

Содержание

Научные основы пищевых технологий

Наумова Н.Л., Чамайдан О.Ю. Об использовании мицеллированной формы аскорбиновой кислоты в производстве отделочного полуфабриката	3
Пехтерева Н.Т., Шаповалов К.Н. Влияние биокаталитической обработки винограда местных сортов на выход сока	9
Корячкина С.Я., Ладнова О.Л., Холодова Е.Н., Арнаутова Д.Н. Разработка технологии хлеба из целого зерна с использованием продуктов переработки овощей	14
Градов О.В., Орехов Ф.К. Компаративные лаборатории на чипе для анализа молочной продукции с цифровой калибровкой по спектрофотометрической/колориметрической температуре и хемометрической кластеризацией	21

Продукты функционального и специализированного назначения

Лесникова Н.А., Лаврова Л.Ю., Борцова Е.Л. Влияние механоактивированной муки зародышей пшеницы на качество хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки	42
Лукин А.А., Чаплинский В.В. Разработка технологии и рецептуры обогащенного куриного рубленого полуфабриката	48
Сафронова О.В., Самофалова Л.А., Демина Е.Н. Разработка технологии и комплексная оценка качества низколактозных молочносодержащих сквашенных напитков	55
Мишкевич Э.Ю., Запорожский А.А., Запорожская С.П., Касьянов Г.И. Проектирование белкового композита из коллагенсодержащего сырья и белков бобовых культур для мясных продуктов биокорректирующего действия	59

Товароведение пищевых продуктов

Татарченко И.И., Пуздрова Н.В., Славянский А.А., Макарова С.А. Методы контроля чайного сырья и готовой продукции	64
Салина Е.С., Левегерова Н.С., Князев С.Д. Перспективы использования новых сортов смородины черной селекции ВНИИСПК в качестве сырья для производства сока	73

Качество и безопасность пищевых продуктов

Нохсоров В.В., Дудурева Л.В., Перк А.А., Чепалов В.А., Софонова В.Е., Верхотуров В.В., Петров К.А. Роль липидов и каротиноидов в адаптации проростков пшеницы к холодному шоку	79
Кузнецова Е.А., Седов Ю.А., Зомитев В.Ю., Рылкова А.С., Заболоцкий А.И., Светкина П.В. Исследование локализации хрома в клетках каллусов картофеля	87

Исследование рынка продовольственных товаров

Курнакова О.Л., Бутенко И.В., Евдокимова О.В. Анализ производства и потребления молока и молочных продуктов населением Центрального федерального округа	92
Чугунова О.В., Заворохина Н.В., Карх Д.А. Анализ удовлетворенности школьников качеством услуг в школьных столовых г. Среднеуральск	99

Экономические аспекты производства продуктов питания

Измалкова С.А., Авдеева И.Л. Методический подход к оценке потенциальных возможностей региона к реализации инновационных инфраструктурных проектов	104
Головина Т.А., Бахтина С.С. Сетевая модель социального партнерства бизнеса и образования для развития региональной системы подготовки рабочих кадров и специалистов	111

Редакционный совет:

Голенков В.А. д-р техн. наук, проф.,
председатель
Пилипенко О.В. д-р техн. наук,
проф., зам. председателя
Радченко С.Ю. д-р техн. наук, проф.,
зам. председателя
Борзенков М.И. канд. техн. наук, доц.,
секретарь
Астафичев П.А. д-р юрид. наук, проф.
Иванова Т.Н. д-р техн. наук, проф.
Киричек А.В. д-р техн. наук, проф.
Колчунов В.И. д-р техн. наук, проф.
Константинов И.С. д-р техн. наук, проф.
Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф.
Попова Л.В. д-р экон. наук, проф.
Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф.

Редколлегия:

Главный редактор:

Иванова Т.Н. д-р техн. наук, проф.,
заслуженный работник высшей
школы Российской Федерации

Заместители главного редактора:

Зомитева Г.М. канд. экон. наук, доц.
Артемова Е.Н. д-р техн. наук, проф.
Корячкина С.Я. д-р техн. наук, проф.

Члены редколлегии:

Байхожаева Б.У. д-р техн. наук, проф.
Бриндза Ян PhD
Громова В.С. д-р биол. наук, проф.
Дерканосова Н.М. д-р техн. наук, проф.
Дунченко Н.И. д-р техн. наук, проф.
Елисеева Л.Г. д-р техн. наук, проф.
Корячкин В.П. д-р техн. наук, проф.
Кузнецова Е.А. д-р экон. наук, проф.
Машегов П.Н. д-р экон. наук, проф.
Никитин С.А. д-р экон. наук, проф.
Николаева М.А. д-р техн. наук, проф.
Новикова Е.В. канд. экон. наук, доц.
Позняковский В.М. д-р биол. наук, проф.
Проконина О.В. канд. экон. наук, доц.
Скоблякова И.В. д-р экон. наук, проф.
Уварова А.Я. д-р экон. наук, доц.
Черных В.Я. д-р техн. наук, проф.
Шибяева Н.А. д-р экон. наук, проф.

Ответственный за выпуск:

Новицкая Е.А.

Адрес редакции:

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
(4862) 41-98-99, 41-98-04, 41-98-62,
41-98-27

www.gu-unpk.ru

E-mail: fpbit@mail.ru

Зарег. в Федеральной службе

по надзору в сфере связи,
информационных технологий
и массовых коммуникаций.

Свидетельство: ПИ № ФС77-47349
от 03.11.2011 года

Подписной индекс 12010

по объединенному каталогу

«Пресса России»

© Госуниверситет - УНПК, 2014

Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs

The founder – The State Higher Education Professional Institution
State University-Education-Science-Production Complex (State University-
ESPC)

Editorial council:

Golenkov V.A. Doc. Sc. Tech., Prof.,
president

Pilipenko O.V. Doc. Sc. Tech., Prof.,
vice-president

Radchenko S.Yu. Doc. Sc. Tech., Prof.,
vice-president

Borzenkov M.I. Candidat Sc. Tech.,
Assistant Prof., secretary

Astafichev P.A. Doc. Sc. Low., Prof.

Ivanova T.N. Doc. Sc. Tech., Prof.

Kirichek A.V. Doc. Sc. Tech., Prof.

Kolchunov V.I. Doc. Sc. Tech., Prof.

Konstantinov I.S. Doc. Sc. Tech., Prof.

Novikov A.N. Doc. Sc. Tech., Prof.

Popova L.V. Doc. Sc. Ec., Prof.

Stepanov Yu.S. Doc. Sc. Tech., Prof.

Editorial Committee

Editor-in-chief

Ivanova T.N. Doc. Sc. Tech., Prof.

Editor-in-chief Assistants:

Zomiteva G.M. Candidate Sc. Ec.,

Assistant Prof.

Artemova E.N. Doc. Sc. Tech., Prof.

Koryachkina S.Ya. Doc. Sc. Tech., Prof.

Members of the Editorial Committee

Baihozhaeva B.U. Doc. Sc. Tech., Prof.

Brindza Yan PhD

Gromova V.S. Doc. Sc. Bio., Prof.

Derkanosova N.M. Doc. Sc. Tech., Prof.

Dunchenko N.I. Doc. Sc. Tech., Prof.

Eliseeva L.G. Doc. Sc. Tech., Prof.

Koryachkin V.P. Doc. Sc. Tech., Prof.

Kuznetsova E.A. Doc. Sc. Tech., Prof.

Mashegov P.N. Doc. Sc. Ec., Prof.

Nikitin S.A. Doc. Sc. Ec., Prof.

Nikolaeva M.A. Doc. Sc. Tech., Prof.

Novikova E.V. Candidate Sc. Ec.,

Assistant Prof.

Poznyakovskij V.M. Doc. Sc. Biol., Prof.

Prokonina O.V. Candidate Sc. Ec.,

Assistant Prof.

Skoblyakova I.V. Doc. Sc. Ec., Prof.

Uvarova A.Ya. Doc. Sc. Ec., Assistant

Prof.

Chernykh V.Ya. Doc. Sc. Tech., Prof.

Shibaeva N.A. Doc. Sc. Ec., Prof.

Responsible for edition:

Novitskaya E.A.

Address

302020 Orel,

Naugorskoye Chaussee, 29

(4862) 41-98-99, 41-98-04, 41-98-62,

41-98-27

www.gu-unpk.ru

E-mail: fpbit@mail.ru

Journal is registered in Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications

The certificate of registration

ПИ № ФС77-47349 from 03.11.2011

Index on the catalogue of the «Pressa
Rossii» 12010

© State University-ESPC, 2014

Contents

Scientific basis of food technologies

<i>Naumova N.L., Chamaydan O.Yu.</i> On the use of forms micellized ascorbic acid finishing semis	3
<i>Pekhtereva N.T., Shapovalov K.N.</i> Influence of local varieties of grapes biocatalytic treatment on juice extraction	9
<i>Korychkina S.Ya., Ladnova O.L., Holodova E.N., Arnautova D.N.</i> Development of technology of bread of the whole grain products of processing of vegetables	14
<i>Gradov O.V., Orekhov F.K.</i> Comparative labs-on-a-chip for dairy product analysis with automatic calibration by spectrophotometric / colorimetric temperature and chemometric analyte systematization	21

Products of functional and specialized purpose

<i>Lesnikova N.A., Lavrova L.Yu., Bortsova E.L.</i> Influence of a mechanical activation flour of germs of wheat on quality of bread from mix of rye and wheat flour	42
<i>Lukin A.A., Chaplinsky V.V.</i> Development of technology and recipe enriched chopped chicken semis	48
<i>Safronova O.V., Samofalova L.A., Demina E.N.</i> The development of technology and comprehensive quality evaluation of low lactose milk fermented beverages	55
<i>Mishkevich E.Y., Zaporozhsky A.A., Zaporozhskaya S.P., Kasyanov G.I.</i> Designing of protein composite from collagen containing raw material and proteins of fabaceous cultures for meat products with biocorrection activity	59

The study of merchandise of foodstuffs

<i>Tatarchenko I.I., Puzdrova N.V., Slavyanskiy A.A., Makarova S.A.</i> Methods of control of raw tee and finished goods	64
<i>Salina E.S., Levgerova N.S., Knyazev S.D.</i> Prospects of use of the VNIISPK new black currant varieties as raw material for juice production	73

Quality and safety of foodstuffs

<i>Nohsorov V.V., Dudareva L.V., Perk A.A., Chepalov V.A., Sofronova V.E., Verhoturov V.V., Petrov K.A.</i> The role of lipids and carotinoids of wheat seedlings in their adaptation to cold shok	79
<i>Kuznetsova E.A., Sedov Yu.A., Zomitev V.Yu., Rylkova A.S., Zabolotskiy A.I., Svetkina P.V.</i> Study of chromium localization in callus cells of potato	87

Market study of foodstuffs

<i>Kurnakova O.L., Butenko I.V., Evdokimova O.V.</i> Analysis of production and consumption of milk and milk products by community of Central federal district	92
<i>Chugunova O.V., Zavorokhina N.V., Karkh D.A.</i> The analysis of satisfaction of pupils quality of food in school canteens Sredneuralsk	99

Economic aspects of production and sale of foodstuffs

<i>Izmalkova S.A., Avdeeva I.L.</i> Methodical approach to an assessment of potential opportunities of the region of implementation of innovative infrastructure projects ...	104
<i>Golovina T.A., Bakhtina S.S.</i> Development of effective ways and forms of social partnership of business and education in the region	111

УДК 665.22

Н.Л. НАУМОВА, О.Ю. ЧАМАЙДАН

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИЦЕЛЛИРОВАННОЙ ФОРМЫ
АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ
ОТДЕЛОЧНОГО ПОЛУФАБРИКАТА**

В статье представлены результаты исследований влияния пищевой добавки NovaSOL C (производитель «Aquanova AG», Германия) на формирование качества крема сливочного в процессе хранения. Использование мицеллированной формы аскорбиновой кислоты позволяет стабилизировать процессы окислительной и микробиологической порчи сливочного крема на фоне проявления антиоксидантных свойств изучаемой пищевой добавки. Установлена целесообразность и эффективность применения пищевой добавки NovaSOL C при производстве отделочных полуфабрикатов.

Ключевые слова: отделочные полуфабрикаты, сливочный крем, окислительная порча жира, антиоксиданты, витамин С.

Сливочные кремы являются основными из кондитерских полуфабрикатов, используемых для отделки тортов и пирожных. Все они представляют собой пластичные пышные массы, приготовленные сбиванием смесей таких ингредиентов, как сливочное масло, яичные белки, молоко или сливки, молоко сгущенное, сахар, ароматизирующие вещества. Они обладают пенообразной структурой и пластично-вязкой консистенцией. Получение такой структуры достигается насыщением массы воздухом в процессе взбивания. Из-за специфики технологии получения кремы отличаются высоким содержанием сливочного масла, в среднем на 1 тонну отделочного полуфабриката расходуется от 460-520 кг масла, подверженного под действием внешних факторов окружающей среды окислительной порче молочного жира. Поэтому кроме высоких органолептических показателей, таких как глянцевая поверхность, нежный вкус, крем должен быть стойким при хранении, что достигается внесением в состав рецептуры различных антиоксидантов.

Окислительная порча молочного жира проходит и при низких температурах в присутствии кислорода воздуха и света. При этом осуществляется глубокий распад жира с образованием пероксидов, кетонов, альдегидов и других соединений, обладающих неприятным вкусом и ароматом. В результате появляются посторонние привкусы, т.е. продукт приобретает пороки вкуса, например, прогорклость и салистость. Окислению, в первую очередь, подвергаются полиненасыщенные жирные кислоты, т.е. наиболее биологически ценная составная часть триглицеридов жира и фосфолипидов [1].

Антиоксиданты представляют интерес и как компоненты позитивного питания, и как антиокислители, т.е. использование антиокислителей дает возможность продлить срок хранения пищевых продуктов [2].

Традиционно к антиоксидантам относят витамин С, который играет важную роль в регуляции протекания свободно-радикальных превращений в организме, существенно влияя на его состояние, поэтому антиоксиданты в последнее время получили широкое распространение [8, 9]. Действие пищевых антиоксидантов основано на их способности образовывать малоактивные радикалы, прерывая реакцию автоокисления, таким образом, антиоксиданты защищают организм от свободных радикалов, замедляя процесс старения и проявляя антиканцерогенное действие [4].

Учитывая вышесказанное, целью наших исследований явилось изучение влияния пищевой добавки NovaSol C (производитель AQUANOVA AG (Германия)) на формирование качества крема сливочного в процессе хранения.

На предприятиях отрасли широкое распространение получил крем сливочный «Новый» [6], содержащий 22-24% влаги, имеющий соотношение сливочного масла и молочно-сахарного сиропа 1:1,2, который и послужил объектом для исследований. Отсутствие яиц и невысокая влажность делают этот крем устойчивым по отношению к развитию микроорганизмов.

Пищевая добавка *NovaSol C* (содержит не менее 10% аскорбиновой кислоты) представляет собой солюбилизат со структурой мицелл – прозрачный, вязкий раствор светло-жёлтого цвета, без осадка. Благодаря использованию запатентованного метода, заключающегося в получении мицелл активного вещества размером менее 30 нанометров в диаметре, *NovaSol C* одинаково хорошо растворяется в воде, маслах и в жире, что обуславливает его равномерное распределение в любых эмульсиях [3].

Расчет закладки *NovaSol C* в рецептуру сливочного крема проводили, исходя из следующих данных:

– уточненная физиологическая потребность в витамине С для взрослых – 0,09 г/сутки, верхний допустимый уровень потребления – 2 г/сутки (МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»);

– согласно требованиям СанПиН 2.3.2.2804-10 «Дополнения и изменения №22 к СанПиН 2.3.2.1078 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», продукт считается обогащенным при условии, что его усредненная суточная порция содержит обогащающих компонентов (биологически активных веществ) в количестве от 15 до 50% от нормы физиологической потребности человека в них.

С учетом вышесказанного расчет закладки *NovaSol C* производили исходя из предполагаемого содержания аскорбиновой кислоты 0,027 г/100 г продукта (30% от рекомендуемой суточной нормы), что соответствует дозировке *NovaSol C* 0,27 г/100 г продукта.

В качестве контроля использовали образцы крема сливочного «Новый», приготовленные по традиционной рецептуре (таблица 1), в качестве опыта – с дополнительным внесением пищевой добавки. Контрольные и опытные образцы были изготовлены в аналогичных технологических условиях. Зачищенное и нарезанное в виде стружки сливочное масло размягчали в сбивальной машине при малом числе оборотов (300-400 об./мин) в течение 5-7 мин. Затем, после добавления сахарной пудры и сгущенного молока, скорость сбивания увеличивали до 1200 об./мин. В конце процесса в крем добавляли ванильную пудру и коньяк. Продолжительность сбивания составила 10-15 мин. *NovaSol C* вводили на второй стадии сбивания.

Таблица 1 – Рецептура крема сливочного «Новый»

Наименование ингредиентов	Расход сырья на 10 кг полуфабриката, г
Пудра рафинадная	2871,0
Масло сливочное	4662,0
Молоко цельное сгущенное с сахаром	1096,0
Пудра ванильная	51,3
Коньяк	16,4

Модельные образцы (контроль и опыт) крема сливочного хранили при температуре 4±2°C, ОВВ 75%. Период исследований составил 3 суток.

Порчу молочного жира определяют различными химическими способами, а результаты выражают в условных единицах: кислотное, перекисное и другие числа.

Кислотное число показывает содержание в жире свободных жирных кислот. Однако повышение кислотного числа не всегда служит признаком пищевой порчи жира. Иногда жиры с повышенным кислотным числом не бывают прогорклыми, и, наоборот, кислотное число

прогорклых жиров может быть совсем небольшим [1]. Значение кислотного числа (КЧ) является количественной характеристикой гидролитической порчи жира, но его значение не регламентируется.

Более характерным для прогорклых жиров считается наличие пероксидных веществ, которые обнаруживают по их способности выделять йод из подкисленного водного раствора йодида калия. По показателю данного перекисного числа и определяют начало процесса окисления жира [1, 5]. Содержание первичных продуктов окисления выражают перекисным числом (ПЧ). Величина перекисного числа включена в комплекс нормируемых показателей безопасности сливочного масла. Значение перекисного числа не должно превышать 10 ммоль акт. O_2 /кг (№ 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию»).

Результаты исследований количественных изменений в накоплении перекисных соединений в модельных образцах сливочного крема представлены на рисунке 1.

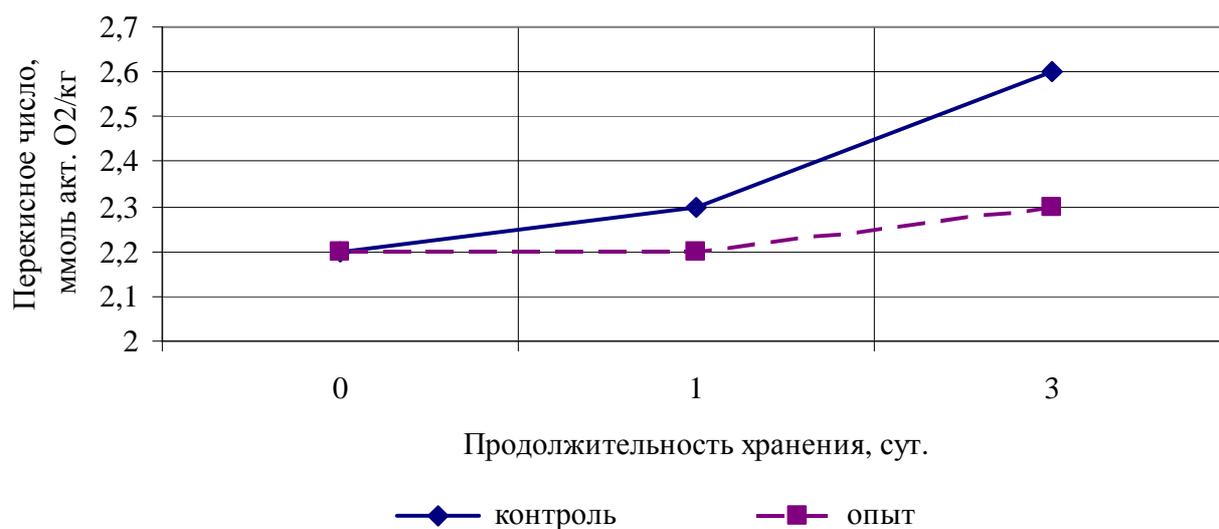


Рисунок 1 – Динамика изменения ПЧ в модельных образцах крема

Анализируя динамику изменения значений перекисного числа в модельных образцах крема в процессе хранения, установлено, что на 3 сутки эксперимента количество накопившихся первичных продуктов окислительной порчи молочного жира в контрольных образцах отделочного полуфабриката было на 11,5% выше, чем в опытных. Несмотря на это, значительного накопления перекисных соединений в жировой фазе контрольных образцов сливочного крема за анализируемый период хранения не произошло. При этом количественные характеристики кислотных чисел и в контроле и в опыте были в пределах 1,1-1,2 мг КОН/г на протяжении всего периода эксперимента, что свидетельствует о низкой скорости гидролитической порчи молочного жира в модельных образцах сливочного крема и указывает на отсутствие влияния пищевой добавки *NovaSol C* на данный процесс.

Известно, что некоторые химические вещества могут задерживать развитие микроорганизмов, вызывать их гибель или наоборот – способствовать росту. Поэтому целью наших исследований было изучение влияния *NovaSol C* на развитие микрофлоры модельных образцов отделочного полуфабриката в процессе хранения. КМАФАнМ – один из показателей, по числовому значению которого оценивают воздействие температурных режимов, санитарное состояние производства, состояние сырья, воздуха, поверхностей инвентаря и оборудования. При КМАФАнМ, равном 1×10^5 клеток КОЕ/г, изделие считается свежим, безопасным для потребителя и устойчивым при хранении. Количество КМАФАнМ, превышающее 1×10^5 - 1×10^6 клеток в 1 г продукта, указывает на нарушение технологических режимов, санитарного состояния производства продукта или его хранения, а значительно превышающее 1×10^6 КОЕ/г – на его потенциальную опасность.

Критерий количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) или общее микробное число включает содержание основных групп микроорганизмов, бактерий, дрожжей, плесневых грибов, которые вырастают при температуре 30°C в течение 72 часов в аэробных условиях культивирования [7].

Результаты микробиологических исследований представлены на рисунке 2.

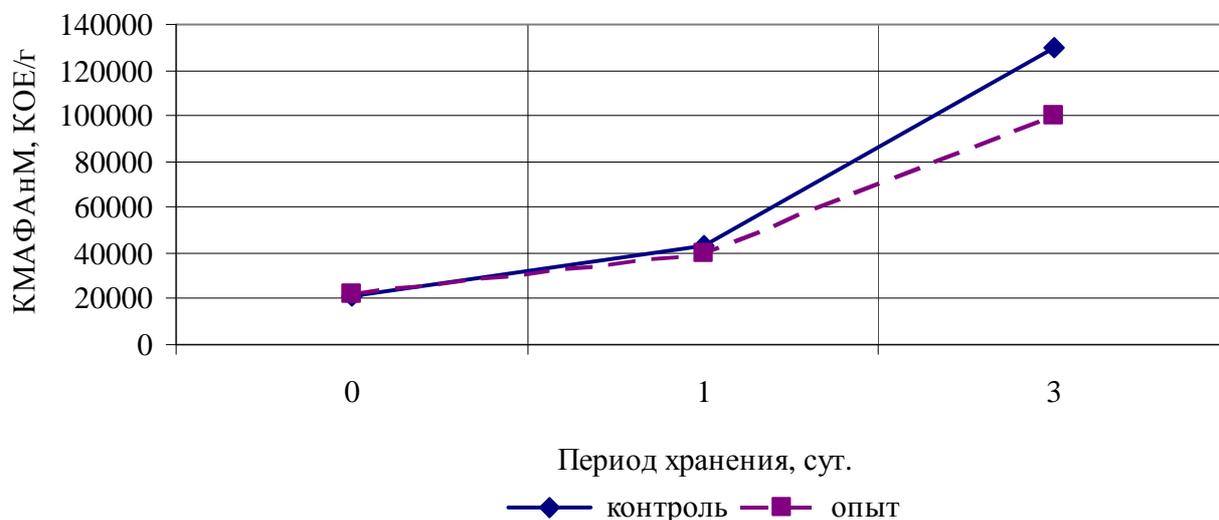


Рисунок 2 – Динамика изменения численности КМАФАнМ в модельных образцах крема

Анализируя динамику и количественные изменения численности КМАФАнМ в модельных образцах крема в процессе хранения, необходимо отметить, что в опыте величина исследуемого микробиологического показателя на протяжении всего периода исследований была несколько ниже, чем в контроле. Это, по-видимому, обусловлено способностью аскорбиновой кислоты (присутствующей в составе пищевой добавки *NovaSol Omega*) как антиоксиданта перехватывать свободные радикалы кислорода и создавать более благоприятные условия для роста факультативно-анаэробных микроорганизмов, способных развиваться без доступа кислорода, что нашло свое отражение в достоверном снижении количества КМАФАнМ в опытных образцах крема уже на 1 сутки хранения. К концу исследований масляной продукции (на 3 сутки) количество КМАФАнМ в контрольных образцах было в среднем в 1,3 раза выше, чем в опытных, и превысило верхний допустимый уровень (1×10^5 КОЕ/г), тогда как в продукции, содержащей *NovaSol Omega*, еще оставалось в пределах нормы.

Таким образом, введение *NovaSol C* в рецептуру отделочного полуфабриката способствовало подавлению роста и развития отдельной микрофлоры сливочного крема.

На следующем этапе исследований представляло интерес изучение сохранности аскорбиновой кислоты в процессе производства и хранения модельных образцов крема. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание аскорбиновой кислоты в модельных образцах крема сливочного

Период хранения, сут.	Результаты исследований, мг/100 г	
	контроль	опыт
0	0,8±0,2	27,2±2,1
1	0,8±0,2	27,0±2,1
3	0,7±0,2	26,2±1,9

Результаты исследований содержания аскорбиновой кислоты в модельных образцах крема свидетельствуют о ее низкой концентрации в продукции традиционной рецептуры.

Учитывая изначальную закладку аскорбиновой кислоты в составе пищевой добавки, разрушение витамина С в процессе производства опытных образцов крема составило 2-3%. Сохранность аскорбиновой кислоты в процессе хранения крема оказалась также достаточно высокой. На первые сутки хранения потери аскорбиновой кислоты составили порядка 1%, на третьи сутки хранения – 3,7%.

Таким образом, употребление с пищевым рационом в составе мучных кондитерских изделий 100 г сливочного крема позволит удовлетворить 29-30% потребности в витамине С.

Результаты комплексной оценки качества модельных образцов сливочного крема в процессе хранения позволили установить возможность использования пищевой добавки *NovaSol C* в производстве отделочных полуфабрикатов на фоне стабилизации окислительной и микробиологической порчи масляной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбатова, К.К. Химия и физика молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 336 с.
2. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 396 с.
3. Кравченко, А.В. Нанотехнологии – Новая реальность / А.В. Кравченко, Н.В. Зарянова // Пищевая промышленность. – 2010. – №9. – С. 42-43.
4. Медведев, Ю.В. Гипоксия и свободные радикалы в развитии патологических состояний организма / Ю.В. Медведев, А.Д. Толстой. – М.: ООО Терра; Календери Промоушн, 2000. – 232 с.
5. МИ 2586-2000 ГСИ. Перекисное, кислотное и йодное число жира в кондитерских изделиях. Методики измерений. – М.: Стандартинформ, 2000. – 9 с.
6. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания / А.С. Ратушный. – М.: Экономика, 1986. – 295 с.
7. Скокан, Л.Е. Технологические аспекты обеспечения качества кондитерских изделий: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01, 05.18.15 / Людмила Евгеньевна Скокан. – М., 2004. – 387 с.
8. Спиричев, В.Б. Витамины-антиоксиданты в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний / В.Б. Спиричев // Вопросы питания. – 2003. – №6. – С. 45-51.
9. Bendich, A. Modulation of the immune system function of guinea pigs by dietary vitamin E and C following exposure to oxygen / A. Bendich, P. D'Apollito, E. Gabriel // Fed. Proc. – 1983. – №42. – P. 923.

Наумова Наталья Леонидовна

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и организация питания»
454080, г. Челябинск, проспект им. В. И. Ленина, 76
Тел. (351) 267-99-53
E-mail: n.naumova@inbox.ru

Чамайдан Олеся Юрьевна

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)
Студент направления подготовки 260800.62
«Технология продукции и организация общественного питания»
454080, г. Челябинск, проспект им. В. И. Ленина, 76
Тел. (351) 267-99-53
E-mail: fpt_09@mail.ru

N.L. NAUMOVA, O.YU. CHAMAYDAN

ON THE USE OF FORMS MICELLIZED ASCORBIC ACID FINISHING SEMIS

The article presents the results of the effect of food additives NovaSOL C (manufacturer «Aquanova AG», Germany) on the formation of the quality of butter cream during storage. Using micellized forms of ascorbic acid to stabilize the oxidative processes and microbiological spoilage of butter cream on display antioxidant properties studied food additive. The expediency and effectiveness of the food additive in the manufacture of NovaSOL Since finishing semis.

Keywords: *semi-finishing, butter cream, fat oxidation damage, antioxidants, vitamin C.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Gorbatova, K.K. Himija i fizika moloka i molochnyh produktov / K.K. Gorbatova, P.I. Gun'kova. – Spb.: GIORD, 2012. – 336 s.
2. Zhirovye produkty dlja zdorovogo pitaniya. Sovremennyy vzgljad / L.G. Ipatova, A.A. Kochetkova, A.P. Nechaev, V.A. Tutel'jan. – M.: DeLi print, 2009. – 396 s.
3. Kravchenko, A.V. Nanotehnologii – Novaja real'nost' / A.V. Kravchenko, N.V. Zarjankova // Pishhevaja promyshlennost'. – 2010. – №9. – S. 42-43.
4. Medvedev, Ju.V. Gipoksija i svobodnye radikaly v razvitii patologicheskikh sostojanij organizma / Ju.V. Medvedev, A.D. Tolstoj. – M.: OOO Terra; Kalenteri Promoushn, 2000. – 232 s.
5. MI 2586-2000 GSI. Perekisnoe, kislotnoe i jodnoe chislo zhira v konditerskih izdelijah. Metodiki izmerenij. – M.: Standartinform, 2000. – 9 s.
6. Sbornik receptur muchnyh konditerskih i bulochnyh izdelij dlja predpriyatij obshhestvennogo pitaniya / A.S. Ratushnyj. – M.: Jekonomika, 1986. – 295 s.
7. Skokan, L.E. Tehnologicheskie aspekty obespechenija kachestva konditerskih izdelij: dis. ... d-ra tehn. nauk: 05.18.01, 05.18.15 / Ljudmila Evgen'evna Skokan. – M., 2004. – 387 s.
8. Spirichev, V.B. Vitaminy-antioksidanty v profilaktike i lechenii serdechno-sosudistyh zabolevanij / V.B. Spirichev // Voprosy pitaniya. – 2003. – №6. – S. 45-51.
9. Bendich, A. Modulation of the immune system function of guinea pigs by dietary vitamin E and C following exposure to oxygen / A. Bendich, P. D'Apolito, E. Gabriel // Fed. Proc. – 1983. – №42. – R. 923.

Naumova Natalia Leonidovna

South Ural State University (National Research University)

Candidate of technical science, assistant professor at the department of «Technology and catering»

454080, Chelyabinsk, prospekt V.I. Lenina, 76

Tel. (351) 267-99-53

E-mail: n.naumova@inbox.ru

Chamaydan Olesya Yuryevna

South Ural State University (National Research University)

The student of training areas 260800.62

«Technology of production and the arrangement of public catering»

454080, Chelyabinsk, prospekt V.I. Lenina, 76

Tel. (351) 267-99-53

E-mail: fpt_09@mail.ru

Н.Т. ПЕХТЕРЕВА, К.Н. ШАПОВАЛОВ

ВЛИЯНИЕ БИОКАТАЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВИНОГРАДА МЕСТНЫХ СОРТОВ НА ВЫХОД СОКА

В статье представлены результаты проведенного исследования по влиянию ферментного препарата пектолитического действия Фруктоцим ПбЛ на выход сока из винограда местных сортов «Изабелла» и «Лидия». Установлены количественные технологические показатели качества винограда и оптимальные параметры его обработки ферментным препаратом.

Ключевые слова: виноград, ферментный препарат, выход сока, технологические показатели, оптимальные параметры.

Для производства здоровых продуктов питания на натуральной основе перспективным является использование местного растительного сырья [1, 2].

Заслуживает внимание виноград, произрастающий в личных подсобных хозяйствах, на дачных участках, ресурсы которого в Белгородской области позволяют организовать его сбор и переработку на предприятиях малой мощности системы потребительской кооперации. Наиболее распространенными сортами винограда являются «Изабелла» и «Лидия».

Из литературных источников известно, что виноград содержит в легкоусвояемой форме сахара – глюкозу и фруктозу; органические кислоты – винную, яблочную, лимонную, щавелевую, глюкарбоновую; полифенольные соединения; пектиновые вещества. В соке ягод содержатся до 1,5% минеральных веществ, наиболее значимыми из которых являются калий, натрий, фосфор, железо, алюминий, йод, бром, бор. Плоды винограда богаты витаминами (мг%): С – 0,43-12,3; В₁ – 0,3; В₂ – 0,9; РР – 5,0; каротин – 0,2-1,2. Виноград, благодаря высокому содержанию биологически активных веществ, может являться одним из перспективных видов сырья для получения функциональных продуктов питания [3, 4].

Одним из наиболее эффективных способов переработки плодов является биотехнологический с применением ферментных препаратов. Ферментные препараты пектолитического действия гидролизуют нерастворимый протопектин, повышающий водоудерживающую способность растительной ткани и препятствующий выделению сока.

О целесообразности использования ферментных препаратов для увеличения выхода сока и сохранения биологически активных веществ из плодов, включая дикорастущие, отмечено в работах многих ученых [5, 6, 7].

Вместе с тем, действие ферментных препаратов специфично для каждого вида сырья, что требует индивидуального подбора оптимальных режимов и дозировки препаратов для конкретных видов плодов.

Целью работы является исследование влияния ферментного препарата Фруктоцим Пб-Л на выход сока из винограда местных сортов «Изабелла» и «Лидия».

Виноград сорта «Изабелла» и «Лидия» собирали в потребительской стадии зрелости в Белгородском районе. На первом этапе исследовали технологические свойства винограда.

Количественные технологические показатели исследуемых сортов винограда приведены в таблице 1.

Из данных таблицы видно, что содержание сухих веществ и сахаров несколько выше в сорте винограда «Лидия». Так, массовая доля сухих веществ и сахаров в винограде сорта «Лидия» составляет 20,8% и 20,0%, в сорте «Изабелла» – 18,1% и 17,0% соответственно. Массовая доля титруемых кислот находится на уровне 1,48% для сорта «Изабелла» и 1,21% – для сорта «Лидия». рН сока из винограда сорта «Изабелла» составляет 3,47, из сорта «Лидия» – 3,64.

Для установления влияния ферментного препарата Фруктоцим Пб-Л на выход сока использовали дозы препарата, исходя из рекомендаций по его использованию, от 0,005 до

0,020% от массы мезги. При этом градация препарата составляла 0,005%. Предварительно препарат разводили холодной водопроводной водой до 10%-ной концентрации.

Таблица 1 – Технологические показатели исследуемых сортов винограда

Наименование	Характеристика образца	
	Изабелла	Лидия
Массовая доля сухих веществ (в соке), %	18,1	20,8
Массовая концентрация сахаров (в соке), %	17,0	20,0
Массовая доля титруемых кислот в пересчете на винную кислоту, %	1,48	1,21
pH	3,47	3,64
Масса составных частей винограда, %		
масса ягод (без гребней)	92,7	93,6
масса гребней	7,3	6,4
масса мякоти с соком (без семян)	80,9	82,1
масса семян	11,8	11,5

Обработку винограда ферментным препаратом проводили при температуре 30°C в термостате в течение 60 мин. Для лучшего контакта сырья с ферментным препаратом осуществляли периодическое перемешивание.

Результаты исследования влияния дозировки ферментного препарата на выход сока приведены на рисунке 1.

Как видно из данных рисунка, максимальный выход сока наблюдается при дозе ферментного препарата 0,015% от массы ягод. При этом выход сока из винограда сорта «Изабелла» составляет 59,7%, из сорта «Лидия» – 63,8%, что выше по сравнению с контрольным образцом (без обработки ферментным препаратом) на 68,1 и 43,0% соответственно. Следует отметить, что из винограда сорта «Лидия» выход сока несколько выше, чем из винограда сорта «Изабелла» – 63,8% против 59,7%.

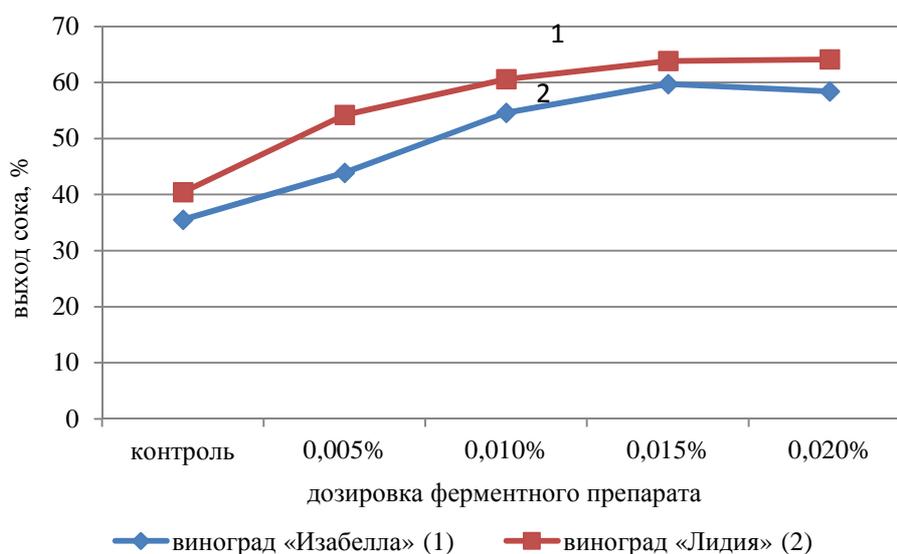


Рисунок 1 – Влияние дозировки ферментного препарата на выход сока из винограда

При установлении оптимальной температуры воздействия ферментного препарата гидролиз мезги винограда проводили при температурах 30°C, 40°C, 50°C и 55°C с выдержкой 60 мин.

