества и безопасности табачной продукции. На основании проведенных исследований установлены оптимальные регламенты хранения смеси для кальяна .

Литература

1. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014). – Режим доступа: <http://standartgost.ru/gTR>
2. Методика дегустационной оценки смеси для кальяна / Е.В. Гнучих [и др.]; ВНИИТТИ. – Краснодар, 2014. – 19с. – Деп. в ВНИИЭСХ №1 ВС. – 2015.
3. Миргородская, А.Г. Совершенствование технологии изготовления кальянной смеси повышенной безопасности / А.Г. Миргородская, М.В. Шкидюк, О.А. Жабенцова // Научное обеспечение производства сельскохозяйственной и пищевой продукции высокого качества и повышенной безопасности: материалы региональной научно-практической конференции (27-28 июня 2011 г., г.Краснодар) /ГНУ ВНИИТТИ. – Краснодар, 2011. – С. 187-191.
4. К вопросу оценки качества кальянных смесей / М.В. Шкидюк [и др.] // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: матер. Междунар. науч.-практ. конф. (06-26 апр.2015г., г. Краснодар). – С.407-410. – URL:http://vniitti.ru/conf/conf2015/sbornik_conf2015.pdf.

Периодическое издание

Научные труды СКФНЦСВВ

Том 21

Ответственный редактор Е.П. Викторова
Переводчик Алёшин В.Н.
Оригинал-макет М.В. Лукьяненко

ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018
Адрес: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39
Телефон: (861) 252-70-74, факс: 257-57-02
e-mail: kubansad@kubannet.ru
web site: <http://www.kubansad.ru/>

Тираж 500 экз. Уч.-изд. л. 22,32. Заказ № 18147.
Подписано в печать 13.08.2018 г.
Отпечатано в типографии ООО «Просвещение-Юг»
с оригинал-макета заказчика.
350080, г. Краснодар, ул. Бородинская, 160/5, тел. 239-68-31.