Выявлено, что максимальный выход соков из исследуемых сортов винограда наблюдается при температуре 50°C (рисунок 2).

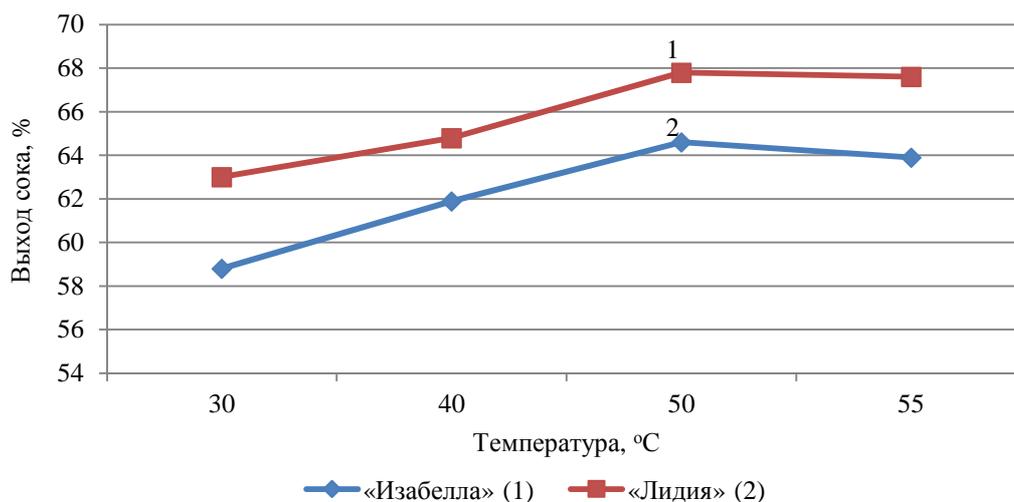


Рисунок 2 – Влияния температуры на выход сока при обработке винограда ферментным препаратом

Выход сока при обработке винограда сорта «Изабелла» ферментным препаратом при температуре 50°C составляет 64,6%, сорта «Лидия» – 67,8%.

Для установления влияния продолжительности обработки винограда ферментным препаратом гидролиз проводили от 30 до 180 мин с интервалом 30 мин при оптимальной дозировке 0,015% и оптимальной температуре 50°C.

Результаты исследований отражены на рисунке 3.

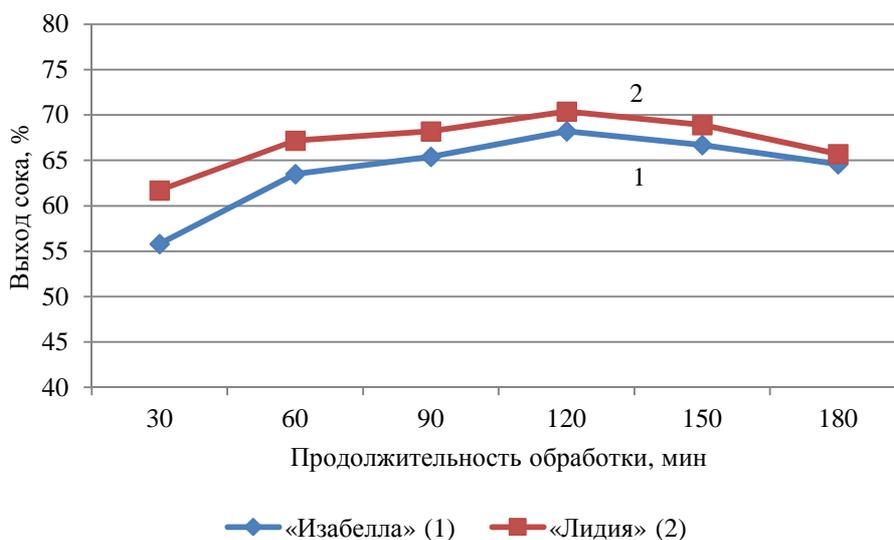


Рисунок 3 – Влияния продолжительности обработки винограда ферментным препаратом на выход сока

Из данных рисунка видно, что наибольший выход соков наблюдается при обработке ягод ферментным препаратом в течение 120 мин. Выход сока из винограда сорта «Изабелла» составляет 68,2%, сорта «Лидия» – 70,4%. Увеличение продолжительности обработки до 180 мин приводит к понижению выхода сока из винограда. Это, вероятно, связано с началом процесса инактивации ферментного препарата или блокировки его полифенольными соединениями.

Таким образом, определены технологические свойства винограда местных сортов и положительное влияние ферментного препарата Фруктоцим П6-Л на выход сока. Оптималь-

ная дозировка ферментного препарата составляет 0,015% от массы мезги, температура – 50°C, продолжительность обработки – 120 мин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филонова, Г.Л. Пищевая комбинаторика в технологиях поликомпонентных концентратов с использованием растительного сырья и напитков на их основе / Г.Л. Филонова, И.Л. Ковалева, Н.А. Комракова, В.В. Щербакова, Е.В. Никифорова, В.П. Осипова, Б.А. Гришковский // Пиво и напитки. – 2012. – №4. – С 22-25.
2. Белецкая, Н.М. Состояние и пути развития производства безалкогольных напитков в потребительской кооперации / Н.М. Белецкая, А.А. Фирсова, Н.Т. Пехтерева // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. – 2006. – №2 (16). – С.131-137.
3. Панкин, М.И. Производство виноградных соков прямого отжима из новых сортов винограда / М.И. Панкин, И.В. Оселедцев, Т.И. Гугучкина и др. // Виноделие и виноградарство. – 2009. – № 2. – С. 28-31.
4. Гугучкина, Т.И. Напитки функционального назначения на основе виноградного сока и фейхоа / Т.И. Гугучкина, Е.А. Сосюра, Б.В. Бурцев и др. // Пиво и напитки. – 2011. – №5. – С. 54-56.
5. Киселева, Л.В. Биокатализаторы в технологии соков с мякотью и пюре / Л.В. Киселева, В.А. Ломачинский, О.А. Синицина и др. // Пиво и напитки. – 2009. – №2. – С. 30-32.
6. Тимофеева, В.Н. Влияние способов предварительной обработки плодов вишни и сливы на выход сока прямого отжима / В.Н. Тимофеева, А.В. Черепанова, Е.Н. Даниленок // Пиво и напитки. – 2009. – №4. – С. 32-33.
7. Овсянникова, Е.А. Исследование процесса экстрагирования дикорастущих ягод Сибири с использованием биокаталических методов / Е.А. Овсянникова, Т.Ф. Киселева, А.Н. Потапов, А.В. Дюжев // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – №4. – С. 110-114.

Пехтерева Наталья Тихоновна

Белгородский университет кооперации, экономики и права
Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой
«Товароведение продовольственных товаров»
308023, г. Белгород, ул. Садовая, 116а
Тел. (4722) 31-73-49
E-mail: kaf-tpt-zav@buket.ru

Шаповалов Константин Николаевич

Белгородский университет кооперации, экономики и права
Аспирант кафедры «Товароведение продовольственных товаров»
308023, г. Белгород, ул. Садовая, 116а
Тел. (4722) 31-73-49
E-mail: kaf-tpt-zav@buket.ru

N.T. PEKHTEREVA, K.N. SHAPOVALOV

INFLUENCE OF LOCAL VARIETIES OF GRAPES BIOCATALYTIC TREATMENT ON JUICE EXTRACTION

The paper provides the results of the study of the ferment preparation with pectolytic properties influence FruktosimП6-Лон the extraction of juice from the local varieties of grapes «Izabella» and «Lydia»; states quantitative technological indicators of grapes quality and optimal parameters of their treatment with ferment preparation.

Keywords: grapes, ferment preparation, juice extraction, technological indicators, optimal parameters.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Filonova, G.L. Pishhevaja kombinotorika v tehnologijah polikomponentnyh koncentratov s ispol'zovaniem rastitel'nogo syr'ja i napitkov na ih osnove / G.L. Filonova, I.L. Kovaleva, N.A. Komrakova, V.V. Shherbakova, E.V. Nikiforova, V.P. Osipova, B.A. Grishkovskij // Pivo i napitki. – 2012. – №4. – S 22-25.

2. Beleckaja, N.M. Sostojanie i puti razvitija proizvodstva bezalkogol'nyh napitkov v potrebitel'skoj kooperacii / N.M. Beleckaja, A.A. Firsova, N.T. Pehtereva // Vestnik Belgorodskogo universiteta potrebitel'skoj kooperacii. – 2006. – №2 (16). – S.131-137.
3. Pankin, M.I. Proizvodstvo vinogradnyh sokov prjamogo otzhima iz novyh sortov vinograda / M.I. Pankin, I.V. Oseledcev, T.I. Guguchkina i dr. // Vinodelie i vinogradarstvo. – 2009. – № 2. – S. 28-31.
4. Guguchkina, T.I. Napitki funkcional'nogo naznachenija na osnove vinogradnogo soka i fejhoa / T.I. Guguchkina, E.A. Sosjura, B.V. Burcev i dr. // Pivo i napitki. – 2011. – №5. – S. 54-56.
5. Kiseleva, L.V. Biokatalizatory v tehnologii sokov s mjakot'ju i pjure / L.V. Kiseleva, V.A. Lomachinskij, O.A. Sinicina i dr. // Pivo i napitki. – 2009. – №2. – S. 30-32.
6. Timofeeva, V.N. Vlijanie sposobov predvaritel'noj obrabotki plodov vishni i slivy na vyhod soka prjamogo otzhima / V.N. Timofeeva, A.V. Cherepanova, E.N. Danilenok // Pivo i napitki. – 2009. – №4. – S. 32-33.
7. Ovsjannikova, E.A. Issledovanie processa jekstragirovanija dikorastushhih jagod Sibiri s ispol'zovaniem biokatalicheskikh metodov / E.A. Ovsjannikova, T.F. Kiseleva, A.N. Potapov, A.V. Djuzhev // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. – 2012. – №4. – S. 110-114.

Pehtereva Natalya Tikhonovna

Belgorod University of Cooperation, Economics and Law

Candidate of technical science, assistant professor, head of the department

«Merchandising and commodity expertise»

308023, Belgorod, ul. Sadovaya, 116 a

Тел. (4722) 31-73-49

E-mail: kaf-tpt-zav@bukep.ru

Shapovalov Konstantin Nikolaevich

Belgorod University of Cooperation, Economics and Law

Post-graduate student at the department of «Merchandising and commodity expertise»

308023, Belgorod, ul. Sadovaya, 116 a

Тел. (4722) 31-73-49

E-mail: kaf-tpt-zav@bukep.ru

УДК 664.663.2:635-021.632

С.Я. КОРЯЧКИНА, О.Л. ЛАДНОВА, Е.Н. ХОЛОДОВА, Д.Н. АРНАУТОВА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБА ИЗ ЦЕЛОГО ЗЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОВОЩЕЙ

В статье изучено влияние овощных порошков из тыквы и моркови на основные показатели качества теста и готового зернового хлеба с ячменной крупкой, определена перевариваемость белков хлеба, рассчитаны пищевая и энергетическая ценность зернового хлеба с ячменной крупкой и порошками моркови и тыквы.

Ключевые слова: *зерновой хлеб, ячменная крупка, порошок моркови, порошок тыквы.*

В условиях дефицита микронутриентов: витаминов, макро- и микроэлементов – проблема производства обогащенных продуктов питания, основным из которых является хлеб, становится наиболее актуальной. Перспективным направлением расширения ассортимента хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности является использование натуральных пищевых обогатителей, например, диспергированного зерна ячменя, продуктов переработки овощей, которые отличаются повышенным содержанием витаминов, минеральных веществ в биоусвояемой форме, незаменимых аминокислот, пищевых волокон и др. [1].

Ячмень имеет сложный химический состав, который зависит от сорта, района произрастания, метеорологических и почвенных условий, массового соотношения отдельных частей зерна. Ячмень состоит на 80-88% из сухого вещества и на 12-20% из воды. В зерне ячменя довольно много белка (около 16%), представленного альбуминами, глобулинами, гордеином, глютеином и небольшим количеством сложных белков. Гордеин и глютеин способны образовывать клейковину. Выход клейковины колеблется в пределах 2-26%. В зерне ячменя содержится полный набор аминокислот (пшеница – 28,2, ячмень – 30,56 г/100 г белка), в том числе особо ценных (лизин и триптофан). Наиболее отличается белок зерна ячменя по лизину (2,6 и 3,2 г/100 г белка) и валину (4,6 и 5,4 г/100 г белка) [36]. Углеводы зерна ячменя представлены крахмалом (56-66%), целлюлозой, гемицеллюлозой, пектиновыми веществами, пентозанами (9-12%). Ячмень содержит растворимые в эфире жиры (липиды) в количестве около 2% от сухого вещества. Только незначительная часть липидов (менее 0,1%) присутствует в виде свободных жирных кислот, из которых 52% приходится на долю линоленовой, 28% – на долю олеиновой, 11% – на долю пальмитиновой кислоты, а большая часть представлена глицеридами, эфирами глицерина и высших жирных кислот. Другим компонентом ячменного жира является воск. Около половины фосфатов присутствуют в ячмене в виде фитина, (0,9% сухого вещества ячменя). Ячмень богат витаминами Д, А, РР (1,3 мг/100г), В₁ (0,4 мг/100г), В₂ (0,12 мг/100г). Также в нём содержатся такие вещества, как триглицерид и токотриенол, способные значительно понижать уровень холестерина в крови. Зерно ячменя в сравнении с зерном пшеницы отличается высоким содержанием холина 110 мг/100 г, липотропного вещества, и β-глюкана до 5г/100г, способствующих нормализации жирового и, в частности, холестерина обмена в организме [2, 3]. Разнообразен минеральный состав ячменя (в % от общего количества): фосфор 31,1%; калий 16,4%; магний 10,0%; кальций 4,7%; натрий 4,1%; кремний 29,0%; сера 3,0%; железо 0,8% [4, 6].

Морковь является ценным растительным сырьём. Она обладает противовоспалительным, мочегонным, потогонным, заживляющим действием. Употребление моркови полезно при многих заболеваниях: авитаминозе, почечной болезни, анемии. Порошок моркови богат магнием, цинком, кальцием, марганцем, железом. Содержание пищевых волокон в морковном порошке в 12,9 раза больше, чем в пшеничной муке. Пищевые волокна морковного порошка богаты гемицеллюлозами (4,1%) [7].

Сухие вещества тыквенного порошка представлены, в основном, углеводами, из которых значительную часть составляют моно- и дисахариды, легко сбраживаемые дрожжами и бактериями, а также участвующие в формировании вкуса и аромата готовых изделий. Из органических кислот в тыквенных продуктах преобладает яблочная. В значительном количестве содержатся пектиновые вещества и другие пищевые волокна [5, 8] Витаминный и минеральный состав порошков моркови и тыквы представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Минеральный и витаминный состав порошков моркови и тыквы

Наименование	Порошок моркови	Порошок тыквы	Наименование	Порошок моркови	Порошок тыквы
Макро и микроэлементы, мг/кг					
Калий	21170,0	43311,2	Марганец	9,30	12,07
Кальций	менее 0,002	менее 0,002	Медь	16,31	4,321
Магний	2528,59	3680,86	Цинк	28,45	24,59
Железо	854,0	500,83	Натрий	213	137
Витамины, мг					
β-каротин	149,0	387	Витамин А	менее 0,01	менее 0,01
Витамин С	6,86	0,81	Витамин Е	0,23	0,06
Витамин РР	0,32	0,18	Рибофлавин	0,023	0,105

Цель работы – разработка рецептур зернового хлеба на основе ячменя, обогащенного морковным и тыквенным порошками.

За основу была взята технология зернового хлеба, основанная на замачивании диспергированного зерна с последующим соединением с остальными рецептурными компонентами. Тесто готовили на густой закваске без заварки (влажность – 50%, кислотность – 12 градусов).

Контролем служил хлеб зерновой по ГОСТ 25832-89 на основе пшеничной крупки (контроль 1). Опытные образцы готовили на основе ячменной крупки с добавлением морковного порошка в количестве 6, 8, 10 и 12% (образцы 1, 2, 3, 4) и тыквенного порошка в количестве 8, 10 и 12% (образцы 5, 6, 7). Контролем 2 являлся образец зернового хлеба с добавлением ячменной крупки 40% (контроль 2). После замеса тесто подвергали брожению, расстойке в формах и выпечке. У готового хлеба через 4 часа после выпечки определяли физико-химические и органолептические показатели качества. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества зернового хлеба порошком моркови и тыквы

Наименование показателей	Наименование образцов								
	Контроль 1	Контроль 2	Образцы с порошком моркови				Образцы с порошком тыквы		
			1	2	3	4	5	6	7
Влажность, %	48,5	48,7	48,5	48,8	48,6	48,4	48,2	48,9	48,8
Кислотность, град	4,0	4,7	4,8	4,8	4,6	4,8	4,8	4,6	4,6
Удельный объем, см ³ /100г	210	190	200	200	220	210	200	210	190
Пористость, %	62	59	60,0	62,0	64,0	62	61,0	63,0	60,0
Упек, %	6,5	6,4	6,0	5,8	5,5	5,2	6,3	5,9	4,7
Усушка, %	3,8	3,7	3,5	3,1	2,1	2,0	3,4	2,9	2,5
Выход, %	140	140,4	170,2	173,6	174,0	176,7	168,9	171,0	174,2
Органолептические показатели, балл	70	62	65	67	73	68	66	74	72

Анализ полученных данных показал, что значения влажности и кислотности всех образцов находились на одном уровне. Отмечено небольшое снижение значений удельного объема при добавлении ячменной крупки, однако применение порошка моркови и тыквы способствует увеличению этого показателя. Незначительно улучшалась пористость и увеличивался выход изделий, что связывали с положительным действием компонентов порошка на бродильную активность и высокой их водопоглотительной способностью. Наилучшими показателями обладали образцы хлеба с 10% порошка моркови (образец 3) и 8% порошка тыквы (образец 6).

Содержание ароматических веществ определяли по сумме альдегидов, содержащихся в 100 г хлеба. Значение этого показателя для образца 1 составило 6,1 мл раствора йода, для образца с добавлением 10% порошка моркови (образец 4) – 9,8, что больше на 60%. Для образца с 8% порошка тыквы (образец 7) содержание ароматообразующих веществ составило 7,81мл раствора йода, что больше на 27,9% значения образца 1. Это связывали с тем, что в состав порошка моркови и тыквы входит большое количество восстанавливающих сахаров, которые принимают активное участие в реакциях меланоидинообразования и образовании веществ, обуславливающих аромат хлеба.

Содержание пищевых веществ в зерновом хлебе с ячменной крупкой и овощными порошками рассчитывали исходя из содержания основных пищевых веществ в сырье с учетом потерь. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание основных питательных веществ в 100 г хлеба

Показатель	Контроль 2	Образец 3	Образец 6
Белки, г	6,8	7,4	7,3
Жиры, г	2,7	2,8	2,6
Углеводы, г	44,8	48,6	46,9
β-каротин, мкг	0,000375	3,148575	0,825975
Витамин Е, мг	1,1997	1,42002	1,1997
Витамин В ₆ , мг	0,21999	1,96959	0,28719
Биотин, мкг	1,485	1,53036	1,485
Ниацин, мг	1,3713	1,5819	1,6449
Пантатеновая кислота, мг	0,1836	0,5346	0,3996
Рибофлавин, мг	0,05559	0,14739	0,08871
Тиамин, мг	0,16305	0,18735	0,19041
Фолацин, мг	31,086	31,10706	38,766
Холин, мг	18,72	21,8682	18,72
Витамин С, мг	–	4,9	4,2
Калий, мг	139,356	174,18	197,7
Кальций, мг	24,908	40,728	44,892
Магний, мг	–	47,7	42,096
Натрий, мг	46,896	363,867	364,203
Фосфор, мг	22,82	153,879	148,383
Хлор, мг	128,775	566,532	554,916
Железо, мкг	851,01	1457,508	1652,67
Йод, мкг	0,9945	2,6325	1,4325
Марганец, мкг	419,55	637,734	589,734
Энергетическая ценность, ккал	192,16	188,99	180,22

Благодаря внесению в рецептуру теста порошков моркови и тыквы происходит увеличение содержания белка на 8,1%, и 6,8% по сравнению со значениями контроля 2. Количе-

ство жиров осталось практически неизменным, а содержание углеводов выросло на 7,8% при внесении 10% порошка моркови и на 4,5% при внесении 8% порошка тыквы. Увеличилось содержание витаминов и минеральных веществ.

Перевариваемость белков хлеба определяли методом Ансона, результаты представлены на рисунке 1.

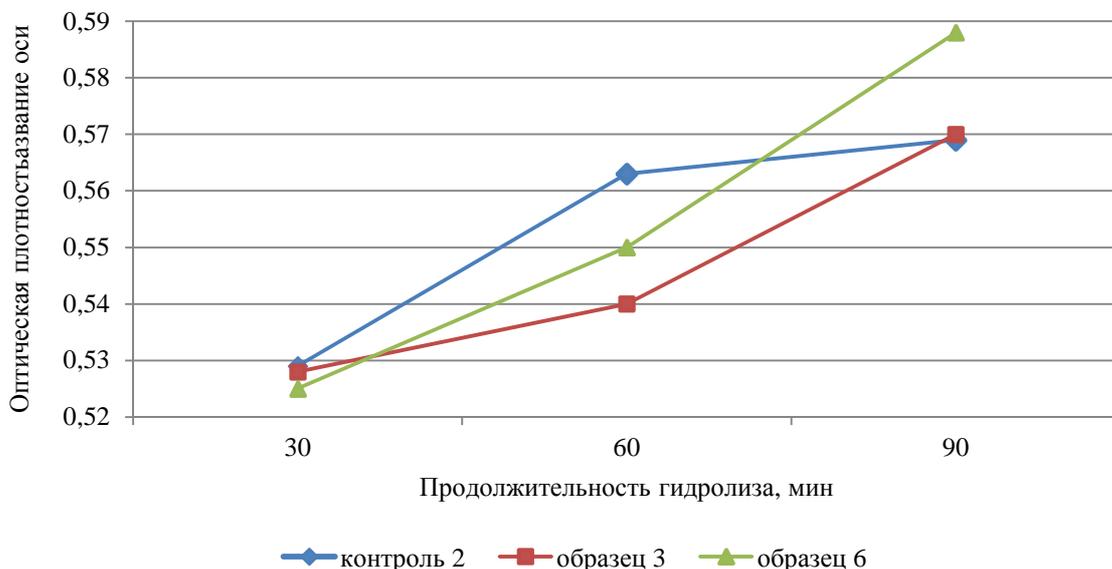


Рисунок 1– Влияние порошков моркови и тыквы на перевариваемость белков зернового хлеба

Анализ полученных результатов показал, что интенсивность переваривания белков у образцов с внесением порошков моркови и тыквы увеличивается по сравнению с образцом без овощных добавок. Вероятно, это связано с тем, что растительные белки, входящие в состав овощных порошков, лучше перевариваются ферментами желудочно-кишечного тракта.

Важное значение имеет сохранение степени свежести хлеба в процессе хранения, поэтому определяли влияние добавления порошков моркови и тыквы на показатель общей деформации сдвига мякиша хлеба в течении 96 часов хранения. На основании полученных данных построили график зависимости общей деформации от продолжительности хранения изделий.

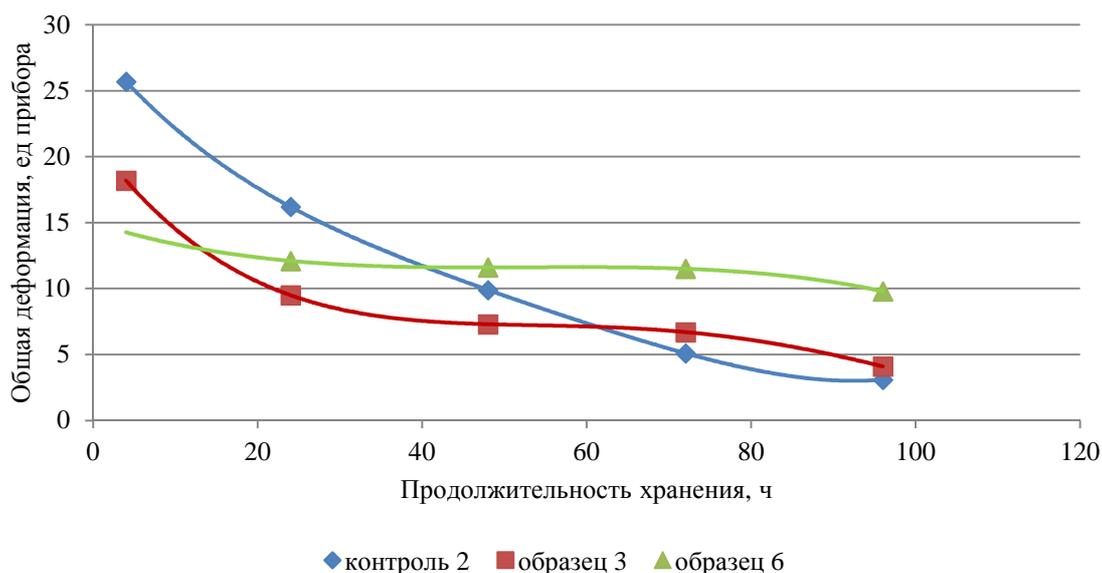


Рисунок 2 – Влияние внесения порошков моркови на общую деформацию мякиша зернового хлеба в процессе хранения

Результаты исследований, представленные на рисунке 2, показывают, что внесение порошков моркови и тыквы положительно сказывается на продолжительности сохранения свежести готовых изделий.

Порошок моркови и тыквы содержат пектиновые вещества, которые, взаимодействуя с различными функциональными группами белков и крахмала муки и крупки, образуют термостойчивые белково-полисахаридные комплексы, обладающие повышенной гидрофильной способностью. Это приводит к повышению доли прочно связанной влаги в хлебобулочных изделиях. В результате влага в меньшей степени теряется в процессе хранения. Это способствует уменьшению усушки и замедлению их черствения.

Так продолжительность хранения образца с 10% порошка моркови увеличилась по сравнению с образцом без внесения порошка на 20 часов, а с 8% порошка тыквы на 32 часа.

Таким образом, установлено положительное влияние замены ячменной крупки порошком моркови и тыквы на органолептические, физико-химические и структурно-механические показатели качества зернового хлеба на основе ячменя. Применение этого сырья позволяет повысить пищевую ценность зернового хлеба и увеличить продолжительность его хранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Темникова, О.Е. Обзор исследований нетрадиционных видов сырья в хлебопекарной промышленности / О.Е. Темникова, Н.А. Егорцев // Хлебопродукты. – 2012. – №4. – С. 54-55.
2. Химический состав ячменя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ucoz.ru
3. Химический состав зерна ячменя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.podarisebezdorove.ru
4. Зверев, С.В. Физические свойства зерна и продуктов переработки / С.В. Зверев, Н.С. Зверев. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 176 с.
5. Атамуратова, Т.И. Применение продуктов переработки тыквы в хлебопекарной промышленности: 05.18.01 «Технология хлебопекарных, макаронных и кондитерских продуктов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук / Тамара Ивановна Атамуратова; [Московская государственная академия пищевых производств]. – М., 1993. – 26 с.
6. Захарова, А.С. Разработка технологии крупяного хлеба и его товароведная оценка: 05.18.15 «Товароведение пищевых продуктов и технология продуктов общественного питания»: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук / Захарова Александра Сергеевна; [Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова]. – Кемерово, 2008. – 19 с.
7. Корячкина, С.Я. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения / С.Я. Корячкина, Г.А. Осипова, Е.В. Хмельва. – Орёл: ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК», 2012. – 262 с.
8. Родичева, Н.В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки овощей: 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук / Родичева Наталья Викторовна; [Московский государственный университет пищевых производств]. – М., 2012. – 23 с.

Корячкина Светлана Яковлевна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-87
E-mail: hleb@ostu.ru

Ладнова Ольга Леонидовна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-87
E-mail: ladnovaol@mail.ru

Холодова Екатерина Николаевна

Северо-Кавказский федеральный университет, филиал в г. Пятигорске
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технология продуктов питания и товароведение»
357538, г. Пятигорск, ул. Украинская, 56 а
Тел. (4862) 8-905-415-17-67
E-mail: holodovapgtu@yandex.ru

Арнаутова Дарья Николаевна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Студент специальности
«Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-87
E-mail: ladnovaol@mail.ru

S.YA. KORYCHKINA, O.L. LADNOVA, E.N. HOLODOVA, D.N. ARNAUTOVA

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF BREAD OF THE WHOLE
GRAIN PRODUCTS OF PROCESSING OF VEGETABLES**

In the article the influence of vegetable powders made of pumpkin and carrots on the basic parameters of quality of the test and ready corn bread with barley groats, defined the digestibility of proteins bread, calculated food and energy value of corn bread with barley grains and powders carrots and pumpkin.

Keywords: grain breads, barley groats, powder, carrot, pumpkin powder.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Temnikova, O.E. Obzor issledovaniy netradicionnyh vidov syr'ja v hlebopekarnoj promyshlennosti / O.E. Temnikova, N.A. Egorcev // Hleboprodukty. – 2012. – №4. – S. 54-55.
2. Himicheskij sostav jachmenja [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: www.ucoz.ru
3. Himicheskij sostav zerna jachmenja [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: www.podarisebezdorove.ru
4. Zverev, S.V. Fizicheskie svojstva zerna i produktov pererabotki / S.V. Zverev, N.S. Zverev. – M.: DeLi print, 2007. – 176 s.
5. Atamuratova, T.I. Primenenie produktov pererabotki tykvy v hlebopekarnoj promyshlennosti: 05.18.01 «Tehnologija hlebopekarnyh, makaronnyh i konditerskih produktov: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. teh. nauk / Tamara Ivanovna Atamuratova; [Moskovskaja gosudarstvennaja akademija pishhevyh proiz-vodstv]. – M., 1993. – 26 s.
6. Zaharova, A.S. Razrabotka tehnologii krupjanogo hleba i ego tovarovednaja ocenka: 05.18.15 «Tovarovedenie pishhevyh produktov i tehnologija produktov obshhestvennogo pitaniya»: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. teh. nauk / Zaharova Aleksandra Sergeevna; [Altajskij gosudarstvennyj tehniceskij universitet im. I. I. Polzunova]. – Kemerovo, 2008. – 19 s.
7. Korjachkina, S.Ja. Sovershenstvovanie tehnologij hlebobulochnyh, konditerskih i makaronnyh izdelij funkcional'nogo naznachenija / S.Ja. Korjachkina, G.A. Osipova, E.V. Hmeljova. – Orjol: FGBOU VPO «Gosuniversitet – UNPK», 2012. – 262 s.
8. Rodicheva, N.V. Sovershenstvovanie tehnologii hlebobulochnyh izdelij s ispol'zovaniem produktov pererabotki ovoshhej: 05.18.01 «Tehnologija obrabotki, hranenija i pererabotki zlakovyh, bobovyh kul'tur, krupjanyh produktov, plodoovoshhnoj produkcii i vinogradarstva»: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. teh. nauk / Rodicheva Natal'ja Viktorovna; [Moskovskij gosudarstvennyj universitet pishhevyh proizvodstv]. – M., 2012. – 23 s.

Koryachkina Svetlana Yakovlevna

State University-Education-Science-Production Complex
Doctor of technical science, professor, head of the department
«Technology of bread, confectionary and macaroni production»
302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29
Tel. (4862) 41-98-87
E-mail: hleb@ostu.ru

Ladnova Olga Leonidovna

State University-Education-Science-Production Complex
Candidate of technical sciences, assistant professor at the department of
«Technology of bread, confectionary and macaroni production»
302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29
Tel. (4862) 41-98-87
E-mail: ladnovaol@mail.ru

Holodova Ekaterina Nikolaevna

North Caucasian Federal University, a branch of Pyatigorsk
Candidate of technical sciences, assistant professor at the department of
«Food technology and commodity»
357538, Pyatigorsk, ul. Ukrainskaja, 56 a
Tel. 8-905-415-17-67
E-mail: holodovapgtu@yandex.ru

Arnautova Daria Nikolaevna

State University-Education-Science-Production Complex
The student of specialty
«Technology of bread, confectionery and macaroni products»
302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29
Tel. (4862) 41-98-87
E-mail: ladnovaol@mail.ru

О.В. ГРАДОВ, Ф.К. ОРЕХОВ

КОМПАРАТИВНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ НА ЧИПЕ ДЛЯ АНАЛИЗА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ С ЦИФРОВОЙ КАЛИБРОВКОЙ ПО СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ/КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И ХЕМОМЕТРИЧЕСКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИЕЙ

В настоящей работе приводится обзор современного уровня техники по лабораториям на чипе для анализа молочной продукции, включая элементы не публиковавшихся ранее работ российской авторской группы, отличающихся по принципам калибровки и регистрации от зарубежных аналогов. Кардинальные отличия отечественных приборов и установок этого типа состоят в возможности калибровки по спектрофотометрической или, что эквивалентно, колориметрической температуре и короткоживущей хемометрической систематизации аналитов по интеллектуальным базам данных. По функциональности отечественные работы в этом направлении на момент проведения не уступали, а по ряду характеристик – опережали известные аналоги.

Ключевые слова: лаборатории на чипе, спектрофотометрическая температура, колориметрическая температура, коагулометрия, микроскоп, коацервация, нефелометрия, турбидиметрия, двухлучевой спектральный прибор, квалиметрия в молочном хозяйстве, хемометрика.

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с 2004 года [1] в аналитическую практику молочной промышленности начали внедряться лаборатории на чипе. Данные микрофлюидные устройства позволяют мерить и анализировать многие важные с точки зрения пищевой промышленности свойства [2], в том числе такие индивидуальные, сложно определяемые и считавшиеся нерегистрируемыми на стадии химического анализа – без применения живых физиолого-биохимических моделей – как потенциальный аллергический эффект продукта [3].

Основным приложением использования лабораторий на чипе в аналитике молочной продукции и секреторной ткани является протеомный и гликомный скрининг, имеющий высокую прогностическую ценность как индикатор физиологического состояния коров. В основе контроля содержания белка и липидов в молочном анализе в лабораториях на чипе лежит принцип акустофореза [4] (сепарация молочного аналита как дисперсной системы за счет силового действия акустического поля на частицы его дисперсной фазы), на этом же принципе без использования специфичных меток производится цитометрия соматических клеток в молоке [5]. Также существуют более простые системы для количественного анализа молочного белка, основанные на принципах электрофореза [6], в том числе – с ковалентным и нековалентным флуоресцентным окрашиванием и детектированием [7], но при малых электрических характеристиках источника это может быть не столь эффективно. В случае использования микрофлюидных чипов для анализа полисахаридов или гликанов предпочитают опираться на tandemную HPLC-chip/MS масс-спектрометрическую технологию [8-10], ранее достаточно хорошо отрекомендовавшую себя и в протеомике [11, 12].

Возникшее недавно конструктивное воплощение идей микрофлюидики специализировано в приложении к анализу нутриентов [13] позволяет надеяться на перевод системно-биологического скрининга из лабораторной фазы в широкодиапазонное практическое использование на крупных фермах и в полевых условиях.

Вторым очевидным приложением лабораторий на чипе в молочной промышленности и молочном хозяйстве является диагностика патологий, индикация патогенных агентов и вероятных токсинов, а также ксенобиотиков, в том числе являющихся следствием лечения данных патологий. Наиболее распространенной является диагностика субклинического мастита на чипе по электрохимическим измерениям, аддитивно косвенно индицирующим активность нейтрофилов [14], а также его седиментационный цитометрический мониторинг с

использованием простейшего DIY-приспособления, основанного на использовании CD-диска [15]. Не следует усматривать в этом подходе самодельный конструктивный принцип, связанный с недофинансированием науки за рубежом: lab-on-CD является оптимальным по расходам и непревзойдённым по многим аналитическим параметрам способом анализа биологических аналитов [16, 17], приобретающим в последнее время дополнительные уровни измерений [18], что сопряжено с совершенствованием направления и технологии в целом, и, в частности, с внедрением (при переходе к 3D) термопневматической накачки. Несколько менее распространены в молочном хозяйстве исследования иммунной резистентности на чипе как базиса того механизма, который делает невозможным возникновение патологий, индуцируемых агентами с изученной иммуноспецифичностью, однако уровень прогресса техники в этой области позволяет предвидеть громадные утилитарные перспективы этого направления «аналитики на чипе».

Известны, в частности, лаборатории на чипе для иммунохимического определения стафилококкового энтеротоксина, включающие в себя несколько систем детектирования – CNT для первичной иммобилизации антител, хемилюминесцентный анализатор (ECL) для регистрации сигнала излучения, охлаждаемый прибор с зарядовой связью для корректной рекогносцировки (при обнаружении точки интереса), а также ламинарная технология для иммунохимического анализа [19]. Причем сама аналитическая несущая часть лаборатории на чипе основана на сопряжении иммунологии и «нанобиотехнологии», поскольку включает в себя углеродные нанотрубки, используемые по назначению в ходе обнаружения SEB. До разработки описанной конструкции для иммунохимического определения стафилококка по энтеротоксину В также использовали микрофлюидные устройства, но без применения углеродных трубок [20]. В силу очевидной связи между иммунологией и аллергологией, использование типичных в иммунологии капиллярных методов было механистически перенесено на микрофлюидные (фактически – также капиллярные) чиповые технологии для анализа аллергенности белков молока [21]. Продемонстрированные при этом результаты разделения обладали конкурентными к «методу-прототипу» характеристиками: более высоким разрешением и более коротким временем анализа, чем классические CIEF (см., например [22]).

Ещё одним приложением в рамках вышеозначенного курса следует считать поиск и анализ микроорганизмов и бактериальных колоний в молоке с помощью лабораторий на чипе и разработку соответствующих антибиотиков. В проточно-цитометрических чипах с флуоресцентным детектированием удается высоко достоверно обнаруживать *Pseudomonas* sp. [23] и другие микроорганизмы (существует множество неспецифических к молочному характеру образцов опубликованных методов, посвященных детектированию *E. coli* и др. микроорганизмов в пищевых продуктах с помощью лабораторий на чипе, но здесь они по понятным причинам не рассматриваются, хотя могут быть применены и применяются для анализа молока и молокопродуктов [24]).

Соответственно, ветеринарно-фармакологическое вмешательство, необходимое для устранения бактериальной контаминации или инфекции, требует после себя контроля состояния молока на наличие антибиотиков. Лаборатории на чипе используются для определения антибиотиков – фторхинолонов, сульфаниламидов, тетрациклинов [25-27] в молоке. Для этого используются разные способы детектирования и идентификации – флуоресцентные, электрофоретические, на поверхностном плазмонном резонансе и пр., поэтому практически любой тонкий физико-химический отклик системы может быть положен в основу детектирования индуцирующего его антибиотика/аналита. Аналитика на поверхностном плазмонном резонансе высокоэффективна также потому, что давно [28] и часто используется в микробиологической и биохимической аналитике молока [29-40]. Таким же путем можно исследовать экзополисахариды молока и их взаимодействие с белком молока [41], что немаловажно, учитывая издавна [42] известную связь между экзополисахаридами и эффективностью антибиотиков [43]. С точки зрения профилактики (в частности – противовирусной профилактики) имеет смысл и развитие направления микрофльтрации, осуществляемой также в микрофлюидных устройствах типа μ -TAS, но позволяющей исследовать антитела для компонентов транс-

генного молока [44, 45], хотя современный уровень сельскохозяйственной и молочно-хозяйственной техники не позволяет говорить о скоростном внедрении подобных иммуногенетических систем в повседневную практику.

Последним прикладным применением лабораторий на чипе в молочной аналитике является определение в молочном сырье нежелательных для человеческого здоровья примесей, таких как меламин [46], мочевины [47], гормональные препараты-добавки [48]. Сейчас это возможно осуществлять даже на фемтомольном уровне концентраций [49], а также на уровне капельных нанолитровых объемов аналита (в сверхвысокочастотных устройствах, отчасти воспроизводящих условия в микроволновой печи при бытовом разогреве молока или молочного продукта [50]).

Развитие микрофлюидной техники свидетельствует о целесообразности увеличения количества актуальных в молочном хозяйстве переменных, детектируемых лабораториями на чипе. В частности, очевидно, что в приведенном литературном обзоре не учитываются колориметрические измерения, проведение которых в лабораториях на чипе значительно проще, чем полноценный спектральный анализ, не требующийся для такого изученного объекта, как молоко (в обычных условиях). Также не учтен такой параметр, как белизна молока, индицирующая содержание молочного белка (в основном – казеина). Интересен, в частности, метод колориметрического сопоставления (ранее осуществлявшийся на основе колориметров Дюбоска), в котором на одном оптическом канале по опорной (эталонной) пробе молока берется баланс белого, после чего дельта между ним и колориметрическими данными с некоторого другого образца молока, стоящего на втором канале, заносится в память ЭВМ с целью последующего позиционирования точек различных образцов молока в многомерном цветовом пространстве. Колориметр Дюбоска (рисунок 1), длительное время [51-52] использовался в различных областях аналитико-метрологических изысканий – от химической физики [53-55] до медицины [56] и микологии [57,58] и серийно выпускался в исходном виде до середины 1950-х гг. [59]. Его функцию на микролитровых масштабах можно делегировать дуплексной компаративной (двухканальной) лаборатории на чипе, допускающая как безэталонный цифровой анализ, так и сопоставление образцов. Это целесообразно, например, в случае наличия в молоке бета-каротина, придающего ему легкий желтоватый оттенок, либо попадания при выпасе в рацион некоторых представителей молочайных (эуфорбиевых) *Euphorbiaceae* и лютиковых *Ranunculaceae*, а также повышающих молочную продуктивность скота (коров и коз) представителей отдела хвощевидных (*Equisetophyta*), придающих молоку красный оттенок.

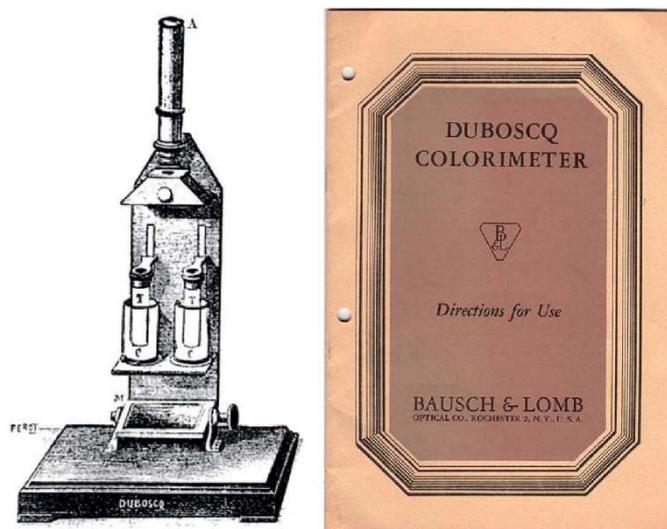


Рисунок 1 – Раритетный колориметр Дюбоска и его документация

Так как лаборатории на чипе вне молочной практики весьма часто проектируют именно для колориметрических задач [60-62], причем в последнее время очевиден тренд на внедрение этого подхода в общедоступные мобильные устройства [63-64], технически это не

представляет особого труда, то есть: возможно сконструировать оптическую лабораторию на чипе, которая будет выполнять колориметрические функции в молочной аналитике, субституируя не только морально-устаревший колориметр Дюбоска, но и ряд современных цифровых аналитических приборов. В таком случае, однако, возникает вопрос, связанный с различием фотометрических данных, снятых при разных источниках опорного излучения с различной цветовой температурой. Известно, что различные фильтры, зачастую необходимые в фотометрическом анализе, могут привести к сдвигу колориметрической температуры на выходе [65]. В связи с данным существенным обстоятельством колориметрическая лаборатория на чипе должна иметь режим юстировки по шкале цветowych (колориметрических или спектрофотометрических) температур.

Эта шкала должна взаимно-однозначно сопоставляться с индексированными цветами, воспринимаемыми программным обеспечением, и работать на макроскопическом масштабе независимо от типа матрицы (однако фильтры Байера, дающие позиционную чувствительность со сдвигом для пикселей различных цветов, нежелательны; вместо них рекомендуется использовать многослойные матрицы Foveon, в которых каждый сенсор несет колориметрическую информацию в трех спектральных диапазонах на точку). На данном этапе возникает известная трудность. Если ранее существовали лаборатории на чипе, связанные с измерением термических свойств (микрофлюидные колориметры [66], флуоресцентные термометры [67], термооптические SPR-сенсоры – на поверхностном плазмонном резонансе [68], анализаторы температурных зависимостей фазовых диаграмм [69], аппаратура термического картирования с временным разрешением [70]) самого вещества, то теперь речь идёт о температуре источника его освещения или облучения. Хотя, справедливости ради, следует отметить, что в крупнейшем энциклопедическом источнике по лабораториям на чипе – «Encyclopedia of Microfluidics and Nanofluidics» («Springer», 2008) статья «Color Temperature» есть (стр. 265), но на практике специализированных микрофлюидных систем калибруемых таким образом для этой задачи не существует.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА: ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Цветовая температура, как известно, определяется как температура, до которой следует нагреть абсолютно чёрное тело, чтобы его излучение имело такой же спектральный состав, как и промеряемый источник освещенности. Последний должен, по определению, иметь непрерывный спектр в тепловой области, поскольку флуоресцентные, ртутные, низкотемпературные лампы и люминофорные источники, имеющие достаточно большую долю излучения в линейчатой форме, не могут быть корректно описаны данным параметром.

Советские оптики и метрологи традиционно уделяли пристальное внимание измерению цветовой температуры и сопоставлению её с другими величинами. Начиная с 1960 года создавались фотометрические шкалы для анализа цветовой температуры [71, 72] и эталонные радиаторы для программируемого воспроизведения цветовой температуры [73] в длинноволновом диапазоне. Кроме аддитивных пирометрических средств её измерения на базе фотодиодов [74], разрабатывавшихся в поздний период, уже на ранних этапах работ – в 1970-е гг. шла речь о конструировании специализированных спектрофотометров для регистрации цветовой температуры и яркости [75] с ранжированием по длинам волн. Ранее был создан принципиально новый математический аппарат для машинных вычислений цветовой температуры в совокупности яркостью [76], что позволило оптимизировать время вычислений на ЭВМ, в том числе – по данным натурных измерений. В экспериментальной практике появилась возможность не только измерения, но и программируемой регуляции цветовой температуры [77]. Разработанные методы измерений, начиная от простейших [78], внедрялись в повседневную измерительную практику, вследствие чего пользоваться ими мог широкий дисциплинарный круг исследователей. До последнего времени российские специалисты в области астрофизики [79], физики плазмы [80], химической физики горения и взрыва [81] пользуются выработанными в последней трети прошлого века подходами. Работ по внедрению этих подходов в аналитику, тонкий химический синтез и микрофлюидику в России не существует.

Микроминиатюризация аппаратной реализации данных измерений в стагнации много более десятилетия (из российских приборов можно назвать только ТКА – ВД), в то время как за рубежом прогресс вполне очевиден: микроминиатюризация ведет к возможности измерений колориметрической температуры встроенных в конструкцию аналитической техники светозлучающих диодов, разработаны автоматические средства контроля и управления цветовой температурой [82], включая использующие ядро RISC IP [83] и интеллектуальные системы управления освещением [84]. Сложной задачей является сбор данных о цветовой температуре объектов в разных коррелирующих цветовых диапазонах, однако и она хорошо решается с использованием прогрессивных алгоритмов на новейшей вычислительной технике [85].

В ноябрьском выпуске «Elektrotechnik und Informationstechnik» за 2012 год была напечатана статья с указанием цветových температур излучающих диодов, в которой было указано на целесообразность сопряжения оптической и тепловой модельной прогонки («симуляции», как выражаются современные моделисты) для сбора предварительных данных о параметрах материала конвертера (авторы: Fulmek P., Sommer C., Hartmann P., Wenzl F.P., Pachler P., Noschopf H., Langer G., Nicolis J.). Поэтому весьма скоро, учитывая внедрение LED в малобюджетную лабораторно-аналитическую практику [86, 87], можно будет говорить о прямом детектировании колориметрической температуры в лабораториях на чипе с подобными малобюджетными, компактными и экономичными источниками иллюминации.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ

Понятие цветовой, колориметрической или спектрофотометрической температуры наиболее физически близко к тому смыслу, который вкладывают в термин «температура» в астроспектроскопии, говоря об излучении звезд как удаленных светящихся источников, чью температуру измерить прямым путём невозможно [88-90]. Поэтому возможно и логично использование специального астрономического софта для интерпретации получаемых с оптического детектора изображений молочной пробы под излучением такого источника. В данной работе нами будет рассмотрен один пример такого детектирования. Так как для целей астрометрии/астрофотометрии в софте стандартно указывается apparent magnitude (в российской терминологии «блеск» или, что синонимично, звёздная величина), можно, зная её физический смысл (поток энергии от источника – энергия всех фотонов в секунду на единицу площади), и зависимость от светимости, элементарно переводить программно выдаваемые данные астрооптической интерпретации в данные фотоколориметрического типа.

При этом, так как для фотографической звёздной величины (фотографический блеск) эффективная $\lambda=425$ нм, а для визуальных звёздных величин $\lambda=530$ нм, рационально для корректности фотоколориметрических измерений оснастить установку двумя лазерами с соответствующими длинами волн. В простейшем случае это могут быть лазерные диоды. Хорошим источником $\lambda=425$ нм является диод RLT425-50CMG, вырабатывающий 50 мВт. Хорошим источником $\lambda=530$ нм является 100 мВт GaN диод, выпускаемый «Sumitomo Electric Industries Ltd.» для проекторов «Sony». В более сложном случае можно достигнуть того же самого, используя для $\lambda=425$ длинноволновую границу спектрального диапазона, достигаемую титан-сапфировым лазером при удвоении частот генерации; наносекундный лазер на красителях типа ND6000 с UVT-1 / UVX-1 удвоителями (также край диапазона на 425 нм), однако это может быть энергетически неэффективно, хотя последнее свойство и предупреждает от возможного выгорания светочувствительный элемент лаборатории на чипе. В то же время $\lambda=530$ можно достигнуть, используя криптоновый лазер с $\lambda=530.9$ нм либо возбудители системы накачки титан-сапфирового лазера (530 нм – вторая гармоника иттербиевого твердотельного или оптоволоконного лазера с удвоением частоты, а 532 нм – вторая гармоника Nd:YAG/Nd:YVO4 лазера) или соответствующие автономные лазеры без встраивания их в установку с Ti:Sa лазером на вибронных кристаллах с допирующими ионами для пассивной синхронизации мод (за счет керровской линзы). Однако с позиций компактизации установки и микроминиатюризации лаборатории на чипе целесообразнее использовать, все же, лазерные диодные источники.

Итак, разберемся с тем, что и как следует измерять и интерпретировать, чтобы иметь позитивный, со спектрохимических и биохимических позиций, результат анализа в ходе использования спаренных лабораторий на чипе. С метрологических позиций, необходимо указать также единицы и системы измерений.

Прежде всего, следует характеризовать опорный колориметрический источник света. Светимость есть полная энергия, излучаемая объектом – источником излучения (в нашем случае – источником иллюминации лаборатории на чипе) в единицу времени, измеряемая в абсолютных единицах (Вт в системе СИ либо эрг/с в системе СГС): $L=4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$, где R – радиус тела, T – температура поверхности, σ – коэффициент Стефана-Больцмана – полная энергия, излучаемая единицей площади поверхности излучающего тела (в рамках идеализации абсолютно черного тела) за единицу времени, пропорциональная четвертой степени термодинамической температуры. Такой подход, заимствованный из астрономии, дает нам возможность использования диаграммы «спектр – светимость» при калибровке и юстировке оптических частей (трактов) установок лабораторий на чипе. Светимость тела как функцию термодинамической температуры, измеряемой в кельвинах, можно связать с колориметрической/спектрофотометрической температурой, которая определяется через формулу Планка как та температура абсолютно чёрного тела, при которой оно испускает излучение того же цветового тона, что и рассматриваемое излучение. Такая же методика, характеризующая относительный вклад излучения данного цвета в излучение источника, а также его изменение под действием фильтра, может быть применена при характеристике цвета аналита в контактных трансмиссионных оптических методиках, когда неразделимо связанное с детектором фильтрующее спектр источника оптическое звено – промеряемый аналит, изменяющий входной спектр на поверхности фотоприемника. Для удобства имеет смысл перейти к миредам (micro reciprocal degree) – единице измерения, равной 1000000, делённому на величину цветовой температуры (температуры источника) в Кельвинах.

ФИЗИЧЕСКОЕ ВОПЛОЩЕНИЕ УСТАНОВКИ

В таком случае, зная температуру источников излучения, используемых при работе с лабораториями на чипе, кроме опорных лазерных источников с заданными параметрами (см. выше), можно калибровать лаборатории на чипе по балансу белого («псевдобелого»), являющемуся прямым коррелятом сведения электрических параметров детектора сигнала оптического диапазона к значению, соответствующему определенной колориметрической температуре, при которой спектрально объект (условно) принимается за белый. Допустим, что в установке для метрологического экспонирования лабораторий на чипе наличествуют несколько типов источников: импульсная фотовспышка для ультракоротких экспозиций с колориметрической температурой 5500-5600 К; люминесцентная лампа «дневного» света с колориметрической температурой 7000 К; лампы накаливания на 40 Вт, 60 Вт и 100 Вт с цветовыми температурами 2200 К, 2680 К, 2800 К; ксеноновая дуговая лампа (от 4500 К); натриевая лампа высокого давления (2000 К); лампа «аквариумного типа» (10 000 К). При наличии такого набора источников иллюминации очевидно, что, имея различные аналиты, выводимые «в ноль» при различных источниках, уже можно осуществлять определение их (качественное) в лабораториях на чипе. В то же время, отъюстировав прибор по одному из источников, можно детектировать любые отклонения в известном аналите по отличию его фотоколориметрической регистрации на чипе в нестандартном состоянии с юстировкой по балансу белого в «интактном» случае или же в некоем принятом за норму состоянии.

Последнее говорит, в частности, о том, что, взяв в качестве аналита с калибровкой по «балансу белого» молоко, можно детектировать нестандартные случаи рациона коров по исследованию их молока в лабораториях на чипе. Это целесообразно, например, в случае наличия в молоке каротина, придающего ему легкий желтоватый оттенок, либо попадания в рацион коровы представителей молочайных (эуфорбиевых) *Euphorbiaceae* и лютиковых *Ranunculaceae*, а также повышающих молочную продуктивность представителей отдела хвощевидных (*Equisetophyta*), придающих молоку красный оттенок. С нефелометрических позиций, молоко у ряда видов млекопитающих может варьироваться «по цвету» также в за-

висимости от локализации секреторных клеток, от которой зависит степень жирности и эмульгированности потенциального аналита: прозрачно-голубоватое маложирное и густое кремopodobное с повышенной жирностью секреторируются разными группами клеток, как следствие чего локализацию источника молока данной дозы можно также регистрировать оптически с помощью лабораторий на чипе с юстировкой по различному балансу белого.

Имея два опорных источника с разными длинами волн и N источников с различными цветовыми температурами, приводимыми к различным «балансам белого», рационально и целесообразно использовать показатели цвета в их астроспектрофотометрической форме – как разность блеска (сводимого к светимости при константном расстоянии до источника) в двух спектральных диапазонах. Возможно также перейти к фотографическим величинам их соответствующем астроспектрофотометрическом понимании: на разных длинах волн, в зависимости от системы измерений. Это даст возможность расширить репрезентативный уровень измерений за счет многоканальной, мультиселективной статистики съёма данных.

Например, если использовать систему Джонсона-Моргана (т.н. UVV) [91], то чувствительность максимальна на длинах волн 350, 430 и 550 нм, но её можно расширить и до пяти цветов (длин волн экстремумов) [92], не считая полос в инфракрасной части спектра (0,7-10,2 мкм – R, I, J, H, K, L, M, N). Естественно, для молока как аналита данное усложнение не является необходимым, но применимость астроспектрофотометрических подходов как таковых для исследования молока, молочных продуктов и аналитов обуславливается чрезвычайным по соотношению «цена-качество» удобством анализа и эвристической ценностью измерений в лабораториях на чипе на приборах с зарядовой связью или КМОП-матрицах с помощью астроспектрофотометрического программного обеспечения, работающего в online-режиме и поддерживающего хорошо обрабатываемый FITS-формат файлов. Это, по крайней мере, позволяет не использовать широчайший набор лазерных калибровочных источников с той или иной длиной волны в рамках систем типа Джонсона-Моргана, не приобретать точные спектральные приборы, работая с матрицей лаборатории на чипе как астроном с матрицей камеры телескопа, вычлняя впоследствии из зарегистрированных данных точки интереса в различных сравнительно-узких спектральных областях.

При этом артефакты прямой тепловой засветки со стороны источника, по рефлексу которого берется «баланс белого», могут быть нивелированы путем использования схемы фильтрации эффекта т.н. «межзвездного покраснения», опционально включенной в целый ряд профессиональных программных астрофизических продуктов, поддерживающих FITS и спектральное разложение по матрице. Общеизвестно, что в системе Джонсона-Моргана фотографические величины выбираются так, что для источников определенного (точнее: A0 V, хотя это не имеет никакого отношения к анализу молока) спектрального класса без учета эффекта межзвездного покраснения все три величины ($V=555$ нм, $B=445$ нм, $U=350$ нм) равны друг другу. Таким образом, для сличения необходимо нивелировать эффекты, обусловленные сдвигом колориметрической характеристики при рассеянии излучения на межзвездной пыли, обратно пропорциональном длине волны, и, как следствие, большем в длинноволновой красной и инфракрасной области. В случае лабораторий на чипе, «роль» такой длинноволновой засветки выполняет инфракрасное тепловое излучение, так как для анализа жидкостей в лабораториях на чипе использование матриц, охлаждаемых жидким азотом, недопустимо, а значит – тепловая паразитная засветка неустранима (если не брать во внимание элементы Пельтье и специализированные матрицы с цифровым устранением тепловых шумов, которые слишком дороги для одноразового использования в аналитике). Так как красные источники имеют положительные показатели цвета (как разности между фотографической и визуальной величинами), отклонение в эту сторону может быть всегда качественно регистрируемо.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ

Нами несколько лет назад по договорному проекту были созданы калибровочный стенд для контроля отклика матриц «лабораторий на чипе» на оптические опорные сигналы различной цветовой температуры и установка для измерений молочных аналитов на базе двух телеметрических лабораторий на чипе [93, 94], выводящих (через посредство радиоча-

стотных ресиверов, сплиттера RCA и платы преобразования) сигнал на ЭВМ. В одной из первичных версий установки был использован также электронно-лучевой нуль-индикатор, однако в поздних версиях его заменил соответствующий GUI, созданный на LabView, отображавший вводившийся через интерфейс ввода National Instruments, а затем – ELVIS сигнал. К сожалению, ввиду договорного характера работ мы не можем вполне подробно, как следовало бы, описать конструкцию установок, однако отметим, что режим компаративного анализа, эмулирующего работу двухлучевых спектральных приборов, был реализован посредством использования двух чувствительных матриц, на которые мог подаваться опорный и контрольно-калибровочный оптический сигнал с источников света с известной колориметрической температурой.

Результирующая регистрация и данные калибровки вводились в управляющий установкой компьютер с астрофизическим программным обеспечением, предназначенным для работы с матрицами камер телескопов в режиме реального времени, расширенной цифровой обработки данных, поддержки FITS формата и зональных фотометрических измерений. В окне «Photometry Script Parameters», в частности, задавались: модель матрицы (соответствующая ей кривая чувствительности), наличие/отсутствие оптического фильтра, отношение сигнал-шум и порог редуцирования шума, коэффициент передачи (коэффициент преобразования), формат вывода данных (рисунок 2).

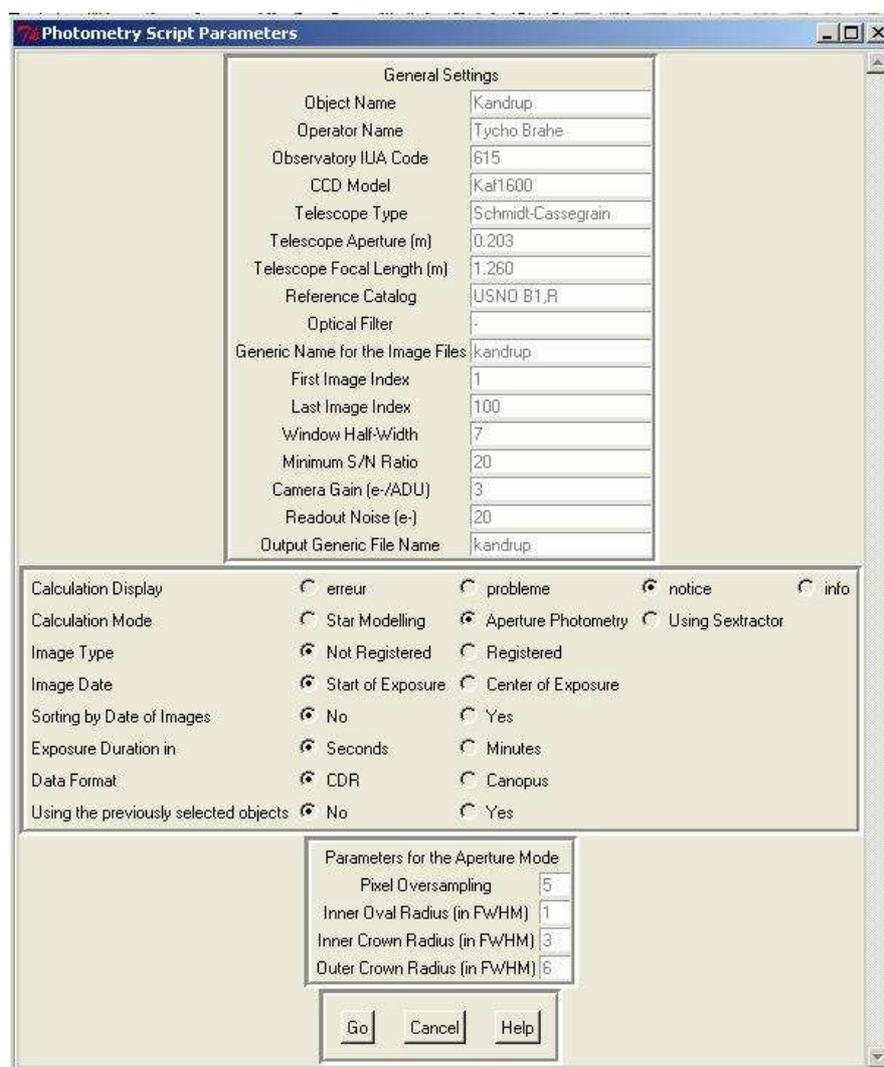


Рисунок 2 – Окно «Photometry Script Parameters»

Для обработки нами, в частности, использовалась специальная программа IZMCCD, разработанная в 2000-х гг. сотрудниками Пулковской обсерватории [95], а также ряд зарубежных программ звездной астрофотометрии и астрофотографии. Наличие модулей обнару-

жения объектов позволяло при наличии контрастирования выявлять сгустки, агрегаты коллоиднообразующих единиц и центры створаживания, в зависимости от пространственного разрешения преобразователя.

Наиболее элементарной «метрологической технологией» молочного анализа на чипе является, по-видимому, дифференциальная фотометрия, где вполне очевидны градиенты / контрасты между уровнями оптической плотности анализата. Результат этого измерения дан на рисунке 3. Однако возможна также и спектрофотометрия (при использовании призмы для разложения света, расположенной перед матрицей), границы которой определяются зоной чувствительности матрицы, как правило, не выходящей за пределы видимого диапазона (и ближнего UV и NIR диапазонов). Её пример с результатом такого «обрезания диапазона» дан на рисунке 4.

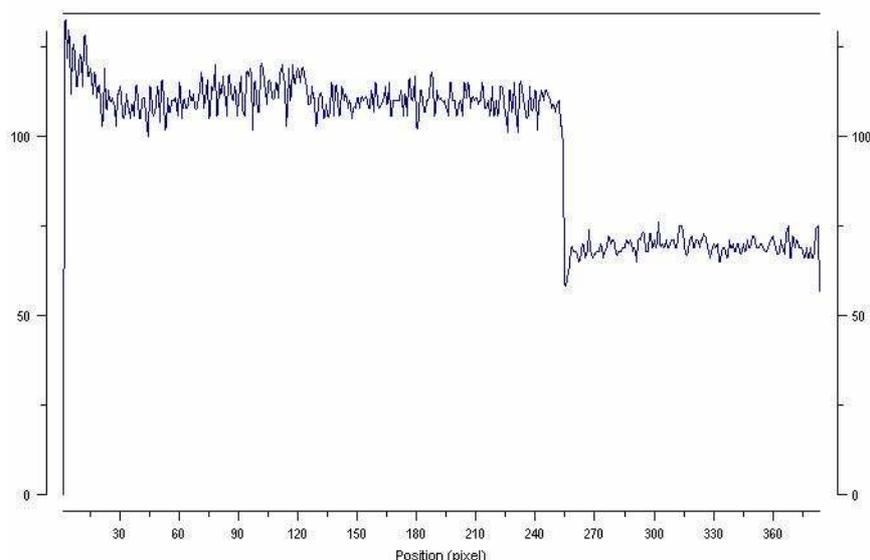


Рисунок 3 – Анализ в модуле «Differential Photometry» с демонстрацией градиента уровней

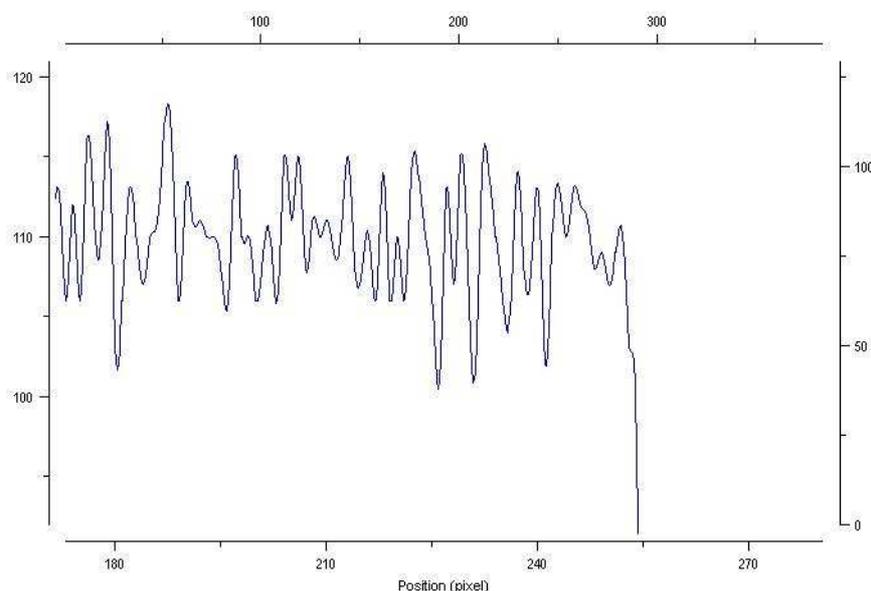


Рисунок 4 – Анализ в программном модуле «Spectrophotometry» с обрезанной зоной, не входящей в чувствительность фотоприемника

Вместе с тем, так как анализ, являющийся предметом данной работы, гетерогенен, рациональным было бы не только получать спектр, но также и выявлять сгустки, агрегаты коллоиднообразующих единиц и центры створаживания. Можно привести пример создания гранулометрического, коагулометрического и турбидиметрического/нефелометрического средства с использованием астроспектрофотометрического программного обеспечения. В иллюстративном случае допустим, что существует некоторый молочный продукт, степень гетеро-

генности которого увеличивается по мере биологического окисления. Дискретное (в силу разрешающей способности пискелей или сенселей КМОП-матрицы) распределение частиц гетерогенизирующегося анализата во времени может быть сведено (по аппроксимации) к возникновению элементов структурной упорядоченности, которые будут формироваться в виде хорошо интерпретируемых пиков распределений. При определении выраженных морфологических агрегатов и частиц – пики острые, явно выраженные. При попадании по линии среза сканирующей развертки в сравнительно монодисперсной молочной эмульсии (дисперсной системе с подобными размерами частиц) на сканируемых строках возникают последовательности, не аппроксимируемые и не упорядочивающиеся. При этом, в случае малого количества частиц накопленная статистика будет недостаточно репрезентативной и аппроксимация будет происходить по заведомо недостаточному количеству агрегатов и частиц в выборке. На рисунке 5 приведен пример последовательного нахождения максимума при построчном ПЗС – сканировании для калибровочных частиц одного типоразмера. При этом, вполне очевидно, что возникает унимодальное симметричное распределение.

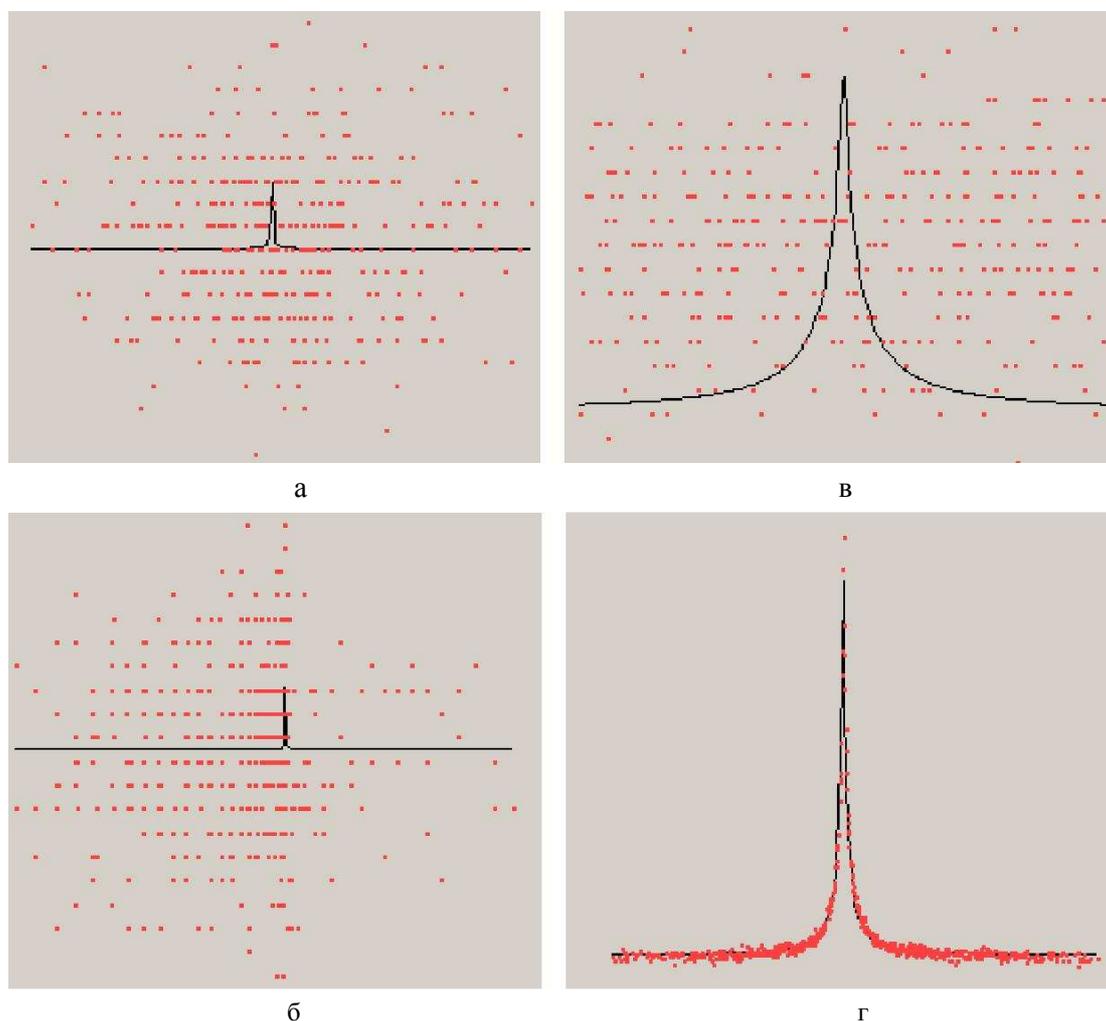


Рисунок 5 – Формирование унимодального симметричного распределения на разных стадиях набора статистики при построчном сканировании. Артефакт «дискретности» по уровням обусловлен пиксельной и строчной структурой записи данных с чувствительной матрицы

Необходимо отметить, что при наличии гетерогенности в распределении возможны различные варианты характеристических девиаций, связанных не с артефактами выборки, а со структурой анализата, которая регистрируется таким путем. Подробное описание форм таких девиаций, показанных на рисунке 6, здесь не приводится, так как каждый может лично убедиться в этом, сопоставив их общеизвестным графиками математической статистики.

В то же время, нужно упомянуть два предельных артефакта – результаты «минимализма» выборки и неполноты захвата поля контроля.

Предельными случаями являются абсолютно острый сигнал и его отсутствие. Если острый сигнал присутствует, но зашумлен красными точками, распределенными как в нормальном случае, значит определение ложно (рисунок 7 а). Если же половина фрейма данных не определяется, то сигнала нет (рисунок 7 б).

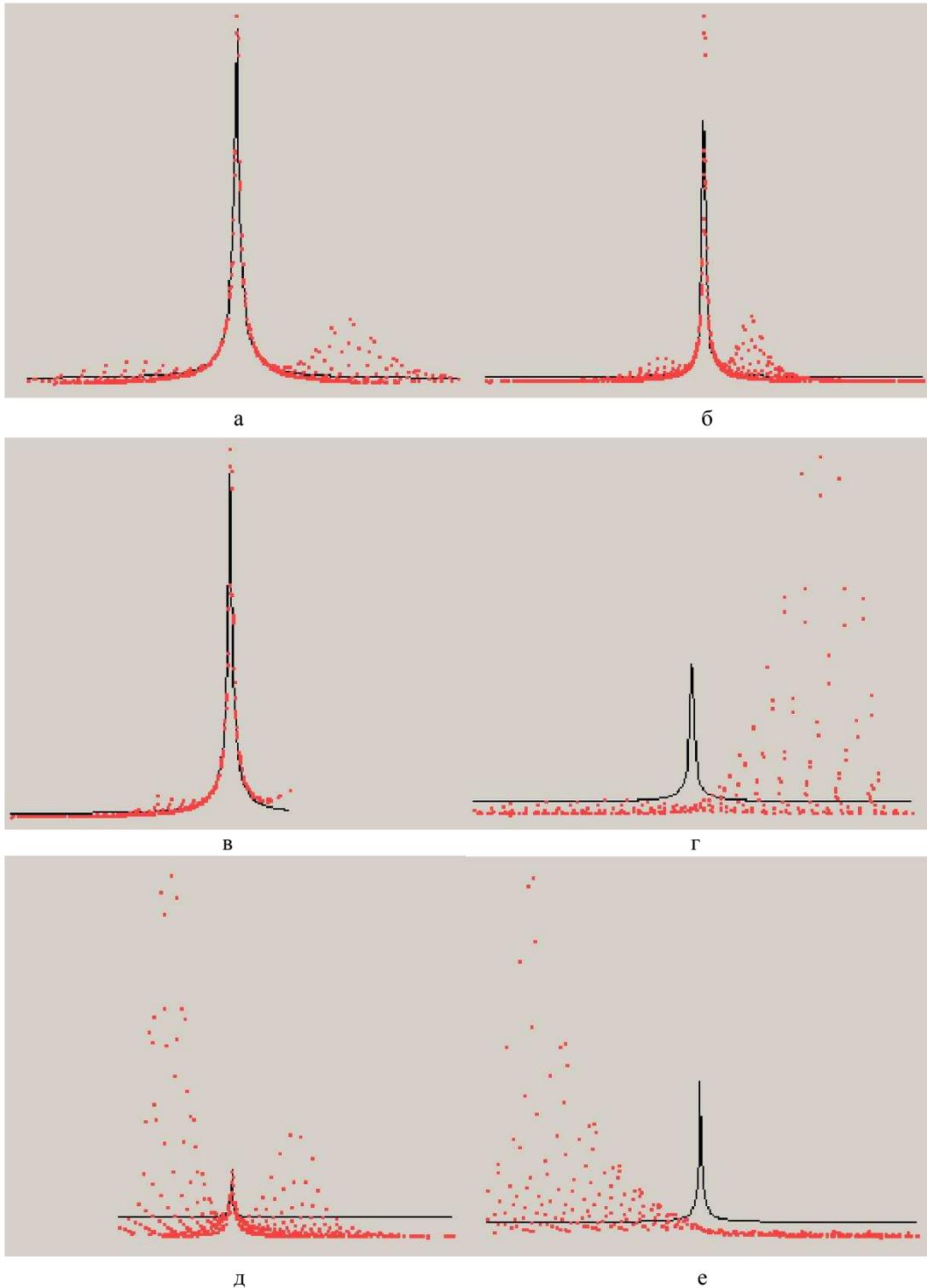


Рисунок 6 – Большие контрастные гранулы в анализе не покрываются полностью точкой идентификации: возникают асимметричные графики и графики с бимодальными или более сложными распределениями с аномальной крутизной и выраженным эксцессом

Цифровая обработка сигнала в зависимости от размера глобул створожившегося или эмульгированного молока в темнопольном или интерференционном контрасте может быть, с оговорками (учитывая возникновение артефакта – различия вычислимых размеров изодиаметрических, монодисперсных частиц вследствие различной освещенности и, как следствие, неэквивалентности результатов бинаризации по различным линиям – изофотам) воспроизведена указанным путем. При этом возможна расширенная обработка сигнала по модельным математическим критериям.

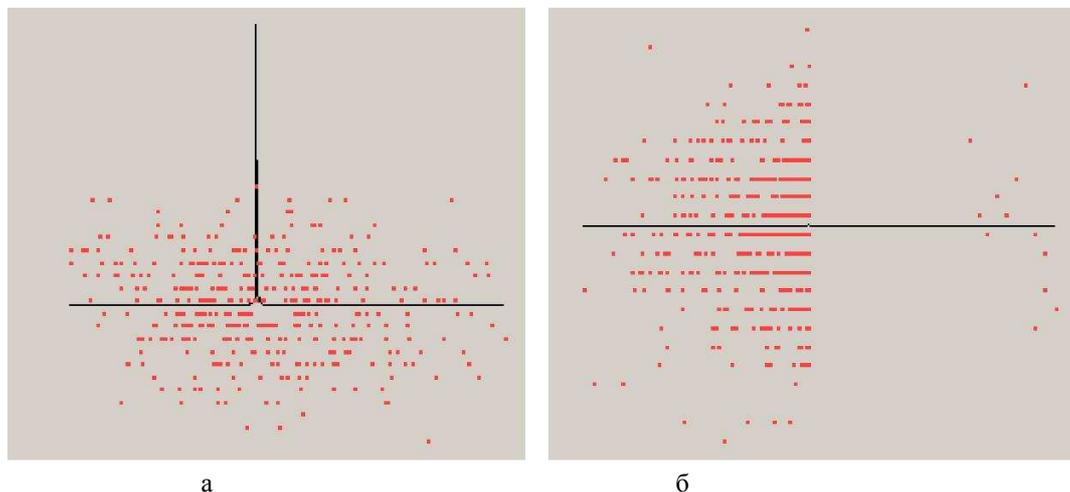


Рисунок 7 – Предельными случаями являются абсолютно острый сигнал и его отсутствие. Если острый сигнал присутствует, но зашумлен красными точками, значит определение ложно (а). Если половина фрейма данных не определяется, то полезного сигнала нет (б)

Можно также расширить перспективы эвристической/математической обработки за счет кортежной хемометрической систематизации. Общеизвестно, что формула цветового различия – цветовое расстояние в прикладной колориметрии может быть выражено в евклидовом пространстве с помощью простейшей цветовой модели – цветового пространства. В рамках некоторой цветовой модели любые колориметрические характеристики могут быть выражены в виде кортежей чисел, также называемых компонентами или цветовыми координатами. Кортежи представляют собой упорядоченные конечные наборы заданной длины, элементы которых могут повторяться, в отличие от упорядоченного множества, произвольное число раз, и могут быть заданы в индуктивной форме (индукционными переходами от базиса).

В связи с этим, аналогично тому, как это осуществляется с кортежными представлениями гарвардских спектральных классов в астроспектроскопии, можно кортежным путем классифицировать колориметрии молочных анализов [96]. Также, как и при сопоставлении единому гарвардскому классу источников разных классов светимости, обладающих одинаковой температурой, работа с кортежными представлениями молочных анализов на юстируемых по колориметрической температуре установках, будет приводить к упорядоченности анализов по режиму анализа в цифровых базах данных. Использование (или создание аналога) Йеркской спектральной классификации с учетом светимости в случае молочного анализа в лабораториях на чипе нецелесообразно в связи с приуроченностью сохраняемых фреймов данных к конкретным источникам, встроенным в патроны лабораторного стенда [97]; методы же «спектрального параллакса» при малом расстоянии от источника неприменимы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработаны специализированные лаборатории на чипе для молочно-химического анализа, выполняющие функции колориметрии, нефелометрии или турбидиметрии, коагулометрии, пиоскопического определения коацервирующих жировых включений и т.д. Данные планарные микроаналитические устройства выполняют функции расширенной обработки анализа за счет использования астроспектроскопического софта и продвинутых спектрально-математических моделей, лежащих в основе интерпретации их выходных данных. Калибровка и юстировка данной аппаратуры на специализированном стенде произ-

водится в соответствии с объективной колориметрической шкалой на основе принципов фиксации баланса белого и с использованием эталонно-отъюстированного или заданно-параметризованного источника с известной (измеренной или физически заданной при проектировании установки) цветовой температурой или спектрально-эмиссионными / люминесцентными линиями.

Исходя из результатов внедрения аналогичных технологий в почвенной микробиологии [98, 99], можно сделать вывод о пользе подобных устройств и для контроля молочной микробиоты по колониеобразующим единицам и для санитарно-гигиенического контроля продукции. Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам Отдела Метрологии и Средств Измерений (ОМСИ) ГЕОХИ РАН за доступ к списываемой технике, с использованием которой были произведены первые работы в этом направлении (2010-2011).

НЕОБХОДИМОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

В случае астроспектрофотометрии и соответствующей колориметрии используются несколько понятий температуры: эффективная температура излучающего тела, яркостная температура (температура абсолютно черного тела, интенсивность излучения которого на данной длине волны равна наблюдаемой на данной диаграмме направленности), цветовая или спектрофотометрическая, которая положена в основу юстировки оборудования в этой статье. Их не следует путать, так как спектрофотометрическая температура различна для различных участков спектра и зависит от населенности электронных уровней, то есть – от распределения атомов по состояниям возбуждения, а температура возбуждения различных атомов и энергетических уровней в эквивалентных условиях или в единой среде различна.

В отличие от состояния термодинамического равновесия, где любые определения данного термина экифинальны в плане теоретических выводов, в реальных условиях температура должна быть сопоставлена релевантной и «эвристически-ценной» шкале, так как требуется получение новых корректных результатов на создаваемой по описываемому в настоящей работе принципу DIY-установке. В последнем случае очевидно, что ионная, электронная, ионизационная и т.п. температуры не могут быть приложены к разработке цифровой калибровочной шкалы для спектрохимической лактохимии в том виде, в каком она даётся в монографии одного из авторов настоящей статьи (доступной в Национальной библиотеке Германии – Deutsche National Bibliothek – в электронном виде: ISBN-13 – 978-3-659-10894-5, ISBN-10 3-659-10894-4; URL: <http://d-nb.info/104825805X/about/html>; EAN – 9783659108945; Persistent Identifier: URN:NBN:DE:101:1-2014030717651).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. New device lab-on-a-chip sensor to detect milk contamination (15.05.2004) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.news-medical.net/news/2004/05/15/1564.aspx>; <http://blog.lib.umn.edu/ratli008/3266/024846.html>; Labs-On-A-Chip To Detect Milk Contamination (17.05.2004) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sciencedaily.com/releases/2004/05/040517072519.htm>
2. Yoon, J.-Y. Lab-on-a-Chip Pathogen Sensors for Food Safety / J.-Y. Yoon, B. Kim // *Sensors*. – 2012. – Vol. 12, No 8. – P. 10713-10741.
3. Han, Q. Multidimensional analysis of the frequencies and rates of cytokine secretion from single cells by quantitative microengraving / Q. Han, E.M. Bradshaw, B. Nilsson, D.A. Hafler, J.C. Love // *Lab on a Chip*. – 2010. – Vol. 10, No 11. – P. 1391-1400.
4. Grenvall, C. Harmonic microchip acoustophoresis: a route to online raw milk sample precondition in protein and lipid content quality control / C. Grenvall, P. Augustsson, J.R. Folkenberg, T. Laurell // *Anal. Chem.* – 2009. - Vol. 81, No 15. – P. 6195-6200.
5. Grenvall, C. Label-free somatic cell cytometry in raw milk using acoustophoresis / C. Grenvall, J.R. Folkenberg, P. Augustsson, T. Laurell // *Cytometry A*. – 2012. - Vol. 81, No 12. – P. 1076-1083.
6. Anema, S.G. The use of «lab-on-a-chip» microfluidic SDS electrophoresis technology for the separation and quantification of milk proteins / S.G. Anema // *International Dairy Journal*. – 2009. – Vol. 19, No 4. – P. 198-204.
7. Okada, H. Highly sensitive double-fluorescent dye staining on microchip electrophoresis for analysis of milk proteins / H. Okada, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba // *Electrophoresis*. – 2008. – Vol. 29, No 12. – P. 2533-2538.
8. Barile, D. Neutral and acidic oligosaccharides in Holstein-Friesian colostrum during the first 3 days of lactation measured by high performance liquid chromatography on a microfluidic chip and time-of-flight mass spectrometry / D. Barile, M. Marotta, C. Chu, R. Mehra, R. Grimm, C.B. Lebrilla, J.B. German // *Journ. Dairy Sci.* – 2010. – Vol. 93,

No 9. – P. 3940-3949.

9. Dallas, D.C. N-linked glycan profiling of mature human milk by high-performance microfluidic chip liquid chromatography time-of-flight tandem mass spectrometry / D.C. Dallas, W.F. Martin, J.S. Strum, A.M. Zivkovic, J.T. Smilowitz, M.A. Underwood, M. Affolter, C.B. Lebrilla, J.B. German // *Journ. Agric. Food Chem.* – 2011. – Vol. 59, No 8. – P. 4255-4263.

10. Niñonuevo, M.R. Daily variations in oligosaccharides of human milk determined by microfluidic chips and mass spectrometry / M.R. Niñonuevo, P.D. Perkins, J. Francis, L.M. Lamotte, R.G. LoCascio, S.L. Freeman, D.A. Mills, J.B. German, R. Grimm, C.B. Lebrilla // *Journ. Agr. Food Chem.* – 2008. – Vol. 56, No 2. – P. 618-626.

11. Vollmer, M. Multi-dimensional HPLC/MS of the nucleolar proteome using HPLC-chip/MS / M. Vollmer, P. Hörth, G. Rozing, Y. Couté, R. Grimm, D. Hochstrasser, J.C. Sanchez // *Journ. Sep. Sci.* – 2006. – Vol. 29, No 4. – P. 499-509.

12. Vollmer, M. HPLC-Chip/MS technology in proteomic profiling / M. Vollmer, T. van de Goor // *Meth. Mol. Biol.* – 2009. – Vol. 544. – P. 3-15.

13. Ramadan, Q. NutriChip: nutrition analysis meets microfluidics / Q. Ramadan, H. Jafarpourchekab, C. Huang, P. Silacci, S. Carrara, G. Koklü, J. Ghaye, J. Ramsden, C. Ruffert, G. Vergeres, M.A. Gijs // *Lab. Chip.* – 2013. – Vol. 13, No 2. – P. 196-203.

14. Kimura, S. On-chip diagnosis of subclinical mastitis in cows by electrochemical measurement of neutrophil activity in milk / S. Kimura, J. Fukuda, A. Tajima, H. Suzuki // *Lab Chip.* – 2012. – Vol. 12, No 7. – P. 1309-1315.

15. Garcia-Cordero, J.L. Microfluidic sedimentation cytometer for milk quality and bovine mastitis monitoring / J.L. Garcia-Cordero, L.M. Barrett, R. O'Kennedy, A.J. Ricco // *Biomed. Microdevices.* – 2010. – Vol. 12, No 6. – P. 1051-1059.

16. Madou, M. Lab on a CD / M. Madou, J. Zoval, G. Jia, H. Kido, J. Kim, N. Kim // *Annual Review of Biomedical Engineering.* – 2006. – Vol. 8. – P. 601-628.

17. Zhang, J. A lab-on-CD prototype for high-speed blood separation / J. Zhang, Q. Guo, M. Liu, J. Yang // *Journal of Micromechanics and Microengineering.* – 2008. – Vol. 18, No. 12, 6 p.

18. Thio, T.H. Push pull microfluidics on a multi-level 3D CD / T.H. Thio, F. Ibrahim, W. Al-Faqheri, J. Moebius, N.S. Khalid, N. Soin, M.K. Kahar, M. Madou // *Lab Chip.* – 2013. – Vol. 13, No 16. – P. 3199-3209.

19. Yang, M. Lab-On-a-Chip for carbon nanotubes based immunoassay detection of Staphylococcal Enterotoxin B (SEB) / M. Yang, S. Sun, Y. Kostov, A. Rasooly // *Lab Chip.* – 2010. – Vol. 10, No 8. – P. 1011-1017.

20. Dong, Y. Immunosensing of Staphylococcus enterotoxin B (SEB) in milk with PDMS microfluidic systems using reinforced supported bilayer membranes (r-SBMs) / Y. Dong, K.S. Phillips, Q. Cheng // *Lab Chip.* – 2006. – Vol. 6, No 5. – P. 675-681.

21. Poitevin, M. Evaluation of microchip material and surface treatment options for IEF of allergenic milk proteins on microchips / M. Poitevin, Y. Shakalisava, S. Miserere, G. Peltre, Viovy J.L., Descroix S. // *Electrophoresis.* – 2009. – Vol. 30, No 24. – P. 4256-4263.

22. Lin, J. Determination of Charge Heterogeneity and Level of Unconjugated Antibody by Imaged cIEF / J. Lin, A.C. Lazar // *Met. Mol. Biol.* – 2013. – Vol. 1045. – P. 295-302.

23. Yamaguchi, N. Simple detection of small amounts of Pseudomonas cells in milk by using a microfluidic device / N. Yamaguchi, H. Ohba, M. Nasu // *Lett. Appl. Microbiol.* – 2006. – Vol. 43, No 6. – P. 631-636.

24. Neethirajan, S. Microfluidics for food, agriculture and biosystems industries / S. Neethirajan, I. Kobayashi, M. Nakajima, D. Wu, S. Nandagopal, F. Lin // *Lab Chip.* – 2011. – Vol. 11, No 9. – P. 1574-1586.

25. Suarez, G. Lab-on-a-chip for multiplexed biosensing of residual antibiotics in milk / G. Suarez, Y.H. Jin, J. Auerswald, S. Berchtold, H.F. Knapp, J.M. Diserens, Y. Leterrier, J.A. Manson, G. Voirin // *Lab Chip.* – 2009. – Vol. 9, No 11. – P. 1625-1630.

26. Wang, L. Rapid and sensitive determination of sulfonamide residues in milk and chicken muscle by microfluidic chip electrophoresis / L. Wang, J. Wu, Q. Wang, C. He, L. Zhou, J. Wang, Q. Pu // *Journ. Agric. Food Chem.* – 2012. – Vol. 60, No 7. – P. 1613-1618.

27. Fernandez, F. A label-free and portable multichannel surface plasmon resonance immunosensor for on site analysis of antibiotics in milk samples / F. Fernandez, K. Hegnerova, M. Piliarik, F. Sanchez-Baeza, J. Homola, M.P. Marco // *Biosens. Bioelectron.* – 2010. – Vol. 26, No 4. – P. 1231-1238.

28. Sternesjö, A. Determination of sulfamethazine residues in milk by a surface plasmon resonance-based biosensor assay / A. Sternesjö, C. Mellgren, L. Björck // *Anal. Biochem.* – 1995. – Vol. 226, No 1. – P. 175-181.

29. Mitoma, M. Inhibitory effect of bovine milk lactoferrin on the interaction between a streptococcal surface protein antigen and human salivary agglutinin / M. Mitoma, T. Oho, Y. Shimazaki, T. Koga // *Journ. Biol. Chem.* – 2001. – Vol. 276, No 21. – P. 18060-18065.

30. Homola, J. Spectral surface plasmon resonance biosensor for detection of staphylococcal enterotoxin B in milk / J. Homola, J. Dostálek, S. Chen, A. Rasooly, S. Jiang, S.S. Yee // *Int. Journ. Food Microbiol.* – 2002. – Vol. 75, No 1-2. – P. 61-69.

31. Gustavsson, E. Determination of beta-lactams in milk using a surface plasmon resonance-based biosensor / E. Gustavsson, J. Degelaen, P. Bjurling, A. Sternesjö // *Journ. Agr. Food Chem.* – 2004. – Vol. 52, No 10. – P. 2791-2796.

32. Mazumdar, S.D. Rapid method for detection of Salmonella in milk by surface plasmon resonance (SPR) / S.D. Mazumdar, M. Hartmann, P. Kämpfer, M. Keusgen // *Biosens. Bioelectron.* – 2007. – Vol. 22, No 9-10. – P. 2040-2046.

33. Wang, Y. Long range surface plasmon-enhanced fluorescence spectroscopy for the detection of aflatoxin M1 in milk / Y. Wang, J. Dostálek, W. Knoll // *Biosens. Bioelectron.* – 2009. – Vol. 24, No 7. – P. 2264-2267.

34. Rebe Raz, S. Label-free and multiplex detection of antibiotic residues in milk using imaging surface plas-

- mon resonance-based immunosensor / S. Rebe Raz, M.G. Bremer, W. Haasnoot, W. Norde // *Anal. Chem.* – 2009. – Vol. 81, No 18. – pp. 7743-7749.
35. Keegan, J. Benzimidazole carbamate residues in milk: Detection by Surface Plasmon Resonance-biosensor, using a modified QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) method for extraction / J. Keegan, M. Whelan, M. Danaher, S. Crooks, R. Sayers, A. Anastasio, C. Elliott, D. Brandon, A. Furey, R. O'Kennedy // *Anal. Chim. Acta.* – 2009. – Vol. 654, No 2. – P. 111-119.
36. Crosson, C. Quantification of immunoglobulin g in bovine and caprine milk using a surface plasmon resonance-based immunosensor / C. Crosson, D. Thomas, C. Rossi // *Journ. Agr. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58, No 6. – P. 3259-3264.
37. Fernández, F. Portable surface plasmon resonance immunosensor for the detection of fluoroquinolone antibiotic residues in milk / F. Fernández, D.G. Pinacho, F. Sánchez-Baeza, M.P. Marco // *Journ. Agr. Food Chem.* – 2011. – Vol. 59, No 9. – P. 5036-5043.
38. Vyas, P. Determination of vitamin B₁₂ in fortified bovine milk-based infant formula powder, fortified soya-based infant formula powder, vitamin premix, and dietary supplements by surface plasmon resonance: collaborative study / P. Vyas, A.A. O'Kane // *Journ. AOAC Int.* – 2011. – Vol. 94, No 4. – P. 1217-1226.
39. Scarano, S. Surface Plasmon Resonance imaging-based sensing for anti-bovine immunoglobulins detection in human milk and serum / S. Scarano, C. Scuffi, M. Mascini, M. Minunni // *Anal. Chim. Acta.* – 2011. – Vol. 707, No 1-2. – P. 178-183.
40. Ashley, J. An aptamer based surface plasmon resonance biosensor for the detection of bovine catalase in milk / J. Ashley, S.F. Li // *Biosens. Bioelectron.* – 2013. – Vol. 48. – P. 126-131.
41. Babol, L.N. Using Surface Plasmon Resonance Technology to Screen Interactions Between Exopolysaccharides and Milk Proteins / L.N. Babol, B. Svensson, R. Ipsen // *Food Biophysics.* – 2011. – Vol. 6, No 4. – P. 468-473.
42. Bayer, A.S. Functional role of mucoid exopolysaccharide (alginate) in antibiotic-induced and polymorphonuclear leukocyte-mediated killing of *Pseudomonas aeruginosa* / A.S. Bayer, D.P. Speert, S. Park, J. Tu, M. Witt, C.C. Nast, D.C. Norman // *Infect. Immun.* – 1991. – Vol. 59, No 1. – P. 302-308.
43. Arciola, C.R. Antibiotic resistance in exopolysaccharide-forming *Staphylococcus epidermidis* clinical isolates from orthopaedic implant infections / C.R. Arciola, D. Campoccia, S. Gamberini, M.E. Donati, V. Pirini, L. Visai, P. Speziale, L. Montanaro // *Biomaterials.* – 2005. – Vol. 26, No 33. – P. 6530-6535.
44. Baruah, G.L. Optimized recovery of monoclonal antibodies from transgenic goat milk by microfiltration / G.L. Baruah, G. Belfort // *Biotech. Bioeng.* – 200. – Vol. 87, No 3. – P. 274-285.
45. Baruah, G.L. A predictive aggregate transport model for microfiltration of combined macromolecular solutions and poly-disperse suspensions: testing model with transgenic goat milk / G.L. Baruah, D. Couto, G. Belfort // *Biotech. Prog.* – 2003. – Vol. 19, No 5. – P. 1533-1540.
46. Zhai, C. Pretreatment-free fast ultraviolet detection of melamine in milk products with a disposable microfluidic device / C. Zhai, W. Qiang, J. Sheng, J. Lei, H. Ju // *Journ. Chromatog. A.* – 2010. – Vol. 1217, No 5. – P. 785-789.
47. Suarez, W.T. A compact miniaturized continuous flow system for the determination of urea content in milk / W.T. Suarez, O.D. Pessoa-Neto, V.B. Dos Santos, A.R. de Araujo Nogueira, R.C. Faria, O. Fatibello-Filho, M. Puyol, J. Alonso // *Anal. Bioanal. Chem.* – 2010. – Vol. 398, No 3. – P. 1525-1533.
48. Ozhikandathil, J. Microphotonics and Nanoislands Integrated Lab-on-Chips (LOCs) for the Detection of Growth Hormones in Milk / J. Ozhikandathil. – 2012. – PhD thesis, Concordia University. – ID Code: 974837, <http://spectrum.library.concordia.ca/974837/>
49. Mulvaney, S.P. Rapid, femtomolar bioassays in complex matrices combining microfluidics and magnetoelectronics / S.P. Mulvaney, C.L. Cole, M.D. Kniller, M. Malito, C.R. Tamanaha, J.C. Rife, M.W. Stanton, L.J. Whitman // *Biosens. Bioelectron.* – 2007. – Vol. 23, No 2. – P. 191-200.
50. Boybay, M.S. Microwave sensing and heating of individual droplets in microfluidic devices / M.S. Boybay, A. Jiao, T. Glawdel, C.L. Ren // *Lab Chip.* – 2013. – Vol. 13, No 19. – P. 3840-3846.
51. Rinsler, M.G. Spectroscopy, colorimetry, and biological chemistry in the nineteenth century / M.G. Rinsler // *Journ. Clin. Pathol.* – 1981. – Vol. 34. – P. 287-291.
52. Orna, M.V. *The Chemical History of Color* / M.V. Orna. – Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer, 2013. – 125 p.
53. Hammett, F.S. Note on the Use of the Duboscq Type of Colorimeter for the Demonstration of Differences in Surface Tension / F.S. Hammett // *Science, New Series.* – 1921. – Vol. 54, No 1391. – P. 172-173.
54. Karrer, J.L. Titration Curves of Certain Liquid Culture Media / J.L. Karrer, R.W. Webb // *Annals of the Missouri Botanical Garden.* – 1920. – Vol. 7, No 4. – P. 299-305.
55. Marshall, J.T.W. A New Form of Nephelometer / J.T.W. Marshall, H.W. Banks // *Proceedings of the American Philosophical Society.* – 1915. – Vol. 54, No 217. – P. 176-184.
56. Sullivan, M.X. Biochemical Studies of the Saliva in Pellagra / M.X. Sullivan, K.K. Jones // *Public Health Reports.* – 1919. – Vol. 34, No 20. – P. 1068-1080.
57. Armstrong, G.M. Studies in the Physiology of the Fungi XIV. Sulphur Nutrition: The Use of Thiosulphate as Influenced by Hydrogen-Ion Concentration / G.M. Armstrong // *Annals of the Missouri Botanical Garden.* – 1921. – Vol. 8, No 3. – P. 237-281.
58. Webb, R.W. Studies in the Physiology of the Fungi. XV. Germination of the Spores of Certain Fungi in Relation to Hydrogen-Ion Concentration / R.W. Webb // *Annals of the Missouri Botanical Garden.* – 1921. – Vol. 8, No 3. – P. 283-341.
59. Rosenfeld, L. *Clinical Chemistry Since 1800: Growth and Development* / L. Rosenfeld // *Clinical Chemistry.* – 2002. – Vol. 48, No 1. – P. 186-197.
60. Grumann, M. Sensitivity enhancement for colorimetric glucose assays on whole blood by on-chip beam-

- guidance / M. Grumann, J. Steigert, L. Riegger, I. Moser, B. Enderle, K. Riebeseel, G. Urban, R. Zengerle, J. Ducrée // *Biomed. Microdev.* – 2006. – Vol. 8, No 3. – P. 209-214.
61. da Rocha, Z.M. Compact and autonomous multiwavelength microanalyzer for in-line and in situ colorimetric determinations / Z.M. da Rocha, C.S. Martinez-Cisneros, A.C. Seabra, F. Valdés, M.R. Gongora-Rubio, J. Alonso-Chamarro // *Lab Chip.* – 2012. – Vol. 12, No 1. – P. 109-117.
62. Florea, L. Dynamic pH mapping in microfluidic devices by integrating adaptive coatings based on polyaniline with colorimetric imaging techniques / Z.M. da Rocha, C.S. Martinez-Cisneros, A.C. Seabra, F. Valdés, M.R. Gongora-Rubio, J. Alonso-Chamarro // *Lab Chip.* – 2013. – Vol. 13, No 6. – P. 1079-1085.
63. Shen, L. Point-of-care colorimetric detection with a smartphone / L. Shen, J.A. Hagen, I. Papautsky // *Lab Chip.* – 2012. – Vol. 12, No 21. – P. 4240-4243.
64. Onescu, V. Smartphone based health accessory for colorimetric detection of biomarkers in sweat and saliva / V. Onescu, D. O'Dell, D. Erickson // *Lab Chip.* – 2013. – Vol. 13, No 16. – P. 3232-3238.
65. Davis, R. Filters for the reproduction of sunlight and daylight and the determination of color temperature / R. Davis, K.S. Gibbson // *Miscellaneous publications (US Bureau of Standards).* – 1931. – No. 114. – 165 p.
66. Lee, W. High-sensitivity microfluidic calorimeters for biological and chemical applications / W. Lee, W. Fon, B.W. Axelrod, M.L. Roukes // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* – 2009. – Vol. 106, No 36. – P. 15225-15230.
67. Robinson, T. Removal of background signals from fluorescence thermometry measurements in PDMS microchannels using fluorescence lifetime imaging / T. Robinson, Y. Schaerli, R. Wootton, F. Hollfelder, C. Dunsby, G. Baldwin, M. Neil, P. French, A. deMello // *Lab Chip.* – 2009. – Vol. 9, No 23. – P. 3437-3441.
68. Davis, L.J. Surface plasmon based thermo-optic and temperature sensor for microfluidic thermometry / L.J. Davis, M. Deutsch // *Rev. Sci. Instrum.* – 2010. – Vol. 81, No 11. – P. 114905-1 - 114905-7.
69. Selimovic, S. Mapping and manipulating temperature-concentration phase diagrams using microfluidics / S. Selimovic, F. Gobeaux, S. Fraden // *Lab Chip.* – 2010. – Vol. 10, No 12. – P. 1696-1699.
70. Liu, H. Towards on-chip time-resolved thermal mapping with micro-/nanosensor arrays / H. Liu, W. Sun, A. Xiang, T. Shi, Q. Chen, S. Xu // *Nanoscale Res. Lett.* – 2012. – Vol. 7, No 1, Art. 484. – 6 p.
71. Kirenkov, I.I. Reproduction of the color-temperature scale by photometric methods / I.I. Kirenkov, V.A. Kovalevskii, G.A. Krakhmal'nikova // *Measurement Techniques.* – 1960. – Vol. 3, No 2. – P. 112-115.
72. Kirenkov, I.I. Color temperature scale / I.I. Kirenkov, É.A. Lapina, V.V. Kandyba // *Measurement Techniques.* – 1970. – Vol. 13, No 9. – P. 1301-1305.
73. Lapina, E.A. Radiators for reproducing color temperature in the infrared range of the spectrum / E.A. Lapina // *Measurement Techniques.* – 1965. – Vol. 8, No 3. – P. 246-249.
74. Snopko, V.N. Analysis of procedures for determining color temperature with a broad-band pyrometer having silicon and germanium photoiodides / V.N. Snopko // *Measurement Techniques.* – 1992. – Vol. 35, No 9. – P. 1064-1069.
75. Kandyba, V.V. Progress in designing spectrophotometers for accurate measurement of brightness and color temperatures / V.V. Kandyba, I.I. Kirenkov // *Measurement Techniques.* – 1970. – Vol. 13, No 8. – P. 1131-1136.
76. Brazhnichenko, G.N. New formulas for computing luminance and color temperatures / G.N. Brazhnichenko // *Measurement Techniques.* – 1967. – Vol. 10, No 8. – P. 937-941.
77. Ezhova, T.N. System for precision measurement and regulation of color temperatures / T.N. Ezhova, D.Y. Svet // *Measurement Techniques.* – 1974. – Vol. 17, No 1. – P. 118-121.
78. Boyarskii, L.A. Possible method for measuring color temperatures / L.A. Boyarskii // *Measurement Techniques.* – 1967. – Vol. 10, No 4. – P. 420-422.
79. Sobolev, V.V. Color temperatures of objects with electron scattering / V.V. Sobolev // *Astrophysics.* – 1980. – Vol. 16, No 4. – P. 400-407.
80. Baksht, F.G. The calculation of optical properties of cesium plasma under conditions of a pulse-periodic discharge / F.G. Baksht, V.F. Lapshin // *Plasma Physics Reports.* – 2012. – Vol. 38, No 13. – P. 1078-1081.
81. Burdukov, A.P. Investigation of the combustion dynamics of low-volatile fuel particles by measuring «thermometric» and color temperatures / A.P. Burdukov, V.I. Popov, V.D. Fedosenko // *Combustion, Explosion and Shock Waves.* – 1999. – Vol. 35, No 5. – P. 489-492.
82. Sun, T.P. Automatic Color Temperature Control Circuit / T.P. Sun, C.-H. Wang, H.-J. Lin, K.-Y. Li // *Lecture Notes in Electrical Engineering.* – 2012. – Vol. 140. – P. 431-437.
83. Moon, C.-H. Implementation of LED Array Color Temperature Controlled Lighting System Using RISC IP Core / C.-H. Moon, W.-C. Jang // *Lecture Notes in Computer Science.* – 2009. – Vol. 5754. – P. 753-761.
84. Tomishima, C. Distributed Control of Illuminance and Color Temperature in Intelligent Lighting System / C. Tomishima, M. Miki, M. Ashibe, T. Hiroyasu, M. Yoshimi // *Lecture Notes in Computer Science.* – 2010. – Vol. 6114. – P. 411-419.
85. Pant, P. Estimating Color Signal at Different Correlated Color Temperature of Daylight / P. Pant, P. Koirala, M. Hauta-Kasari, J. Parkkinen // *Lecture Notes in Computer Science.* – 2009. – Vol. 5807. – P. 587-597.
86. Wu, J. An economical fluorescence detector for lab-on-a-chip devices with a light emitting photodiode and a low-cost avalanche photodiode / J. Wu, X. Liu, L. Wang, L. Dong, Q. Pu // *Analyst.* – 2012. – Vol. 137, No 2. – P. 519-525.
87. Nakazato, H. Micro fluorescent analysis system integrating GaN-light-emitting-diode on a silicon platform / H. Nakazato, H. Kawaguchi, A. Iwabuchi, K. Hane // *Lab Chip.* – 2012. – Vol. 12, No 18. – P. 3419-3425.
88. Lites, B.W. The color temperature of a sunspot penumbra / B.W. Lites // *Solar Physics.* – 1984. – Vol. 90, No 1. – P. 1-12.
89. Wing, R.F. Color Temperatures of Red Giants and their Relation to the Effective Temperature / R.F. Wing

// Astrophysics and Space Science Library. – 1981. – Vol. 88. – P. 41-46.

90. Bessell, M.S. Model atmospheres broad-band colors, bolometric corrections and temperature calibrations for O-M stars / M.S. Bessell, F. Castelli, B. Plez // Astron. Astrophys. – 1998. – Vol. 333. – P. 231-250.

91. Johnson, H.L. Fundamental stellar photometry for standards of spectral type on the revised system of the Yerkes spectral atlas / H.L. Johnson, W.W. Morgan // The Astrophysical Journal. – 1953. – Vol. 117. – P. 313-352.

92. Iriarte, B. Five-Color Photometry of Bright Stars / B. Iriarte, H.L. Johnson, R.I. Mitchell, W.K. Wisniewski // Sky & Telescope. – 1965. – Vol. 30. – P. 21.

93. Градов, О.В. Спектрональные лаборатории на чипе с радиочастотной трансляцией / О.В. Градов, А.В. Нотченко // Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии: материалы конференции. – 2012. – Книга 3, Секция 6. – С. 63-68.

94. Градов, О.В. Картирование градиента в NIR-HDRI-термографии в CMOS-лабораториях на чипе / О.В. Градов, А.В. Нотченко // Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ: материалы II международной конференции. – 2012. – С. 245-246.

95. Izmailov, I.S. Astrometric CCD observations of visual double stars at the Pulkovo Observatory / I.S. Izmailov, M.L. Khovricheva, M.Y. Khovrichev, O.V. Kiyeva, E.V. Khrutskaya, L.G. Romanenko, E.A. Grosheva, K.L. Maslennikov, O.A. Kalinichenko // Astronomy Letters. – 2010. – Vol. 36, No 5. – P. 349-354.

96. Cannon, A.J. Classification of 1,688 southern stars by means of their spectra / A.J. Cannon, E.C. Pickering // Annals of Harvard College Observatory. – 1912. – Vol. 56, No 5. – P. 115-164.

97. Morgan, W.W. An atlas of stellar spectra, with an outline of spectral classification / W.W. Morgan, P.C. Keenan, E. Kellman. – Chicago: The University of Chicago press, 143. – 35 p.

98. Градов, О.В. Телеметрические лаборатории на чипе как современные альтернативы почвенных камер и пластин обрастания Росси-Холодного для изучения почвенной микрофлоры / О.В. Градов // Актуальные аспекты современной микробиологии. – 2012. – С. 62-65.

99. Градов, О.В. Многофакторное физико-биохимическое картирование микробиома почвы методом мониторинговых экспозиций лабораторий на чипе в микротоннельных устройствах / О.В. Градов // Актуальные аспекты современной микробиологии. – 2012. – С. 114-116.

Градов Олег Валерьевич

Институт энергетических проблем химической физики РАН

Младший научный сотрудник, ведущий инженер

119334, г. Москва, Ленинский пр., 38, кор. 2

E-mail: o.v.gradov@gmail.com

Орехов Федор Константинович

Институт химической физики РАН

Практикант

119991, г. Москва, ул. Косыгина, 4

E-mail: theorehov@gmail.com

O.V. GRADOV, F.K. OREKHOV

COMPARATIVE LABS-ON-A-CHIP FOR DAIRY PRODUCT ANALYSIS WITH AUTOMATIC CALIBRATION BY SPECTROPHOTOMETRIC / COLORIMETRIC TEMPERATURE AND CHEMOMETRIC ANALYTE SYSTEMATIZATION

This paper is a comprehensive review of current state in lab-on-a-chip techniques for dairy product analysis including some unpublished results of our research group, which differ both in the calibration and registration principles from their foreign counterparts. The fundamental difference of those devices is the possibility of calibration using spectrophotometric or colorimetric temperature and the tuple analyte systematization in intelligent databases. The functional characteristics of our devices at the time of development were not inferior or even superior to all the known analogs.

Keywords: lab-on-a-chip, spectrophotometric temperature, colorimetric temperature, color temperature, coagulometer, spectroradiometer, pioscope, coacervation, nephelometry, turbidimetry, dairy qualimetry, chemometrics.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. New device lab-on-a-chip sensor to detect milk contamination (15.05.2004) [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.news-medical.net/news/2004/05/15/1564.aspx>; <http://blog.lib.umn.edu/ratli008/3266/024846.html>;

- Labs-On-A-Chip To Detect Milk Contamination (17.05.2004) [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.sciencedaily.com/releases/2004/05/040517072519.htm>
2. Yoon, J.-Y. Lab-on-a-Chip Pathogen Sensors for Food Safety / J.-Y. Yoon, B. Kim // *Sensors*. – 2012. – Vol. 12, No 8. – P. 10713-10741.
 3. Han, Q. Multidimensional analysis of the frequencies and rates of cytokine secretion from single cells by quantitative microengraving / Q. Han, E.M. Bradshaw, B. Nilsson, D.A. Hafler, J.C. Love // *Lab on a Chip*. – 2010. – Vol. 10, No 11. – P. 1391-1400.
 4. Grenvall, C. Harmonic microchip acoustophoresis: a route to online raw milk sample precondition in protein and lipid content quality control / C. Grenvall, P. Augustsson, J.R. Folkenberg, T. Laurell // *Anal. Chem.* – 2009. – Vol. 81, No 15. – P. 6195-6200.
 5. Grenvall, C. Label-free somatic cell cytometry in raw milk using acoustophoresis / C. Grenvall, J.R. Folkenberg, P. Augustsson, T. Laurell // *Cytometry A*. – 2012. – Vol. 81, No 12. – P. 1076-1083.
 6. Anema, S.G. The use of «lab-on-a-chip» microfluidic SDS electrophoresis technology for the separation and quantification of milk proteins / S.G. Anema // *International Dairy Journal*. – 2009. – Vol. 19, No 4. – P. 198-204.
 7. Okada, H. Highly sensitive double-fluorescent dye staining on microchip electrophoresis for analysis of milk proteins / H. Okada, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba // *Electrophoresis*. – 2008. – Vol. 29, No 12. – P. 2533-2538.
 8. Barile, D. Neutral and acidic oligosaccharides in Holstein-Friesian colostrum during the first 3 days of lactation measured by high performance liquid chromatography on a microfluidic chip and time-of-flight mass spectrometry / D. Barile, M. Marotta, C. Chu, R. Mehra, R. Grimm, C.B. Lebrilla, J.B. German // *Journ. Dairy Sci.* – 2010. – Vol. 93, No 9. – P. 3940-3949.
 9. Dallas, D.C. N-linked glycan profiling of mature human milk by high-performance microfluidic chip liquid chromatography time-of-flight tandem mass spectrometry / D.C. Dallas, W.F. Martin, J.S. Strum, A.M. Zivkovic, J.T. Smilowitz, M.A. Underwood, M. Affolter, C.B. Lebrilla, J.B. German // *Journ. Agric. Food Chem.* – 2011. – Vol. 59, No 8. – P. 4255-4263.
 10. Niñonuevo, M.R. Daily variations in oligosaccharides of human milk determined by microfluidic chips and mass spectrometry / M.R. Niñonuevo, P.D. Perkins, J. Francis, L.M. Lamotte, R.G. LoCascio, S.L. Freeman, D.A. Mills, J.B. German, R. Grimm, C.B. Lebrilla // *Journ. Agr. Food Chem.* – 2008. – Vol. 56, No 2. – P. 618-626.
 11. Vollmer, M. Multi-dimensional HPLC/MS of the nucleolar proteome using HPLC-chip/MS / M. Vollmer, P. Hörth, G. Rozing, Y. Couté, R. Grimm, D. Hochstrasser, J.C. Sanchez // *Journ. Sep. Sci.* – 2006. – Vol. 29, No 4. – P. 499-509.
 12. Vollmer, M. HPLC-Chip/MS technology in proteomic profiling / M. Vollmer, T. van de Goor // *Meth. Mol. Biol.* – 2009. – Vol. 544. – P. 3-15.
 13. Ramadan, Q. NutriChip: nutrition analysis meets microfluidics / Q. Ramadan, H. Jafarpourchekab, C. Huang, P. Silacci, S. Carrara, G. Koklü, J. Ghaye, J. Ramsden, C. Ruffert, G. Vergeres, M.A. Gijs // *Lab. Chip*. – 2013. – Vol. 13, No 2. – P. 196-203.
 14. Kimura, S. On-chip diagnosis of subclinical mastitis in cows by electrochemical measurement of neutrophil activity in milk / S. Kimura, J. Fukuda, A. Tajima, H. Suzuki // *Lab Chip*. – 2012. – Vol. 12, No 7. – P. 1309-1315.
 15. Garcia-Cordero, J.L. Microfluidic sedimentation cytometer for milk quality and bovine mastitis monitoring / J.L. Garcia-Cordero, L.M. Barrett, R. O'Kennedy, A.J. Ricco // *Biomed. Microdevices*. – 2010. – Vol. 12, No 6. – P. 1051-1059.
 16. Madou, M. Lab on a CD / M. Madou, J. Zoval, G. Jia, H. Kido, J. Kim, N. Kim // *Annual Review of Biomedical Engineering*. – 2006. – Vol. 8. – P. 601-628.
 17. Zhang, J. A lab-on-CD prototype for high-speed blood separation / J. Zhang, Q. Guo, M. Liu, J. Yang // *Journal of Micromechanics and Microengineering*. – 2008. – Vol. 18, No. 12, 6 p.
 18. Thio, T.H. Push pull microfluidics on a multi-level 3D CD / T.H. Thio, F. Ibrahim, W. Al-Faqheri, J. Moebius, N.S. Khalid, N. Soin, M.K. Kahar, M. Madou // *Lab Chip*. – 2013. – Vol. 13, No 16. – P. 3199-3209.
 19. Yang, M. Lab-On-a-Chip for carbon nanotubes based immunoassay detection of Staphylococcal Enterotoxin B (SEB) / M. Yang, S. Sun, Y. Kostov, A. Rasooly // *Lab Chip*. – 2010. – Vol. 10, No 8. – P. 1011-1017.
 20. Dong, Y. Immunosensing of Staphylococcus enterotoxin B (SEB) in milk with PDMS microfluidic systems using reinforced supported bilayer membranes (r-SBMs) / Y. Dong, K.S. Phillips, Q. Cheng // *Lab Chip*. – 2006. – Vol. 6, No 5. – P. 675-681.
 21. Poitevin, M. Evaluation of microchip material and surface treatment options for IEF of allergenic milk proteins on microchips / M. Poitevin, Y. Shakalisava, S. Miserere, G. Peltre, Viovy J.L., Descroix S. // *Electrophoresis*. – 2009. – Vol. 30, No 24. – P. 4256-4263.
 22. Lin, J. Determination of Charge Heterogeneity and Level of Unconjugated Antibody by Imaged cIEF / J. Lin, A.C. Lazar // *Met. Mol. Biol.* – 2013. – Vol. 1045. – P. 295-302.
 23. Yamaguchi, N. Simple detection of small amounts of Pseudomonas cells in milk by using a microfluidic device / N. Yamaguchi, H. Ohba, M. Nasu // *Lett. Appl. Microbiol.* – 2006. – Vol. 43, No 6. – P. 631-636.
 24. Neethirajan, S. Microfluidics for food, agriculture and biosystems industries / S. Neethirajan, I. Kobayashi, M. Nakajima, D. Wu, S. Nandagopal, F. Lin // *Lab Chip*. – 2011. – Vol. 11, No 9. – P. 1574-1586.
 25. Suarez, G. Lab-on-a-chip for multiplexed biosensing of residual antibiotics in milk / G. Suarez, Y.H. Jin, J. Auerswald, S. Berchtold, H.F. Knapp, J.M. Diserens, Y. Leterrier, J.A. Manson, G. Voirin // *Lab Chip*. – 2009. – Vol. 9, No 11. – P. 1625-1630.
 26. Wang, L. Rapid and sensitive determination of sulfonamide residues in milk and chicken muscle by microfluidic chip electrophoresis / L. Wang, J. Wu, Q. Wang, C. He, L. Zhou, J. Wang, Q. Pu // *Journ. Agric. Food Chem.* – 2012. – Vol. 60, No 7. – P. 1613-1618.

27. Fernandez, F. A label-free and portable multichannel surface plasmon resonance immunosensor for on site analysis of antibiotics in milk samples / F. Fernandez, K. Hegnerova, M. Piliarik, F. Sanchez-Baeza, J. Homola, M.P. Marco // *Biosens. Bioelectron.* – 2010. – Vol. 26, No 4. – P. 1231-1238.
28. Sternesjö, A. Determination of sulfamethazine residues in milk by a surface plasmon resonance-based biosensor assay / A. Sternesjö, C. Mellgren, L. Björck // *Anal. Biochem.* – 1995. – Vol. 226, No 1. – P. 175-181.
29. Mitoma, M. Inhibitory effect of bovine milk lactoferrin on the interaction between a streptococcal surface protein antigen and human salivary agglutinin / M. Mitoma, T. Oho, Y. Shimazaki, T. Koga // *Journ. Biol. Chem.* – 2001. – Vol. 276, No 21. – P. 18060-18065.
30. Homola, J. Spectral surface plasmon resonance biosensor for detection of staphylococcal enterotoxin B in milk / J. Homola, J. Dostálek, S. Chen, A. Rasooly, S. Jiang, S.S. Yee // *Int. Journ. Food Microbiol.* – 2002. – Vol. 75, No 1-2. – P. 61-69.
31. Gustavsson, E. Determination of beta-lactams in milk using a surface plasmon resonance-based biosensor / E. Gustavsson, J. Degelaen, P. Bjurling, A. Sternesjö // *Journ. Agr. Food Chem.* – 2004. – Vol. 52, No 10. – P. 2791-2796.
32. Mazumdar, S.D. Rapid method for detection of Salmonella in milk by surface plasmon resonance (SPR) / S.D. Mazumdar, M. Hartmann, P. Kämpfer, M. Keusgen // *Biosens. Bioelectron.* – 2007. – Vol. 22, No 9-10. – P. 2040-2046.
33. Wang, Y. Long range surface plasmon-enhanced fluorescence spectroscopy for the detection of aflatoxin M1 in milk / Y. Wang, J. Dostálek, W. Knoll // *Biosens. Bioelectron.* – 2009. – Vol. 24, No 7. – P. 2264-2267.
34. Rebe Raz, S. Label-free and multiplex detection of antibiotic residues in milk using imaging surface plasmon resonance-based immunosensor / S. Rebe Raz, M.G. Bremer, W. Haasnoot, W. Norde // *Anal. Chem.* – 2009. – Vol. 81, No 18. – pp. 7743-7749.
35. Keegan, J. Benzimidazole carbamate residues in milk: Detection by Surface Plasmon Resonance-biosensor, using a modified QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) method for extraction / J. Keegan, M. Whelan, M. Danaher, S. Crooks, R. Sayers, A. Anastasio, C. Elliott, D. Brandon, A. Furey, R. O'Kennedy // *Anal. Chim. Acta.* – 2009. – Vol. 654, No 2. – P. 111-119.
36. Crosson, C. Quantification of immunoglobulin g in bovine and caprine milk using a surface plasmon resonance-based immunosensor / C. Crosson, D. Thomas, C. Rossi // *Journ. Agr. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58, No 6. – P. 3259-3264.
37. Fernández, F. Portable surface plasmon resonance immunosensor for the detection of fluoroquinolone antibiotic residues in milk / F. Fernández, D.G. Pinacho, F. Sánchez-Baeza, M.P. Marco // *Journ. Agr. Food Chem.* – 2011. – Vol. 59, No 9. – P. 5036-5043.
38. Vyas, P. Determination of vitamin B12 in fortified bovine milk-based infant formula powder, fortified soy-based infant formula powder, vitamin premix, and dietary supplements by surface plasmon resonance: collaborative study / P. Vyas, A.A. O'Kane // *Journ. AOAC Int.* – 2011. – Vol. 94, No 4. – P. 1217-1226.
39. Scarano, S. Surface Plasmon Resonance imaging-based sensing for anti-bovine immunoglobulins detection in human milk and serum / S. Scarano, C. Scuffi, M. Mascini, M. Minunni // *Anal. Chim. Acta.* – 2011. – Vol. 707, No 1-2. – P. 178-183.
40. Ashley, J. An aptamer based surface plasmon resonance biosensor for the detection of bovine catalase in milk / J. Ashley, S.F. Li // *Biosens. Bioelectron.* – 2013. – Vol. 48. – P. 126-131.
41. Babol, L.N. Using Surface Plasmon Resonance Technology to Screen Interactions Between Exopolysaccharides and Milk Proteins / L.N. Babol, B. Svensson, R. Ipsen // *Food Biophysics.* – 2011. – Vol. 6, No 4. – P. 468-473.
42. Bayer, A.S. Functional role of mucoid exopolysaccharide (alginate) in antibiotic-induced and polymorphonuclear leukocyte-mediated killing of *Pseudomonas aeruginosa* / A.S. Bayer, D.P. Speert, S. Park, J. Tu, M. Witt, C.C. Nast, D.C. Norman // *Infect. Immun.* – 1991. – Vol. 59, No 1. – P. 302-308.
43. Arciola, C.R. Antibiotic resistance in exopolysaccharide-forming *Staphylococcus epidermidis* clinical isolates from orthopaedic implant infections / C.R. Arciola, D. Campoccia, S. Gamberini, M.E. Donati, V. Pirini, L. Visai, P. Speziale, L. Montanaro // *Biomaterials.* – 2005. – Vol. 26, No 33. – P. 6530-6535.
44. Baruah, G.L. Optimized recovery of monoclonal antibodies from transgenic goat milk by microfiltration / G.L. Baruah, G. Belfort // *Biotech. Bioeng.* – 200. – Vol. 87, No 3. – P. 274-285.
45. Baruah, G.L. A predictive aggregate transport model for microfiltration of combined macromolecular solutions and poly-disperse suspensions: testing model with transgenic goat milk / G.L. Baruah, D. Couto, G. Belfort // *Biotech. Prog.* – 2003. – Vol. 19, No 5. – P. 1533-1540.
46. Zhai, C. Pretreatment-free fast ultraviolet detection of melamine in milk products with a disposable microfluidic device / C. Zhai, W. Qiang, J. Sheng, J. Lei, H. Ju // *Journ. Chromatog. A.* – 2010. – Vol. 1217, No 5. – P. 785-789.
47. Suarez, W.T. A compact miniaturized continuous flow system for the determination of urea content in milk / W.T. Suarez, O.D. Pessoa-Neto, V.B. Dos Santos, A.R. de Araujo Nogueira, R.C. Faria, O. Fatibello-Filho, M. Puyol, J. Alonso // *Anal. Bioanal. Chem.* – 2010. – Vol. 398, No 3. – P. 1525-1533.
48. Ozhikandathil, J. Microphotonics and Nanoislands Integrated Lab-on-Chips (LOCs) for the Detection of Growth Hormones in Milk / J. Ozhikandathil. – 2012. – PhD thesis, Concordia University. – ID Code: 974837, <http://spectrum.library.concordia.ca/974837/>
49. Mulvaney, S.P. Rapid, femtomolar bioassays in complex matrices combining microfluidics and magnetoelectronics / S.P. Mulvaney, C.L. Cole, M.D. Kniller, M. Malito, C.R. Tamanaha, J.C. Rife, M.W. Stanton, L.J. Whitman // *Biosens. Bioelectron.* – 2007. – Vol. 23, No 2. – P. 191-200.
50. Boybay, M.S. Microwave sensing and heating of individual droplets in microfluidic devices / M.S. Boybay, A. Jiao, T. Glawdel, C.L. Ren // *Lab Chip.* – 2013. – Vol. 13, No 19. – P. 3840-3846.
51. Rinsler, M.G. Spectroscopy, colorimetry, and biological chemistry in the nineteenth century / M.G. Rinsler // *Journ. Clin. Pathol.* – 1981. – Vol. 34. – P. 287-291.

52. Orna, M.V. *The Chemical History of Color* / M.V. Orna. – Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer, 2013. – 125 p.
53. Hammett, F.S. Note on the Use of the Duboscq Type of Colorimeter for the Demonstration of Differences in Surface Tension / F.S. Hammett // *Science, New Series*. – 1921. – Vol. 54, No 1391. – P. 172-173.
54. Karrer, J.L. Titration Curves of Certain Liquid Culture Media / J.L. Karrer, R.W. Webb // *Annals of the Missouri Botanical Garden*. – 1920. – Vol. 7, No 4. – P. 299-305.
55. Marshall, J.T.W. A New Form of Nephelometer / J.T.W. Marshall, H.W. Banks // *Proceedings of the American Philosophical Society*. – 1915. – Vol. 54, No 217. – P. 176-184.
56. Sullivan, M.X. Biochemical Studies of the Saliva in Pellagra / M.X. Sullivan, K.K. Jones // *Public Health Reports*. – 1919. – Vol. 34, No 20. – P. 1068-1080.
57. Armstrong, G.M. Studies in the Physiology of the Fungi XIV. Sulphur Nutrition: The Use of Thiosulphate as Influenced by Hydrogen-Ion Concentration / G.M. Armstrong // *Annals of the Missouri Botanical Garden*. – 1921. – Vol. 8, No 3. – P. 237-281.
58. Webb, R.W. Studies in the Physiology of the Fungi. XV. Germination of the Spores of Certain Fungi in Relation to Hydrogen-Ion Concentration / R.W. Webb // *Annals of the Missouri Botanical Garden*. – 1921. – Vol. 8, No 3. – P. 283-341.
59. Rosenfeld, L. *Clinical Chemistry Since 1800: Growth and Development* / L. Rosenfeld // *Clinical Chemistry*. – 2002. – Vol. 48, No 1. – P. 186-197.
60. Grumann, M. Sensitivity enhancement for colorimetric glucose assays on whole blood by on-chip beam-guidance / M. Grumann, J. Steigert, L. Riegger, I. Moser, B. Enderle, K. Riebeseel, G. Urban, R. Zengerle, J. Durrer // *Biomed. Microdev.* – 2006. – Vol. 8, No 3. – P. 209-214.
61. da Rocha, Z.M. Compact and autonomous multiwavelength microanalyzer for in-line and in situ colorimetric determinations / Z.M. da Rocha, C.S. Martinez-Cisneros, A.C. Seabra, F. Valdés, M.R. Gongora-Rubio, J. Alonso-Chamarro // *Lab Chip*. – 2012. – Vol. 12, No 1. – P. 109-117.
62. Florea, L. Dynamic pH mapping in microfluidic devices by integrating adaptive coatings based on polyaniline with colorimetric imaging techniques / Z.M. da Rocha, C.S. Martinez-Cisneros, A.C. Seabra, F. Valdés, M.R. Gongora-Rubio, J. Alonso-Chamarro // *Lab Chip*. – 2013. – Vol. 13, No 6. – P. 1079-1085.
63. Shen, L. Point-of-care colorimetric detection with a smartphone / L. Shen, J.A. Hagen, I. Papautsky // *Lab Chip*. – 2012. – Vol. 12, No 21. – P. 4240-4243.
64. Oncescu, V. Smartphone based health accessory for colorimetric detection of biomarkers in sweat and saliva / V. Oncescu, D. O'Dell, D. Erickson // *Lab Chip*. – 2013. – Vol. 13, No 16. – P. 3232-3238.
65. Davis, R. Filters for the reproduction of sunlight and daylight and the determination of color temperature / R. Davis, K.S. Gibbison // *Miscellaneous publications (US Bureau of Standards)*. – 1931. – No. 114. – 165 p.
66. Lee, W. High-sensitivity microfluidic calorimeters for biological and chemical applications / W. Lee, W. Fon, B.W. Axelrod, M.L. Roukes // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. – 2009. – Vol. 106, No 36. – P. 15225-15230.
67. Robinson, T. Removal of background signals from fluorescence thermometry measurements in PDMS microchannels using fluorescence lifetime imaging / T. Robinson, Y. Schaerli, R. Wootton, F. Hollfelder, C. Dunsby, G. Baldwin, M. Neil, P. French, A. deMello // *Lab Chip*. – 2009. – Vol. 9, No 23. – P. 3437-3441.
68. Davis, L.J. Surface plasmon based thermo-optic and temperature sensor for microfluidic thermometry / L.J. Davis, M. Deutsch // *Rev. Sci. Instrum.* – 2010. – Vol. 81, No 11. – P. 114905-1 - 114905-7.
69. Selimovic, S. Mapping and manipulating temperature-concentration phase diagrams using microfluidics / S. Selimovic, F. Gobeaux, S. Fraden // *Lab Chip*. – 2010. – Vol. 10, No 12. – P. 1696-1699.
70. Liu, H. Towards on-chip time-resolved thermal mapping with micro-/nanosensor arrays / H. Liu, W. Sun, A. Xiang, T. Shi, Q. Chen, S. Xu // *Nanoscale Res. Lett.* – 2012. – Vol. 7, No 1, Art. 484. – 6 p.
71. Kirenkov, I.I. Reproduction of the color-temperature scale by photometric methods / I.I. Kirenkov, V.A. Kovalevskii, G.A. Krakhmal'nikova // *Measurement Techniques*. – 1960. – Vol. 3, No 2. – P. 112-115.
72. Kirenkov, I.I. Color temperature scale / I.I. Kirenkov, É.A. Lapina, V.V. Kandyba // *Measurement Techniques*. – 1970. – Vol. 13, No 9. – P. 1301-1305.
73. Lapina, E.A. Radiators for reproducing color temperature in the infrared range of the spectrum / E.A. Lapina // *Measurement Techniques*. – 1965. – Vol. 8, No 3. – P. 246-249.
74. Snopko, V.N. Analysis of procedures for determining color temperature with a broad-band pyrometer having silicon and germanium photoiodides / V.N. Snopko // *Measurement Techniques*. – 1992. – Vol. 35, No 9. – P. 1064-1069.
75. Kandyba, V.V. Progress in designing spectrophotometers for accurate measurement of brightness and color temperatures / V.V. Kandyba, I.I. Kirenkov // *Measurement Techniques*. – 1970. – Vol. 13, No 8. – P. 1131-1136.
76. Brazhnicenko, G.N. New formulas for computing luminance and color temperatures / G.N. Brazhnicenko // *Measurement Techniques*. – 1967. – Vol. 10, No 8. – P. 937-941.
77. Ezhova, T.N. System for precision measurement and regulation of color temperatures / T.N. Ezhova, D.Y. Svet // *Measurement Techniques*. – 1974. – Vol. 17, No 1. – P. 118-121.
78. Boyarskii, L.A. Possible method for measuring color temperatures / L.A. Boyarskii // *Measurement Techniques*. – 1967. – Vol. 10, No 4. – P. 420-422.
79. Sobolev, V.V. Color temperatures of objects with electron scattering / V.V. Sobolev // *Astrophysics*. – 1980. – Vol. 16, No 4. – P. 400-407.
80. Baksht, F.G. The calculation of optical properties of cesium plasma under conditions of a pulse-periodic discharge / F.G. Baksht, V.F. Lapshin // *Plasma Physics Reports*. – 2012. – Vol. 38, No 13. – P. 1078-1081.

81. Burdukov, A.P. Investigation of the combustion dynamics of low-volatile fuel particles by measuring «thermometric» and color temperatures / A.P. Burdukov, V.I. Popov, V.D. Fedosenko // *Combustion, Explosion and Shock Waves*. – 1999. – Vol. 35, No 5. – P. 489-492.
82. Sun, T.P. Automatic Color Temperature Control Circuit / T.P. Sun, C.-H. Wang, H.-J. Lin, K.-Y. Li // *Lecture Notes in Electrical Engineering*. – 2012. – Vol. 140. – P. 431-437.
83. Moon, C.-H. Implementation of LED Array Color Temperature Controlled Lighting System Using RISC IP Core / C.-H. Moon, W.-C. Jang // *Lecture Notes in Computer Science*. – 2009. – Vol. 5754. – P. 753-761.
84. Tomishima, C. Distributed Control of Illuminance and Color Temperature in Intelligent Lighting System / C. Tomishima, M. Miki, M. Ashibe, T. Hiroyasu, M. Yoshimi // *Lecture Notes in Computer Science*. – 2010. – Vol. 6114. – P. 411-419.
85. Pant, P. Estimating Color Signal at Different Correlated Color Temperature of Daylight / P. Pant, P. Koirala, M. Hauta-Kasari, J. Parkkinen // *Lecture Notes in Computer Science*. – 2009. – Vol. 5807. – P. 587-597.
86. Wu, J. An economical fluorescence detector for lab-on-a-chip devices with a light emitting photodiode and a low-cost avalanche photodiode / J. Wu, X. Liu, L. Wang, L. Dong, Q. Pu // *Analyst*. – 212. – Vol. 137, No 2. – P. 519-525.
87. Nakazato, H. Micro fluorescent analysis system integrating GaN-light-emitting-diode on a silicon platform / H. Nakazato, H. Kawaguchi, A. Iwabuchi, K. Hane // *Lab Chip*. – 2012. – Vol. 12, No 18. – P. 3419-3425.
88. Lites, B.W. The color temperature of a sunspot penumbra / B.W. Lites // *Solar Physics*. – 1984. – Vol. 90, No 1. – P. 1-12.
89. Wing, R.F. Color Temperatures of Red Giants and their Relation to the Effective Temperature / R.F. Wing // *Astrophysics and Space Science Library*. – 1981. – Vol. 88. – P. 41-46.
90. Bessell, M.S. Model atmospheres broad-band colors, bolometric corrections and temperature calibrations for O-M stars / M.S. Bessell, F. Castelli, B. Plez // *Astron. Astrophys.* – 1998. – Vol. 333. – P. 231-250.
91. Johnson, H.L. Fundamental stellar photometry for standards of spectral type on the revised system of the Yerkes spectral atlas / H.L. Johnson, W.W. Morgan // *The Astrophysical Journal*. – 1953. – Vol. 117. – P. 313-352.
92. Iriarte, B. Five-Color Photometry of Bright Stars / B. Iriarte, H.L. Johnson, R.I. Mitchell, W.K. Wisniewski // *Sky & Telescope*. – 1965. – Vol. 30. – P. 21.
93. Gradov, O.V. Spektrozonal'nye laboratorii na chipe s radiochastotnoj transljaciej / O.V. Gradov, A.V. Notchenko // *Fizika i radioelektronika v medicinie i jekologii: materialy konferencii*. – 2012. – Kniga 3, Sekcija 6. – C. 63-68.
94. Gradov, O.V. Kartirovanie gradienta v NIR-HDRI-termografii v CMOS-laboratorijah na chipe / O.V. Gradov, A.V. Notchenko // *Sovremennye metody i sredstva issledovanij teplofizicheskikh svojstv veshhestv: materialy II mezhdunarodnoj konferencii*. – 2012. – C. 245-246.
95. Izmailov, I.S. Astrometric CCD observations of visual double stars at the Pulkovo Observatory / I.S. Izmailov, M.L. Khovricheva, M.Y. Khovrichev, O.V. Kiyeva, E.V. Khrutskaya, L.G. Romanenko, E.A. Grosheva, K.L. Maslennikov, O.A. Kalinichenko // *Astronomy Letters*. – 2010. – Vol. 36, No 5. – P. 349-354.
96. Sannon, A.J. Classification of 1,688 southern stars by means of their spectra / A.J. Sannon, E.C. Pickering // *Annals of Harvard College Observatory*. – 1912. – Vol. 56, No 5. – P. 115-164.
97. Morgan, W.W. An atlas of stellar spectra, with an outline of spectral classification / W.W. Morgan, P.C. Keenan, E. Kellman. – Chicago: The University of Chicago press, 143. – 35 p.
98. Gradov, O.V. Telemetricheskie laboratorii na chipe kak sovremennye al'ternativy pochvennyh kamer i plastin obrastaniya Rossi-Holodnogo dlja izuchenija pochvennoj mikroflory / O.V. Gradov // *Aktual'nye aspekty sovremennoj mikrobiologii*. – 2012. – C. 62-65.
99. Gradov, O.V. Mnogofaktornoe fiziko-biohimicheskoe kartirovanie mikrobioma pochvy metodom monitoringovyh jekspozicij laboratorij na chipe v mikrotonnel'nyh ustrojstvah / O.V. Gradov // *Aktual'nye aspekty sovremennoj mikrobiologii*. – 2012. – C. 114-116.

Gradov Oleg Valerievich

Institute of Energy Problems of Chemical Physics (Russian Academy of Sciences)
 Research fellow, chief engineer
 119334, Moscow, Leninsky pr., 38, build. 2
 E-mail: o.v.gradov@gmail.com

Orekhov Fedor Constantinovich

Institute of Chemical Physics (Russian Academy of Sciences)
 Practician, improver
 119991, Moscow, ul. Kosygina, 4
 E-mail: theorehov@gmail.com

УДК 664.66

Н.А. ЛЕСНИКОВА, Л.Ю. ЛАВРОВА, Е.Л. БОРЦОВА

**ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВИРОВАННОЙ МУКИ
ЗАРОДЫШЕЙ ПШЕНИЦЫ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБА
ИЗ СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ**

Зародыши пшеницы – продукт переработки зерна с повышенной биологической ценностью и высокими биопротекторными свойствами. Исследовано влияние механоактивированной муки зародышей пшеницы с предварительной термообработкой на качество и потребительские характеристики хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки.

Ключевые слова: мука зародышей пшеницы, механоактивация, хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки, физико-химические показатели качества.

Питание является важнейшей физиологической потребностью организма и имеет особое значение для здоровья человека. В настоящее время существует проблема несбалансированности питания. Поэтому особое значение имеет создание и внедрение в производство продуктов профилактического действия, содержащих широкий спектр биологически активных соединений, способных поддерживать здоровье и активный образ жизни.

Одним из приоритетных направлений Концепции здорового питания, отражающей государственную политику России до 2020 года, является создание ассортимента новых пищевых продуктов, обогащенных аминокислотами, витаминами, минеральными веществами и другими эссенциальными нутриентами, употребление которых существенно улучшит состояние здоровья человека в современных условиях повышенного нервно-эмоционального напряжения, негативного биологического и техногенного воздействия окружающей среды.

Наиболее эффективным путем решения проблемы дефицита микронутриентов и белков в рационе питания является обогащение продуктов природными источниками этих веществ, к которым относится зародыш пшеницы, претерпевающий минимальные изменения в процессе производства [1].

Зародыши пшеницы – продукт высокой биологической ценности. В них содержится в пересчете на сухой вес: белков – 33-39%; сахаров – 20%; жиров – 20%; клетчатки – 5%; пентозанов – 4%; минеральных веществ 7-10%.

Белки зародышей пшеницы в своем составе содержат 18 аминокислот, в том числе и незаменимые. В состав жиров (масла) зародыша входят полиненасыщенные жирные кислоты: линолевая (40-49%), олеиновая (27,8-30%), линоленовая (10%). Из минеральных веществ в зародыше много фосфора (в среднем до 21,5%), калия (до 10,5%), магния (около 7%), натрия (около 5%). Витамины зерна в основном сосредоточены в зародыше, щитке и алейроновом слое. В зародыше обнаружено значительное количество (в мг на 100 г сухого вещества β -каротина (провитамина А) – 0,60, тиамина (витамина В₁) – до 22, рибофлавина (витамина В₂) – до 1,3, токоферола – до 16; никотиновой кислоты – 3,4-9,1 и ряд других жизненно важных витаминов [2].

В зародышах пшеницы обнаружена γ -аминомасляная кислота, которая является нейромедиатором. Она оптимизирует обмен веществ и балансирует активность нервных процессов в головном мозге, поэтому рекомендуется после перенесенных черепно-мозговых травм и инсультов. Экстракт зародышей используется в косметологии и в качестве омолаживающего средства. Так как в зародышах пшеницы в больших количествах содержатся селен и каротиноиды, обладающие антиоксидантными свойствами, они препятствуют действию свободных радикалов. Это предупреждает старение, появление опухолей, укрепляет стенки сосудов.

Установлено, что мука зародышей пшеницы является источником коэнзима Q-10. Такой состав повышает сопротивляемость и тонус организма, восстанавливает силы, замедляет развитие атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний, осуществляет профилактику онкологических заболеваний, преждевременное старение, омолаживает кожу.

В настоящее время ряд ученых и специалистов по питанию говорят о биопротекторных свойствах муки зародышей пшеницы. На роль биопротекторов, прежде всего, могут претендовать нетоксичные вещества природного происхождения, которые эффективно влияют на защитные силы организма человека за счет интенсивного укрепления иммунной системы и стимулирования выработки собственных скрытых резервов, что дает возможность успешно противостоять самым неблагоприятным условиям. Биопротекторы бережно относятся к здоровью человека и окружающей среде.

Цель работы: изучить влияние различных дозировок муки зародышей пшеницы на качество хлеба, приготовленного из смеси ржаной обдирной муки и муки пшеничной первого сорта.

Перед началом работы исследовали качество сырья на соответствие требованиям нормативной и технической документации.

Тесто замешивали на густой закваске. Для эксперимента были выбраны образцы с внесением 5,0; 10,0; 15,0; 20,0% муки зародышей пшеницы от общей массы муки.

В качестве контрольного образца был взят хлеб «Столичный» из смеси ржаной обдирной муки и муки пшеничной первого сорта.

При исследовании силы пшеничной муки доказано, что при внесении муки зародышей пшеницы заметно ухудшается качество клейковины, которая становится слабой из-за повышенного количества глютатиона.

Зависимость качества сырой клейковины от дозировки муки зародышей пшеницы изображена на рисунке 1.

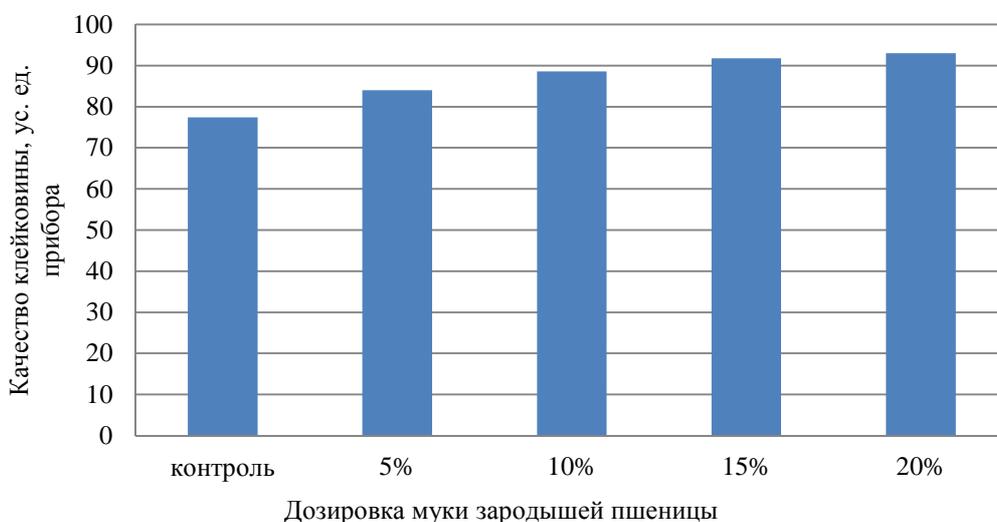


Рисунок 1 – Зависимость качества клейковины от дозировки муки зародышей пшеницы

Было принято решение для снижения содержания глютатиона провести термическую обработку зародышей пшеницы при различных температурах и времени воздействия. Экспериментально установлено, что даже непродолжительное температурное воздействие на зародыш пшеницы при температуре свыше 200°C придает муке неприятный горелый запах и вкус. Для сравнительного анализа приведем полученные результаты содержания глютатиона (в мг/100 г): в муке зародышей пшеницы без термообработки – 1228; в муке зародышей пшеницы после термообработки при температуре 200°C – 921; в муке зародышей пшеницы после термообработки при температуре 150°C – 920; в муке зародышей пшеницы после термообработки при температуре 100°C – 918.

Исходя из анализа реологических показателей теста, был установлен наиболее оптимальный температурный режим 100°C в течение 8 часов до влажности 4%. Однако в дальнейшем измельчение такого сырья сопровождалось трудностью получения однородного фракционного состава порошкообразного ингредиента. Крупнодисперсные частицы, как и сама неоднородность классификационного состава помола, значительно ухудшают органолептические показатели качества (вкус, внешний вид, состояние мякиша) и физические свойства обогащенных изделий (пористость, объем). В связи с этим при обогащении продуктов питания мукой из зародышей пшеницы возникает необходимость проведения дополнительных технологических операций по измельчению и просеиванию. Поэтому было предложено проводить измельчение зародышей пшеницы с использованием метода сухой механоактивации до размера частиц 50 мкм.

Механическая активация природных полимеров является сложным физико-химическим процессом накопления потенциальной энергии вещества и повышения его химической активности за счет увеличения поверхностной энергии и энергии внутреннего строения при механическом измельчении дисперсной среды. Этот процесс определяется изменением энергетического состояния, физического строения и химических свойств под действием механических сил при диспергировании. Введение в определение механоактивации энергетического состояния системы открывает возможность математического выражения и количественной оценки активации: механоактивация численно равна изменению свободной энергии системы под действием механических сил [3].

Энергетический закон, наиболее полно учитывающий все сопутствующие затраты энергии при механоактивации, был предложен Г.С. Ходаковым. Из его формулировки следует, что работа трения, т. е. работа поверхностного деформирования и разрушения, энергия пластических деформаций и работа по образованию и разрушению агрегатов зависят от степени измельчения твердого тела и в первом приближении пропорциональны поверхности. На основании этого положения была выведена зависимость, определяющая затраты энергии на процесс при объемном характере разрушения:

$$de = \frac{9\alpha_2}{\alpha_1} l \frac{dS}{S} + \left(\frac{3\alpha_2\beta l - \gamma}{\alpha_1} + \sigma \right) dS - \frac{\alpha_2\beta l^2}{4\alpha_2} SdS, \quad (1)$$

где e – энергия на совершение работы по определенному упругому деформированию;

α_1 – коэффициент площади частицы;

α_2 – коэффициент объема частицы;

S – удельная поверхность измельчаемого материала;

β – плотность энергии пластических деформаций, предшествующих хрупкому разрушению;

γ – поверхностная плотность работы или трения и энергии образования и разрушения агрегатов;

l – толщина слоя, в котором совершается пластическая деформация;

σ – свободная энергия единицы поверхности.

Анализ уравнения (1) показал, что плотность энергии, которую мелющее тело передает в зоне контакта измельчаемому телу (измельчаемой частице) в единичном акте разрушения, зависит от конструктивных особенностей, геометрических размеров рабочих органов и технологических параметров измельчительной машины. Достижение необходимого уровня плотности энергии, которая передается измельчаемой частице в единичном акте разрушения, обеспечивается путем повышения энергонапряженности измельчительного аппарата, прежде всего за счет увеличения кинетической энергии мелющих элементов (лопастей, мелющих тел и др.) при их контактировании с измельчаемым материалом. К увеличению плотности энергии приводит также уменьшение площади контакта и, следовательно, количества воспринимающих энергию измельчаемых частиц [4].

Проведенные ранее исследования по измельчению вторичных зерновых ресурсов – пшеничных и овсяных отрубей, шрота зародышей пшеницы – показали возможность получения механоактивированных органо-порошков и их успешное использование в качестве пи-

щевой добавки в производстве различных продуктов питания для изделий пищевой промышленности и блюд общественного питания [5, 6].

Для дальнейших физико-химических исследований была взята механоактивированная мука зародышей пшеницы, полученная после термообработки при температуре 100°C (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели хлеба, приготовленного с добавлением муки зародышей пшеницы, подвергнутой термической обработке с последующей механоактивацией (n = 5)

Показатели качества хлеба	Контроль	5% муки зародышей пшеницы	10% муки зародышей пшеницы	15% муки зародышей пшеницы	20% муки зародышей пшеницы
Влажность, %	47,9±0,1	48,0±0,1	47,8±0,1	48,0±0,1	47,9±0,1
Кислотность, град	8,1±0,1	8,2±0,1	8,2±0,1	8,3±0,1	8,6±0,1
Пористость, %	67,0±0,1	67,9±0,2	68,0±0,2	70,0±0,2	59,8±0,1
Объем хлеба, см ³	330±0,2	340±0,2	360±0,2	370±0,2	310±0,2

Анализ показал, что при добавлении муки зародышей пшеницы, подвергнутой термической обработке с последующей механоактивацией в количестве до 15,0% от массы муки, качество хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки улучшается по сравнению с контролем: пористость стала более развитой, равномерной, тонкостенной, мякиш – более нежным и эластичным с приятным ароматом. Кислотность исследуемых образцов хлеба с внесением муки зародышей пшеницы увеличилась от 8,1 до 8,6 град., что связано с интенсивным процессом молочнокислого брожения.

Проведены исследования по содержанию массовой доли клетчатки и золы в образце с 15% муки зародышей пшеницы по сравнению с контролем.

На рисунке 2 изображена зависимость влияния муки зародышей пшеницы на содержание клетчатки и зольность хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки.

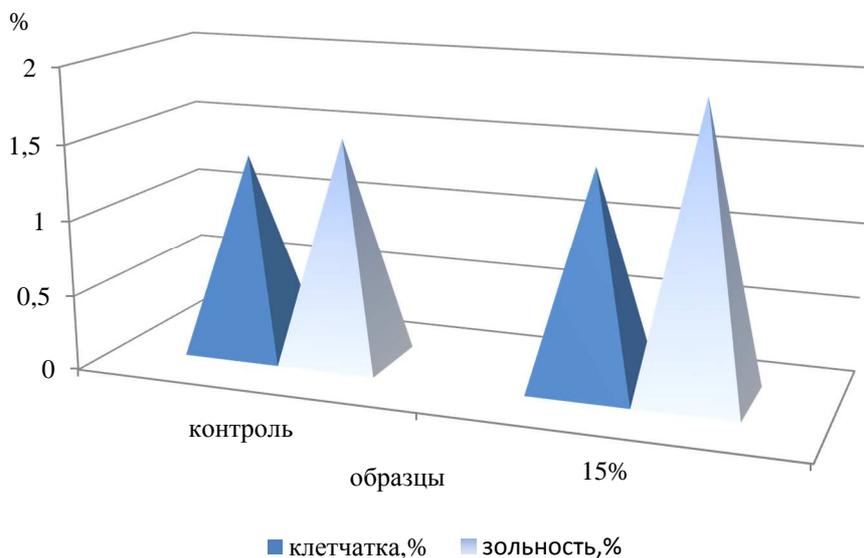


Рисунок 2 – Влияние муки зародышей пшеницы на содержание клетчатки и зольность хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки

Проведенный анализ физико-химических показателей качества указанных образцов спустя 24 часа не показал изменений указанных параметров и их количественных значений. Заметные изменения влажности стали наблюдаться спустя 72 часа.

Расчёт химического состава хлеба показал, что при внесении механоактивированной муки зародышей пшеницы в хлебе увеличивается содержание белка на 2,8%, клетчатки на 0,44%, железа на 0,77%, магния на 12,99%, тиамин на 0,23%, ниацина на 0,19% по сравне-

нию с контролем. Расчет калорийности нового изделия показал, что она уменьшилась на 6,1 ккал по сравнению с контролем.

Таким образом, применение вторичного сырья при производстве хлебобулочных изделий позволяет расширить ассортимент хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки и повысить его пищевую ценность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесникова, Н.А. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий функционального назначения / Н.А. Лесникова // Интеграция науки, образования и производства – стратегия развития инновационной экономики: пленарные доклады I Международная научно-практическая конференция. – Екатеринбург: УрГЭУ, 2011. – С. 171-174.
2. Лесникова, Н.А. Обогащение хлебобулочных изделий вторичными зерновыми ресурсами / Н.А. Лесникова, Ю.С. Рыбаков // Продовольственная безопасность: материалы Международного конкурса научно-исследовательских проектов молодежи. – Екатеринбург: УрГЭУ, 2013. – С. 36-37.
3. Ошкордин, О.В. Использование органических полимеров в технологических процессах пищевых производств / О.В. Ошкордин, Л.Ю. Лаврова, Г.А. Усов // Известия УрГЭУ. – 2010. – № 4(30). – С. 158-164.
4. Рыбаков, Ю.С. Использование механоактивации зародышей пшеницы в производстве хлебобулочных изделий / Ю.С. Рыбаков, Н.А. Лесникова, Л.Ю. Лаврова, Е.Л. Борцова, Т.В. Мажаева // Аграрный вестник Урала. – 2014. – №4. – С.50-53.
5. Лаврова, Л.Ю. Обогащение мясных рубленых изделий механоактивированными органо-порошками / Л.Ю. Лаврова, Е.Л. Борцова // Мясная сфера. – 2011. – №5 (84). – С. 116-117.
6. Лаврова, Л.Ю. Механоактивированные органо-порошки и органолептические показатели качества бисквитного полуфабриката / Л.Ю. Лаврова, Е.Л. Борцова // Кондитерское производство. – 2013. – №3. – С. 18-19.

Лесникова Наталья Александровна

Уральский государственный экономический университет
Старший преподаватель кафедры «Технологий питания»
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62
Тел. 8-904-542-00-52
E-mail: lista507@rambler.ru

Лаврова Лариса Юрьевна

Уральский государственный экономический университет
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологий питания»
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62
Тел: (343) 221-26-72
E-mail: lavrova100@yandex.ru

Борцова Екатерина Леонидовна

Уральский государственный экономический университет
Кандидат экономических наук, доцент кафедры «Технологий питания»
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62
Тел: (343) 221-26-72
E-mail: borcovael@yandex.ru

N.A. LESNIKOVA, L.YU. LAVROVA, E.L. BORTSOVA

INFLUENCE OF A MECHANICAL ACTIVATION FLOUR OF GERMS OF WHEAT ON QUALITY OF BREAD FROM MIX OF RYE AND WHEAT FLOUR

The wheat germ is product of processing of grain with the increased biological value and high bioprotecting properties. Influence of a mechanical activation flour of germs of wheat with preliminary heat treatment is investigated on quality and consumer characteristics of, bread from mix of rye and wheat flour.

Keywords: *wheat germ, mechanical activation, bread from mix of rye and wheat flour, physical and chemical indicators of quality.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Lesnikova, N.A. Rasshirenie assortimenta hlebobulochnyh izdelij funkcional'nogo naznachenija / N.A. Lesnikova // Integracija nauki, obrazovanija i proizvodstva – strategija razvitija innovacionnoj jekonomiki: plenarnye doklady I Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija. – Ekaterinburg: UrGJeU, 2011. – S. 171-174.
2. Lesnikova, N.A. Obogashhenie hlebobulochnyh izdelij vtorichnymi zernovymi resursami / N.A. Lesnikova, Ju.S. Rybakov // Prodoval'stvennaja bezopasnost': materialy Mezhdunarodnogo konkursa nauchno-issledovatel'skih proektov molodezhi. – Ekaterinburg: UrGJeU, 2013. – S. 36-37.
3. Oshkordin, O.V. Ispol'zovanie organicheskikh polimerov v tehnologicheskikh processah pishhevych proizvodstv / O.V. Oshkordin, L.Ju. Lavrova, G.A. Usov // Izvestija UrGJeU. – 2010. – № 4(30). – S. 158-164.
4. Rybakov, Ju.S. Ispol'zovanie mehanoaktivacii zarodyshej pshenicy v proizvodstve hlebobulochnyh izdelij / Ju.S. Rybakov, N.A. Lesnikova, L.Ju. Lavrova, E.L. Borcova, T.V. Mazhaeva // Agrarnyj vestnik Urala. – 2014. – №4. – S.50-53.
5. Lavrova, L.Ju. Obogashhenie mjasnyh rublenyh izdelij mehanoaktivirovannymi organoporoshkami / L.Ju. Lavrova, E.L. Borcova // Mjasnaja sfera. – 2011. – №5 (84). – S. 116-117.
6. Lavrova, L.Ju. Mehanoaktivirovannye organoporoshki i organolepticheskie pokazateli kachestva biskvitnogo polufabrikata / L.Ju. Lavrova, E.L. Borcova // Konditerskoe proizvodstvo. – 2013. – №3. – S. 18-19.

Lesnikova Natalya Aleksandrovna

Ural State University of Economics
Senior lecturer at the department of «Food technology»
620144, Ekaterinburg, ul. March 8, 62
Tel. 8-904-542-00-52
E-mail: lista507@rambler.ru

Lavrova Larisa Yuryevna

Ural State University of Economics
Candidate of technical sciences, assistant professor
at the department of «Food technology»
620144, Ekaterinburg, ul. March 8, 62
Tel. (343) 221-26-72
E-mail: lavrova100@yandex.ru

Bortsova Ekaterina Leonidovna

Ural State University of Economics
Candidate of economic sciences, assistant professor
at the department of «Food technology»
620144, Ekaterinburg, ul. March 8, 62
Tel. (343) 221-26-72
E-mail: borcovael@yandex.ru

А.А. ЛУКИН, В.В. ЧАПЛИНСКИЙ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУРЫ ОБОГАЩЕННОГО КУРИНОГО РУБЛЕННОГО ПОЛУФАБРИКАТА

В статье представлены результаты исследования по разработке технологии и рецептуры обогащенного куриного рубленого полуфабриката. Рассчитана пищевая ценность готового изделия. Исследованы органолептические показатели обогащенного куриного полуфабриката.

Ключевые слова: рубленые полуфабрикаты, технология, мясное сырье, пищевая ценность.

Мясо – самый популярный и востребованный продукт в рационе питания человека. Пищевая ценность мяса определяется тем, что оно является носителем полноценного животного белка и жира. Некоторые содержащиеся в нем питательные вещества по своей пищевой ценности, сбалансированности, химическому составу и свойствам невозможно заменить потреблением другой пищи. Кроме полноценного животного белка и жира в мясе содержатся экстрактивные вещества, минеральные вещества, а также витамины и минеральные соли. Мясо содержит азотистые и безазотистые экстрактивные вещества, извлекаемые из него водой при варке. Сами по себе экстрактивные вещества питательной ценности почти не имеют, но служат сильными стимуляторами желудочной секреции, способствуя повышению аппетита и лучшему усвоению пищи.

В пищу используется как само мясо убойного скота и птицы, так и его субпродукты, из которых приготавливаются обычные и диетические блюда. Такие субпродукты, как язык и печень не уступают мясу по вкусовым и питательным качествам. В печени содержится значительное количество ретинола, железа, меди, фосфора и жирорастворимых гормональных веществ, в почках – витаминов группы В, в мозгах – много белков, фосфора, железа. Из субпродуктов готовят первые и вторые блюда, а также целый ряд кулинарных изделий.

В современном мире птицеводческая отрасль играет значительную роль в обеспечении населения высококачественными продуктами питания животного происхождения. Рациональная переработка птицы – одно из направлений повышения рентабельности птицеводческой продукции [6].

Объективными предпосылками для развития птицеводства и птицеперерабатывающей отрасли служат высокая экономическая эффективность и пищевая ценность мяса птицы. Мясо птицы – это уникальный продукт, привлекающий производителей коротким периодом производства, а потребителей – дешевизной и пищевой ценностью. Оно не имеет этнических и религиозных ограничений и потребляется всеми социальными слоями населения и представителями всех религиозных конфессий.

Быстрый рост производства мяса птицы определяется целым рядом факторов, таких как:

- интенсификация производства;
- высокий уровень механизации производства;
- возможность производства «удобной» для потребителя продукции;
- быстрое развитие сети общественного питания;
- широкое использование специализированного оборудования;
- постоянно растущий потребительский спрос.

Птицеводческая отрасль – одна из важнейших составляющих агропромышленного комплекса России. В каждой области, крае и республике построены и работают десятки птицефабрик, которые являются основными поставщиками не только яиц и диетического мяса, но пухо-перового сырья для легкой промышленности, экологически чистых и высокоэффективных органических удобрений для земледельцев. Основная цель специалистов мясной от-

расли на сегодняшний день – насытить отечественные магазины высококачественным и дешевым источником животного белка, которым является мясо птицы. Для этого есть все предпосылки, которые сводятся к тому, что усиливается забота покупателя о собственном здоровье и увеличивается потребление глубоко переработанных продуктов, наиболее приспособленных к новым ритмам жизни и к изменениям в потребительских предпочтениях.

Помимо того, что мясо птицы считается самым дешевым сырьем, оно является одним из основных источников белка для организма человека, и изделия из него имеют большое значение для здоровья. Белок мяса птицы обладает высокой биологической и пищевой ценностью, максимально расщепляется пищеварительными ферментами. Он полноценен по составу аминокислот, а коэффициент усвоения белка организмом человека превышает 90%. Высокая пищевая и биологическая ценность белков мяса обусловлена практически полной перевариваемостью их ферментами желудочно-кишечного тракта, значительным содержанием и оптимальным соотношением незаменимых аминокислот. Именно поэтому мясо и мясные продукты как один из основных источников белка имеют большое значение в питании человека. Конечно, его потребности удовлетворяются не только мясом и мясными продуктами, причем многие потребители полагают, что разнообразная пища более полезна, чем сбалансированная по основным питательным веществам. По пищевой ценности мясо птицы практически не отличается от мяса сельскохозяйственных животных – говядины, свинины, баранины, так что все эти виды мяса являются вполне взаимозаменяемыми продуктами питания человека. С экономической точки зрения, мясо птицы, напротив, гораздо предпочтительнее. Как показывает опыт промышленного производства, применяя определенные технологические приемы, из куриного мяса можно вырабатывать продукты с отличными вкусовыми качествами. Такие продукты из мяса птицы, как ветчины, рулеты, копченые и копчено-запеченные изделия, вареные и полукопченые колбасы и другие продукты по вкусовым качествам не хуже аналогичных изделий из говядины, свинины или баранины, а некоторыми потребителями оцениваются выше [1, 4, 5].

Мясо курицы – самое диетическое из всех видов мяса. Кроме того, куриное филе – это источник легкоусвояемых белков, протеинов, витаминов, аминокислот и минералов. В мясе птицы также содержится фосфор, магний, кальций, железо, цинк, небольшое количество марганца и йода, витамины группы В, витамин А и витамин РР. Бройлерное куриное мясо, в частности грудка, содержит большое количество белка. Белки куриного мяса лучше усваиваются, чем, например, белки говядины. Куриное мясо способствует укреплению иммунитета. В нем много полиненасыщенных жирных кислот, которые предотвращают целый ряд сердечных заболеваний. Витамины группы В нормализуют обменные процессы, включая жировой, белковый, углеводный, а также благотворно влияют на центральную нервную систему. Витамины В₂ и В₆ помогают поддерживать здоровье ногтей и кожи, В₉ способствует нормализации процесса кроветворения, а В₁₂ помогает бороться с бессонницей и депрессией. Мясо курицы – идеальный продукт для людей, страдающих заболеваниями желудочно-кишечного тракта, диабетом и ожирением. Белое мясо куриных грудок считается самым полезным, по минимальному содержанию холестерина оно уступает только рыбе.

Уже в глубокой древности люди имели понятие о целебных свойствах печени: в Египте из печени готовили очень много блюд, а великий Авиценна ещё в XI веке в своём известном медицинском трактате предписывал давать больным с ослабленным зрением сок козьей печени, хотя о витамине А тогда ещё не знали.

Чем же полезна печень? В ней очень много полноценных белков, в состав которых входят такие важные элементы, как железо и медь, причём в легкоусвояемой форме. Железо необходимо нашему организму для нормального синтеза гемоглобина, а медь давно известна своими противовоспалительными свойствами. Кроме этих элементов, печень содержит кальций, магний, натрий, фосфор, цинк; витамины А и С, витамины группы В; аминокислоты: триптофан, лизин, метионин. Особенно богата печень витамином А, который необходим для здоровья почек, работы мозга, нормального зрения, а также для гладкой кожи, густых волос и крепких зубов.

Правильно приготовленное из свежей печени блюдо может обеспечить нашему организму полную дневную норму многих витаминов и минералов, поэтому печень так полезна маленьким детям, беременным женщинам и людям, склонным к атеросклерозу и диабету.

В печени также вырабатывается особое вещество – гепарин, используемое в медицине для того, чтобы нормализовать у пациентов свёртываемость крови. Так что печень полезна и для профилактики такого опасного заболевания, как тромбоз.

В Корее куриную печень употребляют при переутомлении, синдроме хронической усталости, ослабленном зрении, болезнях лёгких, а также для восстановления после болезни и родов.

Она очень полезна маленьким детям, так как в ней много фолиевой кислоты, но давать им куриную печень можно, только будучи уверенным в том, что она абсолютно свежая. Фолиевая кислота (витамин В₉) принимает участие в регенеративных процессах тканей и органов. Это один из главных витаминов будущей мамы и её малыша: фолиевая кислота отвечает за формирование плаценты и развитие нервной системы плода. Печень курицы является неотъемлемым блюдом многих национальных кухонь. Польза куриной печени заключается в несравненной помощи и улучшении общего состояния внутренних тканей организма человека. Большую пользу приносят блюда, приготовленные из печени курицы, желудочно-кишечному тракту. Куриная печень содержит большое количество рибофлавина, или всем известного витамина В₂, помогающего в усвоении железа, образованию гемоглобина. Приготовив блюдо из куриной печени всего один раз в месяц, можно восстановить нарушенный баланс витамина В₂ в организме человека. Недостаток рибофлавина может привести к анемии.

Входящие в состав печени курицы селен и йод приносят огромную пользу щитовидной железе, помогают бороться с токсинами, поддерживают кровь человека в здоровом состоянии. Мощным антиоксидантом является входящий в состав куриной печени витамин С, или аскорбиновая кислота. Именно аскорбиновая кислота, содержащаяся в печени курицы, необходима для синтеза ДНК. Считается, что куриная печень, приготовленная самым незатейливым способом, обеспечивает практически половину необходимой дневной дозы витамина С.

Холин, входящий в состав печени, помогает значительно улучшить память и функционирование мозговой деятельности. Железо, содержащееся в составе печени курицы, также определяет неизменную пользу куриной печени. Включая в рацион питания этот продукт, можно предотвратить железодефицитную анемию, особенно, когда представительницы прекрасной половины населения планеты часто находятся на диете.

Блюда, приготовляемые из печени курицы, отличаются довольно низкой калорийностью, поэтому их можно использовать, как полезное низкокалорийное питание. Необходимо помнить, что существует определенная приемлемая дозировка белка, требующаяся человеческому организму для нормальной жизнедеятельности. Для взрослого человека такая норма составляет примерно 60 граммов белка в день. При этом стоит отметить, что в 100 граммах куриной печени содержится почти половина суточной необходимой нормы высококачественного белка для взрослого работоспособного человека [2, 3].

На 100 граммов жареной куриной печени приходится 170 ккал. Для эффективного снижения веса необходимо использовать для приготовления блюд из печени оливковое масло, что еще больше снизит калорийность таких блюд. Можно сделать вывод, что печень может служить обогащающей добавкой в технологии производства мясных изделий.

Технико-технологическая карта производства обогащенного куриного рубленого полуфабриката с добавлением куриной печени представлена в таблице 1.

Печень тщательно очистить от прозрачной плёнки, вырезать прожилки и крупные вены, осмотреть на предмет потеков желчи или остатков желчного пузыря. При обнаружении таковых пострадавшее место на куске вырезают и выкидывают. Промытую печень нарезают на кусочки и пропускают через мясорубку.

Таблица 1 – Техничко-технологическая карта производства обогащенного куриного рубленого полуфабриката

Нормативный документ (ГОСТ, ТУ)	Наименование сырья	Расход сырья на 1 шт. готовых изделий, г		Расход сырья на 100 шт. готовых изделий, г	
		брутто	нетто	брутто	нетто
ГОСТ Р 52702-2006	Курица	61,6	29,6	6160,0	2960,0
ГОСТ Р 53157-2008	Печень куриная	9,8	7,4	980,0	740,0
ГОСТ 26987-86	Хлеб пшеничный 1 сорт	9	9	900,0	900,0
ГОСТ Р 52090-2003	Молоко, жирность 2,5%	13	13	1300,0	1300,0
ГОСТ 28402-89	Сухари панировочные	11	10	1100,0	1000,0
ГОСТ Р 52702-2006	Внутренний жир	2	2	200,0	200,0
ГОСТ Р 51574-2000	Соль поваренная	3	3	300,0	300,0
ГОСТ 29050-91	Перец черный молотый	0,05	0,05	5	5
	Масса полуфабриката		66,05		6605,0
ГОСТ 1829-73	Маргарин столовый	3	3	300,0	300,0
	Выход		50		5000,0

Мясо птицы нарезают на кусочки и пропускают через мясорубку вместе с внутренним жиром. Измельченное мясо соединяют с замоченным в молоке или воде хлебом, кладут соль, молотый перец, хорошо перемешивают, пропускают через мясорубку и выбивают. В котлетную массу добавляют фарш из печени, порционируют, панируют в сухарях или белой панировке (хлеб можно нарезать в виде соломки или кубиков), формируют котлеты, которые затем обжаривают в течении 5 минут с обеих сторон и доводят до готовности в жарочном шкафу (5-7 минут).

Для исследования органолептических показателей и показателей качества и безопасности были приготовлены 3 образца котлет рубленых из птицы с добавлением куриной печени и 1 контрольный образец, приготовленный по традиционной рецептуре:

– полуфабрикат рубленый, приготовленный по традиционной рецептуре по Сборнику рецептов.

– полуфабрикат рубленый с добавкой из фарша куриного в количестве 10% от куриного фарша – образец № 1.

– полуфабрикат рубленый с добавкой из фарша куриного в количестве 15% от куриного фарша – образец № 2.

– полуфабрикат рубленый с добавкой из фарша куриного в количестве 20% от куриного фарша – образец № 3.

Из всех образцов были выпечены полуфабрикаты для дальнейшего исследования, образцам которых присвоены те же номера. Показатели влажности котлеты рубленой из птицы соответствуют нормам. Наиболее низкую влажность среди исследуемых образцов с добавкой куриной печени имеет образец № 1 с добавлением фарша из печени в количестве 10% (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-химические показатели обогащенного куриного рубленого полуфабриката

Исследуемые	Влажность, %
Контроль	62,97
Образец №1	64,20
Образец №2	65,14
Образец №3	67,00

Органолептические показатели любых изделий служат основным критерием, на которые ориентируется потребитель при выборе товара. На органолептические показатели рубленых котлет существенное влияние оказывает применяемое сырье, в частности фарш из печени. Органолептическую оценку проводили в соответствии с ГОСТ 9959-91 «Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки»:

- 25 баллов – отличный уровень качества;
- 24-20 баллов – хороший уровень качества;
- 19-10 баллов – удовлетворительный уровень качества;
- Менее 10 баллов – неудовлетворительный уровень качества.

Определяя органолептические показатели котлет, обращали внимание на внешний вид изделия, его консистенцию, вкус и запах. По внешнему виду все изделия соответствовали требованиям, предъявляемым к данным продуктам: форма соответствовала виду изделий, панировка лежала ровно, поверхность изделий – без трещин и рваных краев. Вкус и запах котлет соответствовали данному виду изделия (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние добавки на показатели качества выпеченных изделий

Показатели качества	Контроль	Исследуемые образцы			
		№1 (10%)	№2 (15%)	№3 (20%)	№4 (25%)
Влажность, %	62,97	64,2	65,14	67	69
Органолептическая оценка, балл	25	23	24	25	21

Данные таблицы показывают, что при добавлении фарша из печени в количестве 25% и более ухудшаются органолептические показатели, а именно изменяется цвет полуфабриката, становится более темным. При введении добавки до 20% включительно она абсолютно не ощущается на вкус и запах. Так же с увеличением количества добавки влажность изделий увеличивается.

Таблица 4 – Витаминный состав обогащенного куриного рубленого полуфабриката

Изделия	Витамины, мг%				
	Витамин А	Витамин С	Витамин В ₂	Витамин РР	Витамин В ₁₂
Контроль	40 мкг	1,375	0,16	5,8	–
Проба №3 (20%)	681,63	5,5	0,7	6,2	3,99

Данные таблицы 4 показывают, что при добавлении фарша печени в количестве 20% от массы курицы полученные полуфабрикаты куриные содержат витамины А, С, РР, В₂, В₁₂.

Так же был исследован минеральный состав выпеченных изделий. Данные исследований представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Содержание макро- и микроэлементов в котлетах

Изделия	Макро- и микроэлементы, мг				
	К	Са	Na	Р	Fe
Контроль	65,96	5,4	23,8	56,1	0,54
Проба №3 (20%)	68,62	7,4	29,98	63,2	2,69

Разработанное изделие характеризуется повышенным содержанием калия, кальция, натрия, железа, фосфора. Это объясняется тем, что куриная печень превосходит куриное мясо по содержанию данных веществ. В печени очень много полноценных белков, в состав которых входят такие важные элементы, как железо и медь, причём в легкоусвояемой форме. Железо необходимо нашему организму для нормального синтеза гемоглобина, а медь давно известна своими противовоспалительными свойствами. Кроме этих элементов печень содержит кальций, магний, натрий, фосфор.

На основании экспериментальных данных и теоретических расчетов была определена пищевая ценность выпеченных мясных изделий. Данные о пищевой ценности представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Пищевая ценность выпеченных мясных изделий

Показатели	Содержание в 100 г	
	Котлета, приготовленная по традиционной рецептуре	Котлет, приготовленная по разработанной рецептуре (20%)
Влажность, %	62,97	67
Белки, г	4,02	8,66
Витамин С, мг%	1,37	5,5
Зола, г	0,333	1,33

Из таблицы 6 видно, что разработанная котлета с добавкой в виде фарша из печени в количестве 20% от массы курицы отличается от контрольного образца повышенным содержанием белка, золы, макро- и микроэлементов, витаминов А и С. Увеличение влажности позволило сделать изделие более сочным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипова, Л.В. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 384 с.
2. Лисицын, А.Б. Теория и практика переработки мяса / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов. – М.: ВНИИМП, 2004. – 369 с.
3. Лукин, А.А. Гистологические изменения субпродуктов II категории крупного рогатого скота под действием ферментного препарата животного происхождения / А.А. Лукин // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – №5 (16). – С. 28-33.
4. Лукин, А.А. Дифференциально-термический анализ белкового полуфабриката / А.А. Лукин // Аграрный вестник Урала. – 2013. – №3 (109). – С. 36-37.
5. Лукин, А.А. Исследование и разработка технологии мясного хлеба с использованием вторичного коллагенсодержащего сырья / А.А. Лукин. – Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2013. – 103 с.
6. Салаватулина, Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве / Р.М. Салаватулина. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 240 с.

Лукин Александр Анатольевич

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Оборудования и технологии пищевых производств»
454080, г. Челябинск, проспект им. В.И. Ленина, 78-б
Тел: (351) 267-99-53
E-mail: lukin321@rambler.ru

Чаплинский Вячеслав Валентинович

Челябинская государственная агроинженерная академия
Кандидат биологических наук, заведующий кафедрой
«Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции»
454080, г. Челябинск, ул. Сони Кривой, 48
Тел. (351) 265-55-96
E-mail: fpt_09@mail.ru

A.A. LUKIN, V.V. CHAPLINSKY

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND RECIPE ENRICHED CHOPPED CHICKEN SEMIS

The article presents the results of a study on the development of technology and formulation enriched chicken chopped semi. Calculated the nutritional value of the finished product. Studied organoleptic enriched chicken semis.

Keywords: *chopped semi, technology, raw meat, nutritional value.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Antipova, L.V. Ispol'zovanie vtorichnogo kollagensoderzhashhego syr'ja mjasnoj promyshlennosti / L.V. Antipova, I.A. Glotova. – SPb.: GIORD, 2006. – 384 s.
2. Lisicyn, A.B. Teorija i praktika pererabotki mjasa / A.B. Lisicyn, N.N. Lipatov. – M.: VNIIMP, 2004. – 369 s.
3. Lukin, A.A. Gistologicheskie izmeneniya subproduktov II kategorii krupnogo rogatogo skota pod dejstviem fermentnogo preparata zhivotnogo proishozhdenija / A.A. Lukin // Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyh produktov. – 2012. – №5 (16). – S. 28-33.
4. Lukin, A.A. Differencial'no-termicheskiy analiz belkovogo polufabrikata / A.A. Lukin // Agrarnyj vestnik Urala. – 2013. – №3 (109). – S. 36-37.
5. Lukin, A.A. Issledovanie i razrabotka tehnologii mjasnogo hleba s ispol'zovaniem vtorichnogo kollagensoderzhashhego syr'ja / A.A. Lukin. – Cheljabinsk: IC JuUrGU, 2013. – 103 s.
6. Salavatulina, R.M. Racional'noe ispol'zovanie syr'ja v kolbasnom proizvodstve / R.M. Salavatulina. – SPb.: GIORD, 2005. – 240 s.

Lukin Alexander Anatolievich

South Ural State University (National Research University)
Candidate of technical sciences, assistant professor at the department of
«Equipment and technology of food production»
454080, Chelyabinsk, prospekt V.I. Lenina, 78-b
Tel. (351) 267-99-53
E-mail: lukin321@rambler.ru

Chaplinskiy Vyacheslav Valentinovich

Chelyabinsk State Academy of Agroengineering
Candidate of biological science, head of the department
«Storage and processing of agricultural products»
454080, Chelyabinsk, ul. Sony Krivoj, 48
Tel. (351) 265-55-96
E-mail: fpt_09@mail.ru

УДК 637.181:[633.34:66.094.941

О.В. САФРОНОВА, Л.А. САМОФАЛОВА, Е.Н. ДЕМИНА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА НИЗКОЛАКТОЗНЫХ МОЛОКОСОДЕРЖАЩИХ СКВАШЕННЫХ НАПИТКОВ

Показана возможность применения гидролизата сои из прорастающих семян в технологии функциональных сквашенных напитков, что позволит расширить ассортимент полезных для народного хозяйства продуктов, в частности для удовлетворения части потребителей с непереносимостью казеина и лактозы и обогащения рациона незаменимыми факторами питания.

***Ключевые слова:** прорастающие семена сои, гидролизат, молокосодержащая смесь, заквасочные культуры.*

Как показывает практика, применение растительных заменителей молока в производстве комбинированных и аналогов молочных продуктов позволяет не только увеличить ресурсы предприятий и расширить ассортимент экологически чистой продукции, но и повысить пищевую ценность готовых продуктов, обогатить их функциональными ингредиентами, учитывается также интолерантность к лактозе и сверхчувствительность к белкам молока определенной части населения, включая взрослых и детей.

Полученный нами гидролизат из прорастающих семян сои [1] полноценен по основному химическому составу и витаминной ценности, не содержит холестерина и лактозы, по количеству сухих веществ и плотности приближен к коровьему молоку. Нами установлено, что полученный гидролизат и смесь гидролизата и молока коровьего (1:1) обладают стимулирующим действием на рост бифидобактерий *B. bifidum*, что связано с присутствием в гидролизате пептидного комплекса – более доступного источника азотистого питания и витаминов [2].

Цель данного исследования – создание нового ассортимента безлактозных и низколактозных пробиотических продуктов на гидролизате сои и смеси гидролизата и коровьего молока.

Установлено, что гидролизат сои без внесения каких-либо добавок мало пригоден для производства кисломолочных продуктов. Добавление коровьего молока интенсифицирует процесс сквашивания в прямопропорциональной зависимости.

Для нахождения оптимальных органолептических характеристик молокосодержащей смеси были составлены модельные образцы различного процентного соотношения соевой основы к молоку коровьему 50:50, 70:30 соответственно. Образцы оценивались по органолептическим и физико-химическим показателям (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели молокосодержащей смеси в соотношении 50:50 и 70:30

Показатель	Смесь из гидролизата сои и молока коровьего в соотношении	
	50:50	70:30
Внешний вид и консистенция	однородная, слабо расслаивающаяся жидкость	
Вкус и запах	бобовый освежающий	
Цвет	белый	белый с желтоватым оттенком
Плотность, г/см ³	1,017	1,015
Кислотность, °Т	15	12

В образцах исследуемые показатели максимально приближены к коровьему молоку, но образец 70:30 имел пониженную кислотность.

Сквашивание молокосодержащей смеси (50:50) проводили 3 опытными образцами заквасочных культур (1 – *Lactococcus lactic*, *Acetobacter aceti*; 2 – *Streptococcus thermophilus*,

Lactobacillus bulgaricus; 3 – кефирная закваска) с добавлением в каждый образец *B. bifidum*. Полученные образцы оценивались по органолептическим показателям и по кислотности на конец сквашивания смеси.

На основе полученных данных была составлена смесь чистых культур: термофильного молочнокислого стрептококка (*Streptococcus thermophilus*) и молочнокислой болгарской палочки (*Lactobacillus bulgaricus*) с добавлением *B. bifidum* в соотношении 1:1:2.

Полученные результаты послужили основой для разработки сквашенных молокосодержащих напитков.

Оптимальными были признаны образцы с содержанием закваски 5%. При этом опытный продукт имел титруемую кислотность 53°Т (для смеси 70:30) и 65°Т (для смеси 50:50) (рисунок 1).

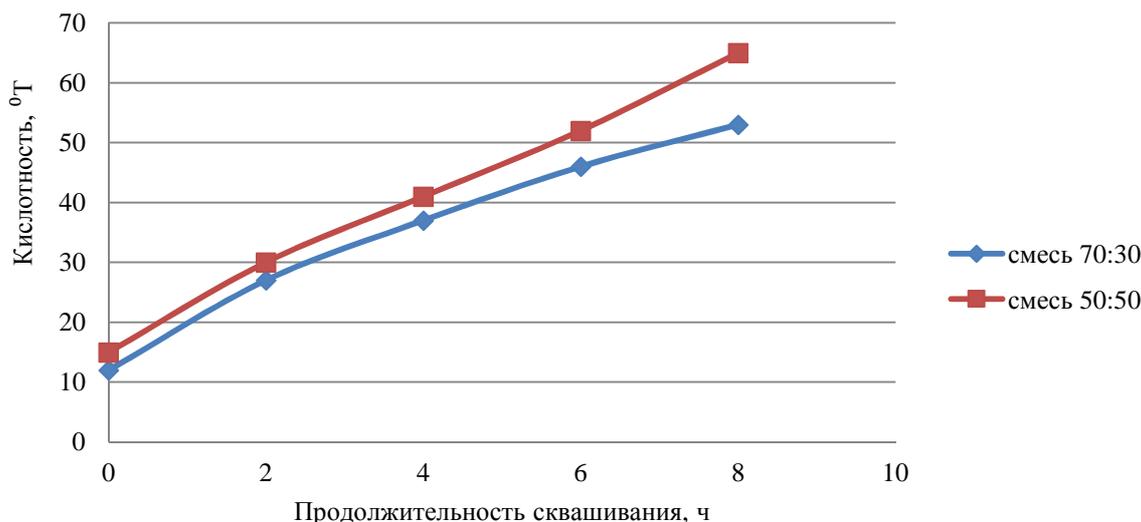


Рисунок 1 – Зависимость нарастания кислотности от продолжительности сквашивания смеси гидролизата сои и молока коровьего

Титруемая кислотность готовых продуктов ниже на 5-10°Т по сравнению с традиционными кисломолочными, как установлено при дегустации, это положительно сказывается на качестве продукта, т.к. потребители обычно предпочитают слабокислый вкус.

В качестве вкусовых наполнителей, а также дополнительных источников витаминов вводили фруктовые наполнители (персиковый нектар, морковное пюре). Для корректировки продукта по сухим веществам применяли молоко сухое обезжиренное.

Технологическая схема производства напитков не имеет принципиальных отличий от традиционной технологии йогурта, при этом *B. bifidum* вносят на стадии сквашивания. Кроме того, замена основного сырья на растительное в напитке не требует модификации традиционного технологического оборудования.

Содержание остаточной активной микрофлоры на конец хранения (72 ч) составляет $1 \cdot 10^7$ термофильного стрептококка и болгарской палочки, $1 \cdot 10^7$ бифидобактерий. При микроскопировании опытных образцов напитков посторонняя микрофлора не обнаруживалась.

Результаты органолептической оценки качества свидетельствуют о хорошей сохраняемости всех образцов напитков, в течение всего срока хранения (72 ч).

Анализ расчетных данных показал, что введение в напиток гидролизата сои вызвало увеличение числа незаменимых аминокислот.

Результаты исследования физико-химических показателей качества полученных продуктов представлены в таблице 2.

Таким образом, разработанные напитки полноценны по химическому составу, имеют пониженную энергетическую ценность и содержат сбалансированный по аминокислотному составу белковый комплекс. В связи с этим напитки рекомендованы в диетическом питании.

Таблица 2 – Физико-химические показатели разработанных напитков

Наименование показателя	Значение показателя для продукта				
	«Ромашка»	«Стимул»	«Айболит»	«Дарина»	«Витамин»
Массовая доля белка, %, не менее	3,4	3,9	2,7	3,4	4,0
Массовая доля жира, %, не менее	0,6	0,7	0,4	0,4	1,0
Массовая доля углеводов, %, не менее	7,0	6,3	4,6	7,0	6,3
Массовая доля сахарозы, %, не менее	–	–	4,0	–	–
Энергетическая ценность, ккал	47	47	49	46	49
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	12,0				
Кислотность, °Т	от 65 до 75				

Апробация новой технологии в производственных условиях и оценка экономической эффективности внедрения молокосодержащих сквашенных напитков подтвердили их использование с целью получения полезных для народного хозяйства продуктов, в частности для удовлетворения части потребителей с непереносимостью казеина и лактозы и обогащения рациона незаменимыми факторами питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Способ получения растительного напитка: пат. 2338432 Российская Федерация: МПК 17 A23L 2/38 / Л.А. Самофалова, О.В. Сафронова; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ОрелГТУ». – №2006138773/13; заявл.02.11.06, опубл. 20.11.08, Бюл. №32.
2. Самофалова, Л.А. Изучение активности роста и морфологических бифидобактерий на основе из прорастающих семян сои и комбинированной смеси с молоком коровьим / Л.А. Самофалова, О.В. Сафронова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – №2 (13). – С. 29-35.

Сафронова Оксана Викторовна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры
«Технология и товароведение продуктов питания»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-99
E-mail: oksana-orel@mail.ru

Самофалова Лариса Александровна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Доктор технических наук, профессор кафедры «Химия и биотехнология»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-92
E-mail: lalsamof@rambler.ru

Демина Екатерина Николаевна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и товароведение продуктов питания»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-99
E-mail: deminakate@rambler.ru

O.V. SAFRONOVA, L.A. SAMOFALOVA, E.N. DEMINA

THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND COMPREHENSIVE QUALITY EVALUATION OF LOW LACTOSE MILK FERMENTED BEVERAGES

The possibility of application of the hydrolyzate of soybean from germinating seeds in technology functional fermented beverages, which will expand the range useful for the national economy products, in particular to meet some consumers are intolerant to casein and lactose and enrichment of the diet of essential nutrition.

Keywords: *germinating seeds of soybean hydrolysate, milk mixture, starter culture.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Sposob poluchenija rastitel'nogo napitka: pat. 2338432 Rossijskaja Federacija: MPK 17 A23L 2/38 / L.A. Samofalova, O.V. Safronova; zajavitel' i patentoobladatel' GOU VPO «OrelGTU». – №2006138773/13; zajavl.02.11.06, opubl. 20.11.08, Bjul. №32.

2. Samofalova, L.A. Izuchenie aktivnosti rosta i morfologicheskikh bifidobakterij na osnove iz prorastajushhih semjan soi i kombinirovannoj smesi s molokom korov'im / L.A. Samofalova, O.V. Safronova // Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyyh produktov. – 2012. – №2 (13). – S. 29-35.

Safronova Oksana Viktorovna

State University-Education-Science-Production Complex
Candidate of technical sciences, senior lecturer at the department of
«Technology and commodity science of food»
302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29
Tel. (4862) 41-98-99
E-mail: oksana-orel@mail.ru

Samofalova Larisa Alexandrovna

State University-Education-Science-Production Complex
Doctor of technical sciences, professor at the department of «Chemistry and biotechnology»
302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29
Tel. (4862) 41-98-92
E-mail: lalsamof@rambler.ru

Demina Ekaterina Nikolaevna

State University-Education-Science-Production Complex
Candidate of technical sciences, assistant professor at the department of
«Technology and commodity science of food»
302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29
Tel. (4862) 41-98-99
E-mail: deminakate@rambler.ru

УДК 637.5

Э.Ю. МИШКЕВИЧ, А.А. ЗАПОРОЖСКИЙ, С.П. ЗАПОРОЖСКАЯ, Г.И. КАСЬЯНОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕЛКОВОГО КОМПОЗИТА ИЗ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ И БЕЛКОВ БОБОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ БИОКОРРЕГИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

*Обоснован рецептурно-компонентный состав белкового композита из коллагенсодержащего сырья и белков бобовых культур. Ферментация сырья проводилась с помощью симбиотического микробного консорциума. Практическое применение белкового композита при разработке биокорректирующих продуктов *in vitro* на мясной основе осуществлялось на примере мясного паштета. Оптимизация рецептуры белкового композита проводилась с применением симплекс-метода, реализованного в пакете прикладных программ MS Excel. Табличный редактор MS Excel предоставляет большие возможности в рецептурных расчетах, не уступая по своим функциональным возможностям специальным математическим программам, а при прочих равных условиях отличаясь от других аналогов простотой интерфейса.*

Ключевые слова: белковый композит, мясной паштет, симплекс-метод, целевая функция, биологическая ценность.

Современная наука о питании подтверждает тот факт, что пища является одним из основополагающих факторов, влияющих на состояние здоровья населения.

По данным экспертов ФАО/ВОЗ в зависимости от национально-региональных факторов здоровье нации на 58-72% определяется количественным содержанием и качественным составом нутриентов потребляемых продуктов питания. Эта взаимосвязь прослеживается в следующем: дисбаланс в структуре питания приводит, в первую очередь, к нарушению обмена веществ и снижению эффективности работы защитных систем организма – от чего в дальнейшем страдают остальные органы и системы человеческого организма.

Основываясь на данных, полученных группой независимых экспертов в пяти крупных субъектах Российской Федерации, можно утверждать, что основную часть суточного рациона россиянин в основном (на 39-43%) составляют хлебобулочные изделия и картофель, уровень потребления базовых источников животных белков, фруктов и овощей на 46-80% ниже рекомендуемых норм. Белковый компонент пищи на 60% представлен продуктами растительного происхождения; источники животного белка – мясные, молочные, рыбные и яйцо-продукты – обеспечивают в суточном рационе в среднем лишь 18,0, 11,8, 6,3 и 4,3% белка соответственно, а количество потребляемого белка в зависимости от уровня медико-биологических норм достигает всего 40% [1].

Выходом из сложившейся ситуации может стать разработка новых видов продуктов на мясной основе, спроектированных и оптимизированных в соответствии с принципами нутрициологии, теоретическими постулатами современных теорий о питании и медико-биологическими нормами, а также обладающих биокорректирующими свойствами.

В этой связи целью работы стало обоснование компонентного состава и компьютерное проектирование рецептуры белкового композита из коллагенсодержащего сырья и белков бобовых культур в технологии биокорректирующих продуктов питания на мясной основе.

Для этого предварительно был проанализирован биохимический состав и оценен биотехнологический потенциал коллагенсодержащего сырья крупного рогатого скота, свиней и домашней птицы, а также плодов бобовых культур. В результате чего объектами дальнейших исследований стали говяжье сердце, свиная шековина и зерно чечевицы зеленой.

Основываясь на опыте использования чистых культур микроорганизмов при производстве продуктов специального назначения, ферментация сырья осуществлялась консорциумом молочнокислых бактерий и микрококка. Схема получения белкового композита представлена на рисунке 1.

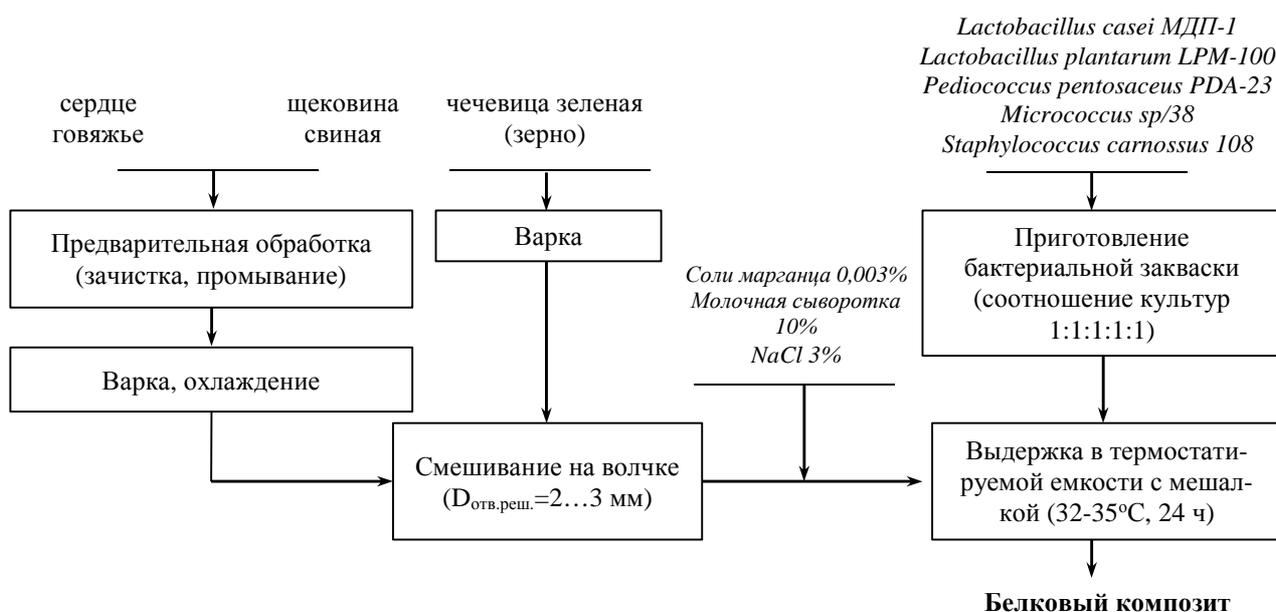


Рисунок 1 – Схема получения белкового композита

Оптимизация рецептуры белкового композита осуществлялась с помощью линейного программирования, а именно симплекс-метода, реализованного в пакете прикладных программ MS Excel [2] (рисунок 2).

Имя	сердце говьяжье	щекovina свиная	чечевица	ЦФ	напр	
кол-во, д.ед	0,6662677	0,179115834	0,1332066			
коэф. в ЦФ	7,3	2,18	8,84	6,43177	max	
ограничения						
вид				левая часть	знак	правая часть
Белок	16	6,38	24	15	≥	8
Жир	3,5	69,61	1,5	15	≥	15
Углеводы	2	0	46,3	7,5	≥	7,5
Белок	16	6,38	24	15	≤	15
Жир	3,5	69,61	1,5	15	≤	20
Углеводы	2	0	46,3	7,5	≤	10
кол-во ед. продукта	1	1	1	1	=	1

Рисунок 2 – Расчет соотношения компонентов смеси для белкового композита

В результате математической подстановки задачи целевая функция белкового композита имеет следующий вид:

$$7,3 x_1 + 2,18 x_2 + 8,84 x_3 \leq \max. \quad (1)$$

В качестве критериев функции цели были приняты суммы незаменимых аминокислот продуктов, составляющих основу композита.

Для оценки пищевой адекватности белкового композита определяли коэффициент различий аминокислотного сора (КРАС) и биологическую ценность (БЦ) с учетом, чтобы биологическая ценность суммарного белка разрабатываемого продукта максимально приближалась к биологической ценности «идеального» белка по шкале ФАО/ВОЗ [3].

В частности, коэффициент КРАС (%) рассчитывается по формуле 1 и показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты:

$$КРАС = \sum \Delta PAC / n, \quad (2)$$

где ΔPAC – различия аминокислотного сора аминокислоты;
 n – количество незаменимых аминокислот.

$$\Delta PAC = C_i - C_{min}, \quad (3)$$

где C_i – скор i -ой незаменимой аминокислоты, %;
 C_{min} – минимальный из скоров незаменимых аминокислот, %.

Биологическая ценность (БЦ, %) пищевого белка определяли по формуле 4:

$$БЦ = 100 - КРАС, \quad (4)$$

На рисунках 3 и 4 представлен расчет биологической ценности белкового композита до и после ферментации.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Расчет биологической ценности по белковому компоненту смеси до ферментации							
2								
3	Наименование аминокислоты	Массовая доля гр/100 гр "идеального белка"	Массовая доля гр/100 гр исследуемого	Химический скор, %	Мин. скор, %	PAC	KRAS	Биологическая ценность
4	валин	5,0	5,5	110%				
5	изолейцин	4,0	4,8	120%				
6	лейцин	7,0	8,4	120%				
7	лизин	5,5	8,2	149%				
8	метионин + цистин	3,5	3,0	86%	86%	251%	31%	69%
9	треонин	4,0	4,4	110%				
10	триптофан	1,0	1,2	120%				
11	фенилаланин + тирозин	6,0	7,3	122%				

Рисунок 3 – Расчет биологической ценности по белковому компоненту смеси до ферментации

	A	B	C	D	E	F	G	H
14	Расчет биологической ценности по белковому компоненту смеси после ферментации							
15								
16	Наименование аминокислоты	Массовая доля гр/100 гр "идеального белка"	Массовая доля гр/100 гр исследуемого	Химический скор, %	Мин. скор, %	PAC	KRAS	Биологическая ценность
17	валин	5,0	5,3	106%				
18	изолейцин	4,0	4,9	123%				
19	лейцин	7,0	7,7	110%				
20	лизин	5,5	8,3	151%				
21	метионин + цистин	3,5	3,5	100%	100%	168%	21%	79%
22	треонин	4,0	4,0	100%				
23	триптофан	1,0	1,6	160%				
24	фенилаланин + тирозин	6,0	7,1	118%				

Рисунок 4 – Расчет биологической ценности по белковому компоненту смеси после ферментации

Данные газохроматографического анализа белкового композита показали, что через 24 часа ферментации при температуре 32-35°C уменьшилось содержание ароматических аминокислот (фенилаланина, тирозина), аминокислот с разветвленной цепью (лейцина, валина) и треонина, поскольку эти аминокислоты участвуют в процессах образования вкусоароматических соединений. Тем не менее, увеличилось содержание изолейцина, лизина, ме-

тионина, цистеина и триптофана, что обусловлено жизнедеятельностью симбиотического микробного консорциума. Практическое применение белкового композита для разработки биокорректирующих продуктов *in vitro* на мясной основе осуществлялась на примере мясного паштета. За основу была взята рецептура мясного паштета «Украинский» 1 сорта. Приготовление паштета осуществлялось в соответствии с традиционной технологической схемой и режимами изготовления, включая дополнительную операцию по получению белкового композита и введению его в фарш.

Биокорректирующие свойства мясного паштета нацелены на поддержание общего иммунитета. Их реализация осуществляется посредством оптимизации местного иммунитета кишечника за счет стабилизации микрофлоры желудочно-кишечного тракта, увеличения доступа пищеварительных ферментов к коллагенсодержащим компонентам паштета, а также повышения биологической ценности готового продукта. Дополнительно в рецептуру включены шпинат и сладкий красный перец – известные источники витаминов А и С.

Микробиологические показатели, содержание токсичных элементов, антибиотиков, пестицидов в опытном образце паштета не превышают допустимых уровней, установленных СанПиН 2.3.2.1078-01.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогов, И.А. Проектирование комбинированных продуктов питания: методическое указание / И.А. Рогов, А.И. Жаринов, Ю.А. Ивашкин, Н.И. Дунченко, М.А. Никитина, М.Ю. Попова, С.В. Купцова. – М.: ФГБОУ ВПО МГУПБ, 2005. – 44 с.
2. Литвинова В.А. Разработка рецептуры и товароведная оценка мясных полуфабрикатов с использованием растительного сырья: 05.18.15 «Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания»: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд.техн.наук. / Вера Анатольевна Литвинова; [Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского]. – М., 2012. – 25 с.
3. Надточий, Л.А. Проектирование белковой составляющей продуктов питания в табличном редакторе Microsoft Excel [Электронный ресурс] / Л.А. Надточий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2013. – №2. – Режим доступа: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

Мишкевич Эвелина Юрьевна

Кубанский государственный технологический университет
Инженер УАиД, аспирант кафедры «Технология производства продуктов животного происхождения»
350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2
Тел. 8-928-419-29-08
E-mail: evelina.mishkevitch@yandex.ru

Запорожский Алексей Александрович

Кубанский государственный технологический университет
Доктор технических наук, декан ФЗиДО, профессор кафедры
«Технология производства продуктов животного происхождения»
350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2
Тел. 8-928-419-29-08
E-mail: evelina.mishkevitch@yandex.ru

Запорожская Светлана Павловна

Кубанский государственный технологический университет
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология производства продуктов животного происхождения»
350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2
Тел. 8-928-419-29-08
E-mail: evelina.mishkevitch@yandex.ru

Касьянов Геннадий Иванович

Кубанский государственный технологический университет
Доктор технических наук, профессор кафедры
«Технология производства продуктов животного происхождения»
350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2
Тел. 8-928-419-29-08
E-mail: evelina.mishkevitch@yandex.ru

E.Y. MISHKEVICH, A.A. ZAPOROZHSKY, S.P. ZAPOROZHSKAYA, G.I. KASYANOV

**DESIGNING OF PROTEIN COMPOSITE FROM COLLAGEN
CONTAINING RAW MATERIAL AND PROTEINS
OF FABACEOUS CULTURES FOR MEAT PRODUCTS
WITH BIOCORRECTION ACTIVITY**

Formula of protein composite from collagen containing raw material and proteins of fabaceous cultures has been substantiated. Fermentation of raw material has been fulfilled by means of symbiotic microbial consortium. Practical application of protein composite during design of products with biocorrection activity in vitro on meat base has been realized using meat paste as an example. Optimization of protein composite formula has been realized using simplex method, applied to MS Excel. Table editor of MS Excel supply services for formula calculation which is not less effective than special mathematic programs, at the same time having simple interface.

Keywords: *protein composite, meat paste, simplex method, target function, biological value.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Rogov, I.A. Proektirovanie kombinirovannykh produktov pitaniya: metodicheskoe ukazanie / I.A. Rogov, A.I. Zharinov, Ju.A. Ivashkin, N.I. Dunchenko, M.A. Nikitina, M.Ju. Popova, S.V. Kupcova. – M.: FGBOU VPO MGUPB, 2005. – 44 s.
2. Litvinova V.A. Razrabotka receptury i tovarovednaja ocenka mjasnykh polufabrikatov s ispol'zovaniem rastitel'nogo syr'ja: 05.18.15 «Tehnologija i tovarovedenie pishhevyykh produktov i funkcional'nogo i specializirovannogo naznachenija i obshhestvennogo pitaniya»: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand.tehn.nauk. / Vera Anatol'evna Litvinova; [Moskovskij gosudarstvennyj universitet tehnologij i upravlenija im. K.G. Razumovskogo]. – M., 2012. – 25 s.
3. Nadtochij, L.A. Proektirovanie belkovej sostavljajushhej produktov pitaniya v tablichnomredaktore Microsoft Excel [Jelektronnyj resurs] / L.A. Nadtochij // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Serija «Processy i apparaty pishhevyykh proizvodstv». – 2013. – №2. – Rezhim dostupa: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

Mishkevich Evelina Yuryevna

Kuban State Technological University
Engineer of APD, post-graduate student at the department of «Technology of production of animal products»
350072, Krasnodar, ul. Moscovskaya, 2
Tel. 8-928-419-29-08
E-mail: evelina.mishkevitch@yandex.ru

Zaporozhsky Alexey Alexandrovich

Kuban State Technological University
Doctor of technical science, dean of FDE, professor at the department of «Technology of production of animal products»
350072, Krasnodar, ul. Moscovskaya, 2
Tel. 8-928-419-29-08
E-mail: evelina.mishkevitch@yandex.ru

Zaporozhskaya Svetlana Pavlovna

Kuban State Technological University
Candidate of technical science, assistant professor at the department of «Technology of production of animal products»
350072, Krasnodar, ul. Moscovskaya, 2
Tel. 8-928-419-29-08
E-mail: evelina.mishkevitch@yandex.ru

Kasyanov Gennady Ivanovich

Kuban State Technological University
Doctor of technical science, professor at the department of «Technology of production of animal products»
350072, Krasnodar, ul. Moscovskaya, 2
Tel. 8-928-419-29-08
E-mail: evelina.mishkevitch@yandex.ru

УДК 663.95

И.И. ТАТАРЧЕНКО, Н.В. ПУЗДРОВА, А.А. СЛАВЯНСКИЙ, С.А. МАКАРОВА

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЧАЙНОГО СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В чайном производстве осуществляют постоянный контроль чайного сырья и готовой продукции. Для контроля чая определяют органолептические показатели и массовую долю влаги, мелочи, металломагнитной и посторонних примесей. Применяют также метод приготовления измельченной пробы и определения сухих веществ, методы определения общей, водонерастворимой и водорастворимой золы, метод определения сырой клетчатки. Определение содержания танина основано на окислении танина чая марганцовокислым калием при участии индигокармина в качестве индикатора. Определение содержания кофеина основано на быстром извлечении хлороформом кофеина из предварительно нагретого и обрабатываемого водным аммиаком материала.

***Ключевые слова:** чайное сырье, готовая продукция, влага, мелочь, примеси, сухие вещества, зола, сырая клетчатка, танин, кофеин.*

Для контроля физико-химических показателей чая исследования проводят по ГОСТ 1636-85 «Чай. Правила приемки и методы анализа», ГОСТ 19885-74 «Чай. Методы определения танина и кофеина», ГОСТ 28550-90 «Чай. Метод приготовления измельченной пробы и определение сухих веществ», ГОСТ 28552-90 «Чай. Методы определения общей, водонерастворимой и водорастворимой золы», ГОСТ 28553-90 «Чай. Метод определения сырой клетчатки».

Правила приемки и методы анализа (по ГОСТ 1936-85)

Указанный стандарт распространяется на черный, зеленый и желтый байховый чай, ароматизированный черный и зеленый байховый чай, плиточный и зеленый кирпичный чай.

Чай принимают партиями. Партией считают количество упаковочных единиц с чаем одной или нескольких марок – для фасованного чая; одного сорта, одной даты выработки и в однородной упаковке – для фасованного чая, оформленное одним документом о качестве.

Для проверки качества упаковки и маркировки транспортной тары применяют выборочный одноступенчатый план нормального вида контроля со специальным уровнем контроля. Согласно установленным требованиям должна быть отобрана выборка необходимого объема.

Оценка проводится по каждому из контролируемых показателей в отдельности: качеству транспортной тары на соответствие требованиям нормативно-технической документации (НД); качеству и правильности нанесения маркировки на соответствие требованиям НД; наличию загрязнений (плесень, следы подмочки, масляные пятна).

Для проверки качества упаковки, маркировки и художественного оформления потребительской тары применяют также выборочный одноступенчатый план нормального вида контроля со специальным уровнем контроля. Для проверки из каждой единицы транспортной тары должна быть отобрана в необходимом объеме выборка (пачки, коробки, пакеты).

Оценка проводится на соответствие требованиям НД по каждому из контролируемых показателей в отдельности.

Определение массы нетто чая. Для определения массы нетто из потребительской тары берут 10 упаковочных единиц массой 2, 25, 50, 75, 100, 125 г и не менее трех упаковочных единиц большей массы. Содержание каждой упаковочной единицы взвешивают отдельно. Допускается отклонение в массе от норм, установленных соответствующими НД на продукцию, при проверке 10 упаковочных единиц – в трех, и при проверке трех упаковочных единиц – в одной.

Определение размеров. Длину и ширину плиточного и зеленого кирпичного чая измеряют металлической линейкой, а высоту – штангенциркулем.

Метод определения органолептических показателей. Из средней пробы отбирают навеску массой 100 г и высыпают тонким слоем на лист белой бумаги. Из взятой навески берут 3 г чая с погрешностью взвешивания не более 0,1 г, помещают в специальный фарфоровый чайник, заливают крутым кипятком, не доливая чайник на 4-6 мм, и закрывают крышкой. Через 7 мин (для зеленого кирпичного чая) и через 5 мин (для остальных видов чая) настой из чайника сливают в специальную фарфоровую чашку, встряхивая несколько раз чайник, чтобы полностью стекли последние наиболее густые капли настоя. Анализ чая проводят через 1-1,5 мин после слива настоя в чашку.

Внешний вид сухого чая определяют путем его осмотра при дневном рассеянном свете или ярком искусственном освещении. Интенсивность цвета, оттенок и прозрачность (чистоту) настоя определяют визуально. Аромат определяют в парах разварки чая. При установлении аромата выявляют посторонние, не свойственные чаю запахи и дефекты. Затем определяют вкус чая, отмечая полноту, степень выраженности и его терпкость, а также посторонние привкусы, не свойственные чаю. Цвет разваренного листа определяют после выкладывания его на крышку чайника.

Определение массовой доли влаги. Сущность метода заключается в высушивании навески чая при определенной температуре и вычислении потери массы по отношению к массе навески до высушивания.

Две навески чая массой 3 г каждая взвешивают с погрешностью не более 0,001 г в предварительно подготовленные бюксы. Открытые бюксы (не более 8 шт.) с пробой и крышки помещают в сушильный шкаф, нагретый до $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$. Высушивают пробы в течение 6 ч, затем бюксы закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. После взвешивания пробы высушивают еще раз при такой же температуре в течение 1 ч до постоянной массы.

При технологическом контроле допускается высушивание при температуре $(120 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 1 ч и второй раз в течение 30 мин.

Массовую долю влаги (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m} 100, \quad (1)$$

где m – масса навески до высушивания, г;

m_1 – масса бюксы с навеской до высушивания, г;

m_2 – масса бюксы с навеской после высушивания, г.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, расхождение между которыми не превышает 0,2%. Результат вычисляют до первого десятичного знака.

Определение массовой доли мелочи. Навеску чая массой около 100 г, взятую из объединенной пробы, взвешивают с погрешностью не более 0,1 г, помещают на сито, просеивают в течение 3 мин путем равномерного встряхивания – по 100-120 качаний в минуту (можно использовать сито устройства для выделения мелочи УМЧ).

Массовую долю мелочи (X_1), прошедшей через сито, в процентах вычисляют по формуле:

$$X_1 = \frac{m_3}{m_4} 100, \quad (2)$$

где m_3 – масса мелочи с погрешностью взвешивания не более 0,01 г, г;

m_4 – масса навески чая, г.

Максимальная погрешность определения показателя массовой доли мелочи не превышает $\pm 0,2\%$ при доверительной вероятности $P=0,95$. Результаты вычисляют до второго десятичного знака и округляют до первого десятичного знака.

Определение массовой доли металломагнитной примеси. Из объединенной пробы выделяют методом квартования навеску чая массой около 500 г, взвешивают с погрешностью

не более 0,1 г и пропускают через устройство для выделения металломагнитной примеси (УФЧ).

Массовую долю металломагнитной примеси (X_2) в процентах вычисляют по формуле:

$$X_2 = \frac{m_5}{m_6} 10^{-4}, \quad (3)$$

где m_5 – масса металломагнитной примеси, мг;

m_6 – масса навески чая, кг.

Максимальная погрешность определения показателя массовой доли металломагнитной примеси не превышает $\pm 4\%$ при доверительной вероятности $P = 0,95$.

Определение прочих посторонних примесей. Из объединенной пробы байхового или плиточного чая выделяют методом квартования навеску массой около 50 г, взвешивают с погрешностью 0,01 г, рассыпают тонким слоем на листе белой бумаги и просматривают его по частям при помощи лупы, выбирая пинцетом органические и минеральные примеси. Закончив осмотр, обнаруженные в пробе посторонние примеси помещают на заранее взвешенное часовое стекло и взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Массовую долю посторонних примесей байхового или плиточного чая в процентах (X_3) вычисляют по формуле:

$$X_3 = \frac{m_7}{m_8} 100, \quad (4)$$

где m_7 – масса посторонних примесей, г;

m_8 – масса пробы чая, взятая для анализа, г.

Результат вычисляют до второго десятичного знака.

Метод определения содержания танина и кофеина (по ГОСТ 19885-74)

Метод определения содержания танина основан на окислении танина чая марганцовокислым калием при участии индигокармина в качестве индикатора.

2,5 г предварительно измельченной навески чая, взятой из средней пробы, с погрешностью взвешивания не более 0,0002 г, помещают в колбу вместимостью 250 мл, приливают 200 мл кипящей дистиллированной воды и ставят на водяную баню. Экстракцию ведут в течение 45 мин. Экстракт фильтруют под вакуумом через воронку Бюхнера в колбу вместимостью 500 мл, фильтрат переносят в мерную колбу вместимостью 250 мл, охлаждают и доводят дистиллированной водой до метки. Одновременно определяют влажность чая.

Испытания проводят следующим образом: пипеткой отбирают 10 мл экстракта и помещают в выпарительную чашку, добавляют 750 мл водопроводной воды, 25 мл раствора индигокармина и титруют 0,1 н. раствором марганцовокислого калия при постоянном перемешивании стеклянной палочкой. Синяя окраска при этом постепенно переходит через синезеленую, темно- и светло-зеленую, желто-зеленую и желтую золотистого оттенка. Конец реакции определяют по исчезновению зеленого оттенка и появлению желтого цвета. Затем подсчитывают количество 0,1 н раствора марганцовокислого калия в миллилитрах, израсходованного на окисление танина. Аналогичным образом устанавливают количество марганцовокислого калия, израсходованное на титрование раствора воды и индигокармина.

Количество танина (A_1) в процентах определяют по формуле:

$$A_1 = \frac{(a - a_1) 0,004157 \cdot 100}{v_1 m}, \quad (5)$$

где a – количество 0,1 н. раствора марганцовокислого калия, израсходованное на окисление танина, мл;

a_1 – количество 0,1 н. раствора марганцовокислого калия, израсходованное на титрование раствора воды и индигокармина, мл;

0,004157 – количество танина, окисляемое 1 мл 0,1 н. раствора марганцовокислого калия, г;

v – количество полученного экстракта чая, мл;

v_1 – количество экстракта чая, взятое для испытаний, мл;

m – масса навески абсолютно сухого чая, г.

За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, расхождения между которыми не должно превышать 0,5% для $P=0,95$. Если результат анализа попадает вблизи значения нормы содержания танина для соответствующего вида чая, то необходимо проведение двух дополнительных определений. В этом случае за результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, расхождение между которыми не должно превышать 0,7% для $P=0,95$.

Метод определения содержания кофеина основан на быстром извлечении хлороформом кофеина из предварительно нагретого и обрабатываемого водным аммиаком материала.

2,5 г предварительно измельченной навески чая, взятой из средней пробы с погрешностью взвешивания не более 0,0002 г, помещают в колбу вместимостью 250 мл, прибавляют 6 г кварцевого песка и перемешивают. Одновременно определяют влажность чая.

Испытания проводят следующим образом: колбу ставят на кипящую водяную баню на 2 мин, затем прибавляют 10-15 мл 25%-ного раствора аммиака до полного смачивания материала. Через 5 мин прибавляют 90 мл хлороформа и кипятят с обратным холодильником в течение 15 мин. После охлаждения жидкость фильтруют через вату в колбу вместимостью 250 мл, содержащую 0,6 мл алюмокалиевых квасцов в порошке и 2 г вазелина. Оставшийся после экстракции материал промывают семь раз, используя для этого 30 мл хлороформа, после чего хлороформ сливают в колбу, содержащую квасцы и вазелин.

Обесцвеченную жидкость фильтруют через смоченную водой вату в делительную воронку вместимостью 250 мл, а колбу промывают три раза водой по 10 мл, которую сливают через ту же вату и в ту же делительную воронку. К собранной в делительной воронке жидкости добавляют 3 мл 25%-ного раствора едкого кали, 10-15 капель 2%-ного раствора марганцевокислого калия, 30 мл хлороформа и взбалтывают в течение 3 мин.

Хлороформ сливают через смоченный этим же раствором фильтр в колбу и взбалтывание жидкости в делительной воронке повторяют еще три раза, беря каждый раз по 20 мл хлороформа. Хлороформ отгоняют, остаток в колбе растворяют в 5 мл 10%-ного раствора серной кислоты, профильтровывают через маленький бумажный фильтр в мерную колбу вместимостью 50 мл. Колбу с остатком кофеина промывают еще три раза 5 мл 10%-ного раствора серной кислоты, которую фильтруют через тот же фильтр в ту же колбу.

Затем прибавляют 25 мл 0,1 н. раствора йода, содержимое колбы доливают до метки, хорошо перемешивают и оставляют в прохладном месте на 20-30 мин до полного осаждения периодида.

Йодный раствор осторожно фильтруют через небольшой кусочек ваты в сухую колбу вместимостью 100 мл (фильтрат должен быть прозрачным), причем первые порции фильтрата отбрасывают. 25 мл фильтрата титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия.

Содержание кофеина (D) в процентах определяют по формуле:

$$D = \frac{(a - 2b)0,00485}{m} 100, \quad (6)$$

где a – количество 0,1 н. раствора йода, взятое для испытания, мл;

b – количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, израсходованное на титрование избытка йода, мл;

0,00485 – количество кофеина, соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора йода, г;

m – масса навески абсолютно сухого чая.

За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, расхождение между которыми не должно превышать 0,5% для $P=0,95$. Если результат анализа попадает вблизи значений нормы содержания кофеина для соответствующего вида чая, то необходимо проведение двух дополнительных определений. В этом случае за результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, расхождение между которыми не должно превышать 0,7% для $P=0,95$.

Метод приготовления измельченной пробы и определения сухих веществ (по ГОСТ 28550-90)

Сухое вещество – вещество, остающееся после высушивания измельченной пробы продукта до постоянной массы в заданных условиях. Метод предусматривает измельчение пробы и определение массовой доли сухих веществ в измельченной пробе высушиванием при температуре $(103\pm 2)^\circ\text{C}$ до постоянной пробы.

С помощью мельницы размалывают небольшое количество пробы и выбрасывают ее, затем быстро измельчают количество пробы, несколько большее по сравнению с требуемым для испытания. Если содержание влаги высокое, то для измельчения необходимо предварительно досушить испытуемую пробу; охладить и затем измельчать. Измельченную пробу помещают в предварительно высушенный сосуд для пробы и немедленно закрывают его.

Открытый стаканчик и его крышку нагревают в течение 1 ч в сушильном шкафу при температуре $(103\pm 2)^\circ\text{C}$. Охлаждают в эксикаторе, после чего накрывают стаканчик крышкой и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г. Взвешивают в стаканчике навеску измельченной пробы массой 5 г с погрешностью не более 0,001 г.

Стаканчик вместе с навеской и крышкой, помещенной рядом, высушивают в сушильном шкафу в течение 6 ч при температуре $(103\pm 2)^\circ\text{C}$, затем закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе 20-30 мин и взвешивают. Стаканчик снова помещают в сушильный шкаф, нагревают в течение 1 ч, охлаждают 20-30 мин в эксикаторе и взвешивают.

Повторяют процесс высушивания до тех пор, пока разность между двумя последовательностями взвешивания не будет превышать 0,005 г. Обычно сушка в течение 16 ч при температуре $(103\pm 2)^\circ\text{C}$ дает сходимые результаты, однако необходимо убедиться в этом в каждом отдельном случае.

Массовую долю сухих веществ (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} 100, \quad (7)$$

где m_0 – масса пустого стаканчика с крышкой, г;

m_1 – масса стаканчика с крышкой и навеской до высушивания, г;

m_2 – масса стаканчика с крышкой и навеской после высушивания, г.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допустимое расхождение между которыми не должно превышать 0,3%.

Методы определения общей, водонерастворимой и водорастворимой золы (по ГОСТ 28552-90)

Общая зола – остаток, полученный после озоления продукта при температуре $(525\pm 25)^\circ\text{C}$ в условиях, описываемых ниже. Водонерастворимая зола – это часть общей золы, оставшаяся нерастворенной после обработки водой. Водорастворимая зола – это часть общей золы, растворимая в воде при условиях, описываемых ниже.

Для анализа применяют измельченную пробу с известным содержанием сухих веществ.

Для определения *массовой доли общей золы* тигель нагревают в течение 1 ч в муфельной печи при температуре $(525\pm 25)^\circ\text{C}$, затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

Навеску исследуемого продукта массой около 5 г, взвешенную с погрешностью не более 0,001 г, помещают в предварительно прокаленный и взвешенный тигель. Тигель с навеской нагревают на электрической плитке при температуре около 100°C до прекращения процесса обугливания.

Затем тигель переносят в муфельную печь и нагревают при температуре $(525\pm 25)^\circ\text{C}$ до полного исчезновения черных угольных частиц (приблизительно 2 ч). После чего охлаждают тигель в эксикаторе, увлажняют золу дистиллированной водой и подсушивают сначала на паровой бане, затем на электрической плитке. Возвращают тигель в печь на 60 мин,

охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Повторяют эту процедуру до тех пор, пока разность между результатами двух последующих взвешиваний составит не более 0,001 г.

Полученную общую золу оставляют для определения водорастворимой и водонерастворимой золы.

Массовую долю общей золы в продукте (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = m_1 \frac{100}{m_0} \frac{100}{R_s}, \quad (8)$$

где m_0 – масса навески продукта, г;

m_1 – масса общей золы, г;

R_s – массовая доля сухих веществ в измельченной пробе.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений, допустимое расхождение между которыми не должно превышать 0,2%.

Для определения *массовой доли водонерастворимой и водорастворимой золы* к общей золе, находящейся в тигле, добавляют 20 см³ дистиллированной воды, тигель нагревают почти до кипения, затем содержимое фильтруют через обеззоленный фильтр. Тигель и фильтр промывают горячей дистиллированной водой до тех пор, пока общий объем фильтрата не будет равен 60 см³.

Затем фильтр и его содержимое помещают в тигель и осторожно выпаривают воду на паровой бане, после чего нагревают в муфельной печи при температуре (525±25)°С до полного исчезновения черных угольных частиц. Тигель охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Снова нагревают в муфельной печи в течение 30 мин, охлаждают и взвешивают. Повторяют эту процедуру до тех пор, пока разность между результатами двух параллельных взвешиваний составит не более 0,001 г.

Проводят два параллельных определения, используя золу, полученную при двух параллельных определениях массовой доли общей золы.

Массовую долю водонерастворимой золы в продукте (X_1) в пересчете на сухое вещество в процентах вычисляют по формуле:

$$X_1 = m_2 \frac{100}{m_0} \frac{100}{R_s}, \quad (9)$$

где m_2 – масса водонерастворимой золы, г.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений, допустимое расхождение между которыми не должно превышать 0,2%.

Массовую долю водорастворимой золы в продукте (X_2) в процентах вычисляют по формуле:

$$X_2 = (m_1 - m_2) \frac{100}{m_0} \frac{100}{R_s}. \quad (10)$$

Массовую долю водорастворимой золы в общей золе (X_3) в процентах вычисляют по формуле:

$$X_3 = (m_1 - m_2) \frac{100}{m_1}. \quad (11)$$

Метод определения сырой клетчатки (по ГОСТ 28553-90)

Сырая клетчатка – это общая сумма нерастворимых веществ, остающихся после кислотной и щелочной обработки и способных к озолению.

Метод основан на кипячении измельченной пробы чая с раствором серной кислоты определенной концентрации, фильтрации и промывании нерастворимого осадка, последующем кипячении остатка с раствором гидроокиси натрия, фильтрации, промывании, сушке, взвешивании нерастворимого остатка и определении потери массы при прокаливании. Для анализа используют измельченную пробу чая с известным содержанием сухих веществ.

Подготовка тигля Гуча

Тигель Гуча, содержащий тонкий, но плотный слой асбеста, взвешивают и прокаливают в муфельной печи при температуре $(550\pm 25)^\circ\text{C}$, повторяя эту процедуру до тех пор, пока разность между результатами двух последующих взвешиваний составит не более 0,001 г.

Подготовка фильтрующего устройства

Фильтр из ткани или обеззоленной фильтровальной бумаги вкладывают в воронку и слегка смачивают водой. Воронку присоединяют к колбе с тубусом, колбу подсоединяют к насосу. При включении насоса фильтр должен плотно присосаться к воронке.

Обработка кислотой

Навеску исследуемого продукта массой 2,5 г, взвешенную с погрешностью не более 0,001 г, помещают в стакан вместимостью 600 см³, приливают 200 см³ раствора серной кислоты, предварительно нагретого до температуры 95-100°C. Уровень жидкости отмечают восковым карандашом на внешней стенке стакана. Сверху на стакан помещают конденсор (круглодонную колбу вместимостью 500 см³, наполненную холодной водой). Стакан нагревают, регулируя нагрев таким образом, чтобы довести раствор до кипения в течение 2 мин, и затем кипятят на медленном огне в течение (30 ± 1) мин, периодически перемешивая содержимое для возвращения в раствор частиц, прилипающих к стенкам стакана. При необходимости добавляют противопеняющие средства. Во избежание изменения концентрации раствора уровень жидкости в стакане следует поддерживать постоянным, осторожно доливая до метки кипящую дистиллированную воду. По истечении 30 мин нагрев прекращают. Конденсор снимают, в стакан добавляют 50 см³ холодной дистиллированной воды и быстро отделяют нерастворимый осадок под вакуумом через заранее подготовленное фильтрующее устройство. Для этого раствор из стакана осторожно с помощью стеклянной палочки переносят на фильтр. Стакан ополаскивают горячей водой температурой 90-100°C порциями по 50 см³ и промывают этой водой осадок на фильтре. Промывание осадка продолжают до нейтральной реакции фильтрата, определяемой по лакмусовой бумаге. Выделение и промывание осадка должно быть проведено не более чем за 30 мин.

При использовании для обработки кислотой устройства, состоящего из плоскодонной колбы и холодильника, навеску продукта помещают в плоскодонную колбу вместимостью 500 см³, приливают 200 см³ раствора серной кислоты, затем колбу присоединяют к обратному холодильнику. Далее анализ проводят, как указано выше.

Обработка гидроокисью натрия

Промытый осадок возвращают с фильтра в стакан и добавляют 200 см³ раствора гидроокиси натрия, предварительно нагретого до температуры 95-100°C. Сверху на стакан помещают конденсор и далее поступают, как указано выше. После добавления холодной воды раствор фильтруют через предварительно подготовленный тигель Гуча. Для этого тигель Гуча при помощи воронки и пробки вставляют в колбу с тубусом, соединенную с насосом, и проводят фильтрацию при отсасывании. Затем стакан промывают горячей водой температурой 95-100°C, этой же водой промывают осадок в тигле Гуча, после чего промывают раствором соляной кислоты и снова водой. Промывание проводят до тех пор, пока в промывной воде не исчезнет кислота по пробе на лакмусовую бумагу. После этого осадок на тигле Гуча промывают этиловым спиртом и этиловым эфиром, применяя отсасывание для удаления растворителей.

Сушка. Тигель Гуча высушивают в сушильном шкафу при температуре $(130\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 1 ч, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Повторяют эту процедуру до тех пор, пока разность между двумя последующими взвешиваниями составит не более 0,001 г.

Озоление. После сушки до постоянной массы тигель Гуча помещают в муфельную печь и прокаливают при температуре $(550\pm 25)^\circ\text{C}$ до постоянной массы, то есть периодически охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Озоление считают законченным, когда разность между двумя последующими взвешиваниями составит не более 0,001 г.

Массовую долю сырой клетчатки (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{100(m_2 - m_3)}{m_1} \frac{100}{R_s}, \quad (12)$$

где m_1 – масса навески, г;

m_2 – масса тигля с высушенным осадком до озоления, г;

m_3 – масса тигля с золой после озоления, г;

R_s – массовая доля сухих веществ в анализируемой пробе, %.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений, допустимое расхождение между которыми не должно превышать 0,4%.

Выводы:

1. Показана возможность определения физико-химических показателей чая; описаны правила приемки и методы анализа, в том числе методы определения танина и кофеина.

2. Приведено описание метода приготовления измельченной пробы и определение сухих веществ, методов определения общей, водонерастворимой и водорастворимой золы, метода определения сырой клетчатки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Татарченко, И.И. Химия субтропических и пищевкусовых продуктов / И.И. Татарченко, И.Г. Мохначёв, Г.И. Касьянов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 256 с.

2. Татарченко, И.И. Технохимический контроль производства пищевкусовых продуктов / И.И. Татарченко, Л.Н. Воробьёва, И.И. Дьячкин. – Ростов-на-Дону: Издательство ОАО «Донской табак», 2005. – 264 с.

Татарченко Ирина Игоревна

Кубанский государственный технологический университет

Доктор технических наук, профессор кафедры

«Технологии сахаристых продуктов, чая, кофе, табака»

350015, г. Краснодар, ул. Красная, 158-40

Тел. 8-961-500-10-87

E-mail: i.tatarchenko@mail.ru

Пуздрова Надежда Викторовна

ООО «Манчестер Интерпрайз»

Кандидат технических наук, генеральный директор

152385, Ярославская область, Большесельский район, пос. Варегого, ул. Новый путь, 36

Тел. (985) 643-48-81

E-mail: N.puzdrova@yahoo.com

Славянский Анатолий Анатольевич

Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

«Технологии продуктов из растительного сырья и парфюмерно-косметических изделий»

127411, г. Москва, ул. Софьи Ковалевской, 8-199

Тел. 8-903-542-81-23

E-mail: anatoliy4455@yandex.ru

Макарова Светлана Альбертовна

Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского

Кандидат химических наук, доцент кафедры

«Технологии продуктов из растительного сырья и парфюмерно-косметических изделий»

123060, г. Москва, ул. Народного ополчения, 49, корп.1, кв. 43

Тел. 8-903-622-33-47

E-mail: institutpp@yandex.ru

I.I. TATARCHENKO, N.V. PUZDROVA, A.A. SLAVYANSKIY, S.A. MAKAROVA

METHODS OF CONTROL OF RAW TEE AND FINISHED GOODS

In tea production continuous control of tea raw materials and finished goods is carried out. Organoleptic indicators, mass fraction of moisture, trifle, metallomagnetic and foreign impurity are defined for tea control. Following methods are also applied: preparation of the crushed test and definition of solids, methods of definition of the general, water insoluble and water-soluble ashes, a method of definition of crude cellulose. Definition of the content of tannin is based on oxidation of tannin of tea by manganic-sour potassium with participation indigo carmine as the indicator. Definition of the content of caffeine is based on fast extraction of caffeine by chloroform from the material which was previously heated and processed by water ammonia.

Keywords: tea raw materials, finished goods, moisture, trifle, impurity, solids, ashes, crude cellulose, tannin, caffeine.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Tatarchenko, I.I. Himija subtropicheskikh i pishhevkusovyh produktov / I.I. Tatarchenko, I.G. Mohnachjov, G.I. Kas'janov. – M.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2003. – 256 s.
2. Tatarchenko, I.I. Tehnohimicheskij kontrol' proizvodstva pishhevkusovyh produktov / I.I. Tatarchenko, L.N. Vorob'jova, I.I. D'jachkin. – Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo OAO «Donskoj tabak», 2005. – 264 s.

Tatarchenko Irina Igorevna

Kuban State Technological University
Doctor of technical science, professor at the department of
«Technology of sugary foods, tea, coffee, tobacco»
350015, Krasnodar, ul. Krasnaya, 158-40
Tel. 8-961-500-10-87
E-mail: i.tatarchenko@mail.ru

Puzdrova Nadezhda Viktorovna

ООО «Manchester Interprise»
Candidate of technical science, general director
152385, Jaroslavskaja oblast', Bolsheselsky rajon, pos. Varegogo, ul. Novyj put', 36
Tel. (985) 643-48-81
E-mail: N.puzdrova@yahoo.com

Slavjanskiy Anatolij Anatolyevich

Razumovskiy Moscow State University of technology and management
Doctor of technical science, professor, head of the department
«Technology of herbal products and perfumes-cosmetic products»
127411, Moscow, ul. Sophia Kovalevskaya, 8-199
Tel. 8-903-542-81-23
E-mail: anatolij4455@yandex.ru

Makarova Svetlana Al'bertovna

Razumovskiy Moscow State University of technology and management
Candidate of chemical science, assistant professor at the department of
«Technology of herbal products and perfumes-cosmetic products»
123060, Moscow, ul. Narodnogo Opolcheniya, 49, korp.1, apt. 43
Tel. 8-903-622-33-47
E-mail: institutpp@yandex.ru

УДК 634.721.663.81

Е.С. САЛИНА, Н.С. ЛЕВГЕРОВА, С.Д. КНЯЗЕВ

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ СЕЛЕКЦИИ ВНИИСПК В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОКА

В качестве сырья для сокового производства представляют интерес сорта нового поколения смородины черной селекции ВНИИСПК Ладушка, Искушение, Загляденье и сеянцы 3406-17-113, в наибольшей степени соответствующие технологическим требованиям для этого вида продукции, пригодные к возделыванию по интенсивным технологиям. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-16-00127).

Ключевые слова: технологическая оценка, сок, соковое производство, сорта смородины черной, пригодность для сокового производства.

Интенсивное развитие соковой промышленности в России остро поставило вопрос о создании отечественной сырьевой базы для снятия зависимости от импортных поставок сокового концентрата, используемого при производстве 80% соков, производимых в стране (Егоров и др., 2005).

Черная смородина – один из лучших видов сырья для производства соков и напитков на их основе, не имеющая конкурентов, в отличие от косточковых, винограда и некоторых других культур, произрастающих в южных регионах. Скороплодность, ежегодная урожайность, богатый биохимический состав ягод, неприхотливость к условиям произрастания, высокие технологические качества обуславливают ее преимущество перед другими садовыми культурами. Высокое содержание биологически активных и минеральных веществ, интенсивная окраска, специфический аромат, сочетание сахаров и кислот делают сок из черной смородины освежающим, полезным и даже лечебным напитком (Даскалов и др., 1969; Шобингер, 2004; Левгерова, Сидорова, 2009). 100 г черносмородинового сока удовлетворяет суточную потребность человека в витамине С и Р-активных веществах (Осипова, 1981).

В настоящее время в РФ сок из черной смородины практически не производится или производится в очень ограниченном объеме в отличие от Западной Европы, где, в частности Великобритании, черная смородина в основном используется для производства сока (Витковский, 2003).

Сок из черной смородины из-за высокой кислотности ягод нельзя употреблять в чистом виде. Он используется как полуфабрикат при производстве нектаров, напитков, технология которых предусматривает разведение и подслащивание чистого сока (Шобингер, 2004; Shobinger, Durr, 1980).

Выбор сортов черной смородины для переработки на сок должен осуществляться в сторону сортов с интенсивной окраской ягод и высокой кислотностью. Большое значение имеет степень зрелости ягод. Применение перезревших ягод резко отрицательно сказывается на качестве сока, поскольку снижается его ароматичность, ухудшается вкус, снижается физиологическая активность, уменьшается выход (Шобингер, 2004; Мегердичев, 2003).

Наряду с технологическими показателями, обязательным условием при подборе сортов для производства сырья является их пригодность к возделыванию по интенсивным технологиям, высокая продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды и болезням, обеспечивающих экономическую эффективность и экологическую безопасность продукции (Князев, Огольцова, 2005).

Объектами исследований служили 15 современных сортов смородины черной и 9 перспективных элитных и отборных сеянцев селекции Всероссийского НИИ плодовых культур, характеризующиеся иммунитетом и высокой устойчивостью к мучнистой росе и почковому клещу, крупноплодностью, высокой урожайностью и повышенным содержанием аскорбиновой кислоты (АК) в ягодах. Контролем служил сорт Минай Шмырев.

Исследования выполнялись в соответствии с методикой сортоизучения (Левгерова, Леоничева, 1999), технологическими инструкциями и методическими указаниями по химико-технологическому сортоиспытанию овощных, плодовых и ягодных культур (Москва, 1993). Изучались такие технологические показатели, как выход сока, его органолептические показатели, содержание в нем растворимых сухих веществ (РСВ), кислот, АК, Р-активных веществ.

Анализ изучавшихся сортообразцов по выходу сока показывает, что при среднем значении данного показателя 71,4% коэффициент варьирования 9,1% свидетельствует о невысокой сортовой изменчивости с размахом от 60,8% (Кипиана) до 84,4% (2849-18-19). Средняя величина выхода сока контрольного сорта Минай Шмырев за ряд лет составляет 74,5%. Сорта с выходом сока 71,1-80,9%, ниже 71,1% или выше 80,9% – находятся соответственно на уровне, ниже или выше контроля. Высокий выход сока контрольного сорта обуславливает и распределение сортов по данному показателю: только четыре сорта превышают контроль и 8 находятся на его уровне. Остальные по выходу сока стоят ниже контроля (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Пищевая ценность и дегустационные оценки сока из ягод некоторых сортов и отборных форм черной смородины (среднее за 1976-2013 гг.)

Сорт	Выход сока, %	РСВ, %	Сумма сахаров, %	Общая кислотность %	СКИ	АК, мг/100г	Р-активные вещества, мг/100г			Дегустационная оценка, балл		
							катехины	антоцианы	сумма	общая	внешний вид	вкус
2849-18-19	84,4	9,5	7,61	2,01	3,8	59,1	9,6	3,7	13,3	4,2	4,2	4,2
Искушение	81,9	9,5	7,30	1,43	8,7	73,9	50,7	51,2	101,9	4,5	4,5	4,4
Загляденье	79,9	8,3	5,32	1,43	5,4	65,1	59,5	73,4	132,8	4,6	4,5	4,6
3406-17-113	79,9	9,3	7,62	1,81	4,1	65,1	25,1	12,0	37,1	4,5	4,4	4,5
Ладушка	77,7	9,6	6,66	1,73	4,1	69,8	44,3	78,5	122,8	4,6	4,6	4,5
Креолка	76,1	7,8	4,83	1,54	3,3	92,4	55,9	72,0	127,9	4,6	4,6	4,5
Десертная Огольцовой	75,9	9,0	7,44	1,67	4,6	84,1	28,4	36,5	64,8	4,5	4,5	4,5
Блакестон	74,7	8,1	5,71	1,56	3,6	52,8	68,4	58,7	127,1	4,5	4,5	4,5
Минай Шмырев (к)	74,5	8,0	6,14	1,62	3,9	97,5	126,3	90,4	216,7	4,4	4,4	4,3
Черная вуаль	73,8	7,9	5,14	1,57	3,1	60,8	63,6	89,4	153,0	4,6	4,6	4,5
Арапка	73,7	8,4	5,87	2,46	2,4	67,0	59,5	69,9	129,4	4,5	4,6	4,4
2780-20-23	71,8	7,5	4,41	1,69	2,7	48,1	73,2	81,8	155,0	4,6	4,6	4,7
3095-22-42	69,8	8,5	6,62	2,46	2,7	77,3	63,1	85,4	148,5	4,4	4,5	4,3
Очарованье	68,8	8,4	6,22	1,73	3,8	61,6	56,3	69,5	125,8	4,5	4,6	4,5
Грация	68,4	7,5	4,11	1,71	2,6	83,6	96,6	51,0	147,5	4,4	4,5	4,4
3238-47-167	68,2	8,9	7,50	2,05	3,7	60,2	36,9	30,1	67,0	4,5	4,5	4,4
2746-7-51	66,6	7,3	5,97	1,68	3,7	84,5	38,6	39,5	78,1	4,5	4,5	4,5
Благословение	66,5	8,8	5,05	1,96	2,6	84,5	17,0	34,8	51,8	4,4	4,5	4,3
Орловская серенада	66,4	7,8	5,52	1,69	3,6	94,9	122,8	69,0	191,8	4,4	4,3	4,4
2083-35-10	65,7	8,6	6,00	1,84	3,3	89,4	54,2	138,8	192,9	4,5	4,6	4,4
3556-15-52	65,3	7,7	6,74	1,81	3,7	65,1	49,1	41,5	90,6	4,6	4,6	4,5
2746-7-40	61,9	7,6	4,12	1,64	2,5	89,2	46,2	57,1	103,2	4,5	4,6	4,4
Гамма	61,3	8,0	5,71	1,60	3,6	82,4	68,0	55,8	123,8	4,4	4,4	4,3
Кипиана	60,8	6,7	4,51	1,32	3,6	91,2	65,1	40,0	105,1	4,5	4,5	4,4
\bar{x}	71,4	8,3	5,92	1,75	3,7	75,0	57,4	59,6	117,0	4,5	4,5	4,4
V, %	9,1	9,0	18,3	15,6	33,6	18,7	47,9	47,2	41,3	2,1	2,3	2,4
НСР _{0,05}	3,9	0,4	0,65	0,16	0,7	8,4	16,4	16,8	28,9	0,1	0,1	0,1

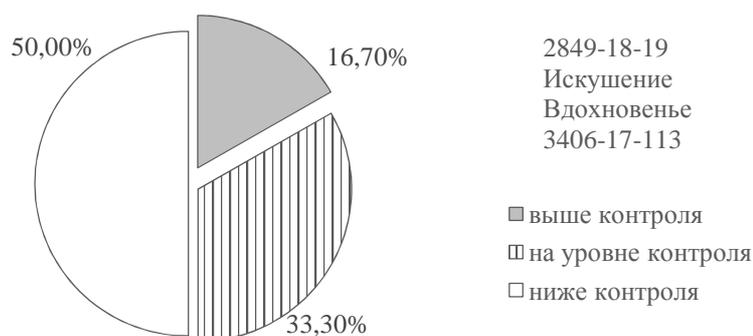


Рисунок 1 – Распределение сортообразцов смородины черной по выходу сока, %

В соответствии с Техническим регламентом на соковую продукцию из фруктов и овощей (Москва, 2008) в соке из черной смородины должно быть не менее 10,5% РСВ. В среднем массовая доля РСВ в соке изучавшихся сортообразцов составляет 8,3%, что ниже предусмотренного стандартом. Самым низким содержанием РСВ в соке – 6,7% – характеризуется сорт Кипиана, самым высоким – 9,6% – сорт Ладушка. В соке контрольного сорта Минай Шмырев содержится в среднем за ряд лет 8,0% РСВ. Полученные данные свидетельствуют, что сорта, выращиваемые в средней зоне садоводства, по содержанию РСВ в соке не отвечают Техническому регламенту.

Для производства представляют интерес сортообразцы, сок которых по содержанию РСВ превышает контроль, так как их использование позволяет снизить расход сахара при подслащивании сока. Наиболее перспективны те, которые по содержанию РСВ в соке приближаются к требованиям стандарта: Ладушка (9,6%), Искусение, сеянец 2849-18-19 (9,5%), сеянец 3406-17-113 (9,3%), Десертная Огольцовой (9,0%).

Черная смородина относится к культурам с излишне кислыми плодами. Поэтому и натуральный сок из нее очень кислый. Массовая доля титруемых кислот в соке изучавшихся сортов и сеянцев в среднем составляет 1,75%. Кислотность сока контрольного сорта Минай Шмырев – 1,62%. Согласно Техническому регламенту на соковую продукцию из фруктов и овощей (Москва, 2008) массовая доля титруемых кислот должна составлять не более 0,8% для детей раннего возраста и не более 1,3% для дошкольников и школьников. Ни один сортообразец не соответствует данному стандарту по этому показателю. Самым низким содержанием кислот в соке отличается сорт Кипиана – 1,32%. Сравнение сортов с контролем показывает, что большая их часть по величине кислотности находится на уровне или превышает контроль, ниже контроля по содержанию титруемых кислот всего 3 сорта: Кипиана (1,32%), Загляденье и Искусение (1,43%) (таблица 1, рисунок 2).

Соотношение сахаров и кислот, сахарокислотный индекс (СКИ), определяет сладость продукта. Самым высоким СКИ и, соответственно наиболее сладким вкусом, характеризуется сок сортов Загляденье, Искусение, Ладушка, Десертная Огольцовой и отборный сеянец 3406-17-113 (таблица 1).

Черносмородиновый сок – богатый источник АК (в среднем 75,0 мг/100 г при размахе изменчивости от 48,1 (2780-20-23) до 97,5 мг/100 г (Минай Шмырев). Три четверти сортов и форм по содержанию АК в соке уступают контролю, и только 6 сортов находится на его уровне. Ни один из изучавшихся новых сортообразцов не превысил контроль по данному показателю (таблица 1, рисунок 2).

Наряду со свежими ягодами, сок из черной смородины является источником Р-активных веществ. Содержание Р-активных веществ в соке является очень лабильным показателем. Для изучавшихся сортообразцов массовая доля суммы Р-активных веществ в соке варьировала от 216,7 (Минай Шмырев) до 13,3 мг/100 г (сеянец 2849-18-19) при среднем значении 117,0 мг/100 г. В соке подавляющего большинства сортообразцов содержится Р-активных веществ меньше, чем в соке контрольного сорта, только сорт Орловская серенада и сеянец 2083-35-10 по содержанию Р-активных веществ в соке были на уровне контроля. Та-

кое распределение обусловлено, по нашему мнению, достаточно высоким содержанием суммы Р-активных веществ в соке контрольного сорта Минай Шмырев (таблица 1, рисунок 2).

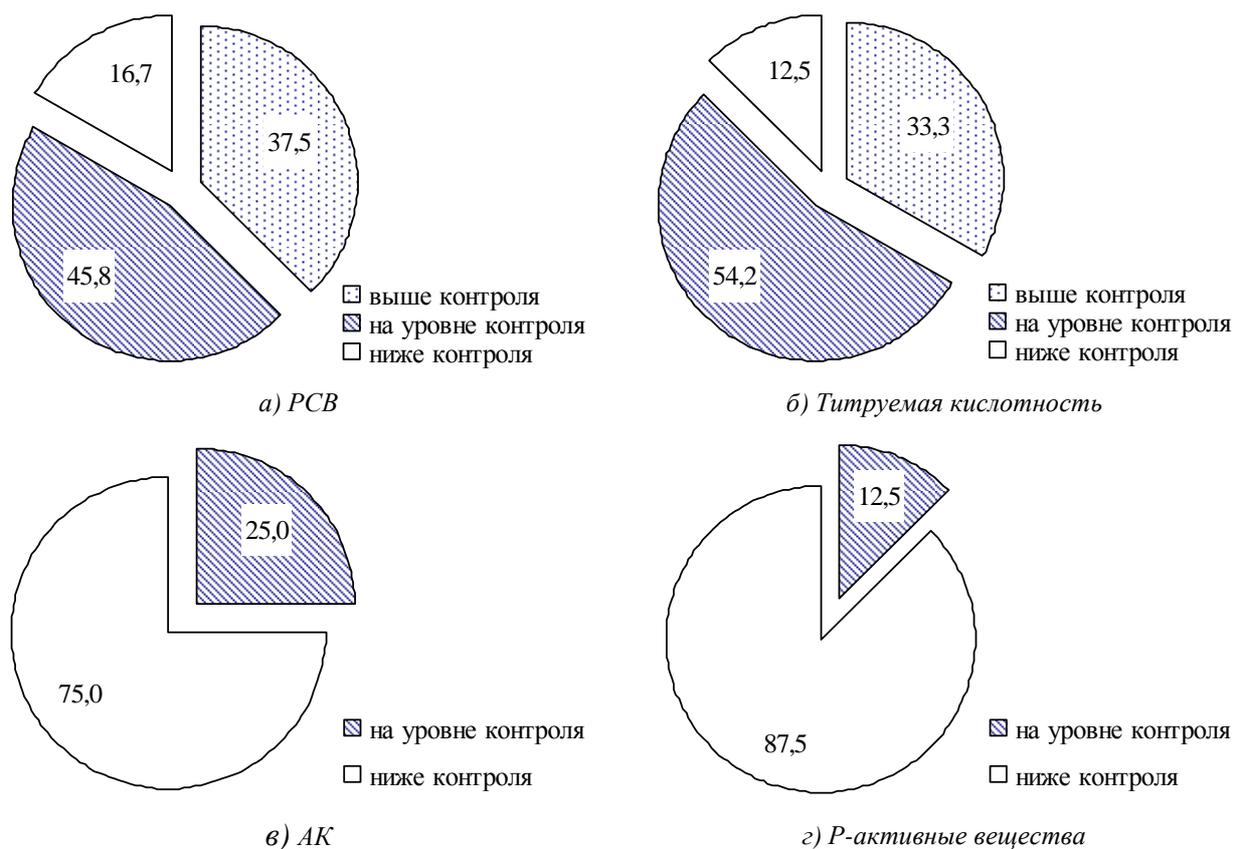


Рисунок 2 – Распределение сортообразцов смородины черной по некоторым показателям пищевой ценности сока, %

При средней дегустационной оценке сока 4,5 балла самую низкую оценку получил сок сеянца 2849-18-19 – 4,2 балла. Самую высокую – 4,6 балла – сок сортообразцов Загляденье, Ладушка, Креолка, Черная вуаль, 2780-20-23 и 3556-15-52. Вкусовые качества сока почти всех сортообразцов были выше или на уровне контроля. Только один сеянец по вкусу сока уступал контрольному сорту (рисунок 3).

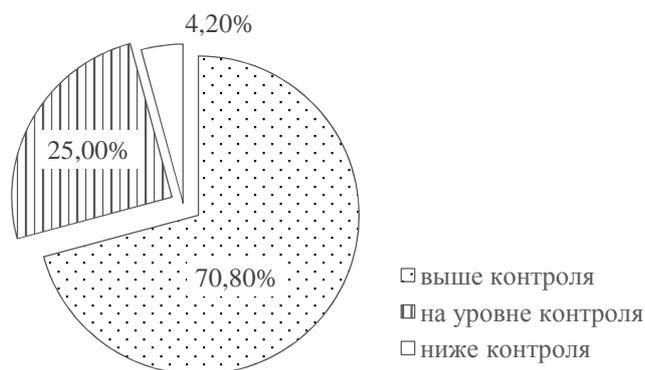


Рисунок 3 – Распределение сортообразцов смородины черной по органолептическим показателям сока, %

Изучение новых сортов и сеянцев смородины черной на пригодность для сокового производства показало, что среди них отсутствуют сорта, сочетающие все основные технологические показатели ягод для этого вида переработки: высокие значения выхода сока, содержания в нем РСВ, АК, Р-активных соединений. Но в целом с учетом полученных нами данных, а также данных других исследователей (Левгерова, Сидорова, 2009; Князев, Оголь-

цова, 2004) в качестве сырья для сокового производства могут быть рекомендованы сорта селекции ВНИИСПК Ладушка, Искусение, Загляденье и сеянец 3406-17-113, в наибольшей степени соответствующие технологическим требованиям для этого вида продукции, пригодные к возделыванию по интенсивным технологиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Витковский, В.Л. Плодовые растения мира / В.Л. Витковский. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
2. Даскалов, П. Плодовые и овощные соки (перевод с болгарского) / П. Даскалов, Р. Асланян, Р. Тенов, М. Живков, Р. Баяджиев. – Москва: Пищевая промышленность, 1969. – 424 с.
3. Егоров, Е.А. Экономическая эффективность производства и сбыта плодов / Е.А. Егоров, П.Ф. Парамонов, Ж.Г. Сиянговская. – Краснодар: КГАУ, 2005. – 179 с.
4. Князев, С.Д. Селекция черной смородины на современном этапе / С.П. Князев, Т.П. Огольцова. – Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2004. – 238 с.
5. Левгерова, Н.С. Технологическая оценка сортов / Н.С. Левгерова, В.Г. Леоничева // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1999. – С. 168-178.
6. Левгерова, Н.С. Технологическое изучение сортов смородины черной для сокового производства / Н.С. Левгерова, И.А. Сидорова // Инновационные технологии производства, хранения и переработки плодов и ягод: материалы науч.-практич. конф. – Мичуринск-наукоград, 2009. – С.81-84.
7. Методические указания по химико-технологическому сортоиспытанию овощных, плодовых и ягодных культур для консервной промышленности. – Москва, 1993. – 108 с.
8. Осипова, З.Ф. Биохимическая оценка черносмородиновых соков / З.Ф. Осипова, В.Д. Болотникова // Сб.: Биохимия в решении проблем сельскохозяйственного производства. – Орел, 1981. – С. 69-72.
9. Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей: федер. закон от 27 октября 2008 г. № 178-ФЗ // Российская газета. – 2008. – 29 октября. – №4782.
10. Шобингер, У. (ред.). Фруктовые и овощные соки: Научные основы и технологии/ пер. с нем. – СПб: Изд-во «Профессия», 2004. – 640 с.
11. Shobinger, U. und Durr. H.: Werdegang eines Getränkes aus einheimischen Susskirschen. Fluss. Obst. 47, 538-541. 1980.

Салина Елена Сергеевна

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур Россельхозакадемии
Кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая сектором технологической оценки сортов
302530, Орловская область, Орловский район, д. Жилина
Тел. (4862) 42-11-39
E-mail: salinaes@vmail.ru

Левгерова Надежда Станиславовна

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур Россельхозакадемии
Доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник сектора технологической оценки сортов, заместитель директора по научной работе
302530, Орловская область, Орловский район, д. Жилина
Тел. (4862) 42-11-39
E-mail: nauka@vniispk.ru

Князев Сергей Дмитриевич

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур Россельхозакадемии
Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор института
302530, Орловская область, Орловский р-н, д. Жилина
Тел. (4862) 42-11-39
E-mail: ksd_61.@mail.ru

E.S. SALINA, N.S. LEVGEROVA, S.D. KNYAZEV

PROSPECTS OF USE OF THE VNIISPK NEW BLACK CURRANT VARIETIES AS RAW MATERIAL FOR JUICE PRODUCTION

As raw material for juice production the following varieties of a new generation of black currant developed at VNIISPK are of interest – Ladushka, Iskushenie, Zagliadenie and 3406-17-113 seedling that most of all meet technology requirements for this kind of products and are good for the cultivation in accordance with intensive technologies. The research was done at the expense of the grant allocated by the Russian Scientific Fund (Project No 14-16-00127).

Keywords: technological assessment, juice, juice production, black currant varieties, suitability for juice production.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Vitkovskij, V.L. Plodovye rastenija mira / V.L. Vitkovskij. – SPb.: Lan', 2003. – 592 s.
2. Daskalov, P. Plodovye i ovoshhnye soki (perevod s bolgarskogo) / P. Daskalov, R. Aslanjan, R. Tenov, M. Zhivkov, R. Bajadzhiiev. – Moskva: Pishhevaja promyshlennost', 1969. – 424 s.
3. Egorov, E.A. Jekonomicheskaja jeffektivnost' proizvodstva i sbyta plodov / E.A. Egorov, P.F. Paramonov, Zh.G. Sinjagovskaja. – Krasnodar: KGAU, 2005. – 179 s.
4. Knjazev, S.D. Selekcija chernoј smorodiny na sovremennom jetape / S.P. Knjazev, T.P. Ogol'cova. – Orel: Izd-vo OrelGAU, 2004. – 238 s.
5. Levgerova, N.S. Tehnologicheskaja ocenka sortov / N.S. Levgerova, V.G. Leonicheva // Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur. – Orel, 1999. – S. 168-178.
6. Levgerova, N.S. Tehnologicheskoe izuchenie sortov smorodiny chernoј dlja sokovogo proizvodstva / N.S. Levgerova, I.A. Sidorova // Innovacionnye tehnologii proizvodstva, hranenija i pererabotki plodov i jagod: materialy nauch.-praktich. konf. – Michurinsk-naukograd, 2009. – S.81-84.
7. Metodicheskie ukazanija po himiko-tehnologicheskomu sortoispytaniju ovoshhnyh, plodovyh i jagodnyh kul'tur dlja konservnoj promyshlennosti. – Moskva, 1993. – 108 s.
8. Osipova, Z.F. Biohimicheskaja ocenka chernosmorodinovyh sokov / Z.F. Osipova, V.D. Bolotnikova // Sb.: Biohimija v reshenii problem sel'skohozjajstvennogo proizvodstva. – Orel, 1981. – S. 69-72.
9. Tehnicheskij reglament na sokovuju produkciju iz fruktov i ovoshhej: feder. zakon ot 27 oktjabrja 2008 g. № 178-FZ // Rossijskaja gazeta. – 2008. – 29 oktjabrja. – №4782.
10. Shobinger, U. (red.). Fruktovye i ovoshhnye soki: Nauchnye osnovy i tehnologii/ per. s nem. – SPB: Izd-vo «Professija», 2004. – 640 s.
11. Shobinger, U. und Durr. H.: Werdegang eines Getranks aus einheimischen Susskirschen. Fluss. Obst. 47, 538-541. 1980.

Salina Elena Sergejevna

SSI All Russia Resarch Institute of Fruit Crop Breeding of Russian Agricultural Academy
Candidate of agricultural sciences, chief of the section of technological estimation of varieties
302530, Orlovskaja oblast', Orlovskij rajon, d. Zhilina
Tel. (4862) 42-11-39
E-mail: salinaes@vmail.ru

Levgerova Nadezhda Stanislavovna

SSI All Russia Resarch Institute of Fruit Crop Breeding of Russian Agricultural Academy
Doctor of agricultural sciences, senior research worker of the section of technological estimation of varieties,
deputy director in scientific work
302530, Orlovskaja oblast', Orlovskij rajon, d. Zhilina
Tel. (4862) 42-11-39
E-mail: nauka@vniispk.ru

Knyazev Sergey Dmitrievich

SSI All Russia Resarch Institute of Fruit Crop Breeding of Russian Agricultural Academy.
Doctor of agricultural sciences, professor, director of the Institute
302530, Orlovskaja oblast', Orlovskij rajon, d. Zhilina
Tel. (4862) 42-11-39
E-mail: ksd61@mail.ru

УДК (577.115+581.132):633.11

В.В. НОХСОРОВ, Л.В. ДУДУРЕВА, А.А. ПЕРК, В.А. ЧЕПАЛОВ,
В.Е. СОФРОНОВА, В.В. ВЕРХОТУРОВ, К.А. ПЕТРОВ

РОЛЬ ЛИПИДОВ И КАРОТИНОИДОВ В АДАПТАЦИИ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ К ХОЛОДОВОМУ ШОКУ

Изучены особенности липидного и пигментного состава (каротиноиды, хлорофиллы) листьев проростков пшеницы при кратковременном действии низких положительных температур (+4 °С) на корневую систему. При 5-секундном и 10-минутном холодовом шоке наблюдали существенное возрастание содержания общих липидов, лютеинового комплекса (лютеин+зеаксантин) и β-каротина по сравнению с контролем. Обсуждается возможность регулирования максимального накопления каротиноидов у растений, в том числе для биотехнологических целей.

Ключевые слова: пшеница, система корень-листья, холодовой шок, липиды, каротиноиды, хлорофиллы.

ВВЕДЕНИЕ

Надземные (побег – стебель с листьями) и подземные (корень) органы растений обладают биологической индивидуальностью, что выражается в филогенетических, морфологических и функциональных различиях между ними. Вместе с тем побег и корень постоянно взаимодействуют между собой с помощью трофических, гормональных, электрофизиологических и других связей. Поэтому любые изменения параметров окружающей среды, включая температуру корнеобитания, могут оказывать сильное и глубокое влияние на метаболизм веществ в надземной части растений. К таким низкомолекулярным веществам, в частности, относятся липиды и жирорастворимые пигменты – каротиноиды. Изменения качественного и количественного состава липидов играют важную роль в адаптации растений к низкотемпературному стрессу за счет модификации мембран. Каротиноиды, предотвращая цепные реакции окисления, также стабилизируют мембрану. Они нейтрализуют активные формы кислорода (АФК) и препятствуют перекисному окислению липидных компонентов клеток. Известен синергизм антиоксидантного действия каротиноидов в смеси с другими жирорастворимыми антиоксидантами – α-токоферолом и коэнзимом Q₁₀ [12, 16, 17, 18].

Подбор условий выращивания растений с целью получения максимального выхода тех или иных биологически активных веществ является важным звеном любой биотехнологии. Однако до сих пор вопрос о влиянии органов, изолированно подвергнутых температурному воздействию, на метаболизм в других органах, остается малоисследованным. В связи этим, в задачу настоящей работы входило изучение изменений содержания общих липидов и фотосинтетических пигментов в листьях проростков яровой пшеницы при кратковременном действии на корневую систему растений низких положительных (+4°С) температур.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе использовали 7-суточные проростки пшеницы (*Triticum aestivum* L., сорт Туймаада), выращенные на 1/10 раствора Гельригеля при 24°С на естественном освещении. Корни растений целиком погружали на 5 сек или 10 мин в охлажденную до +4°С воду с 6-минутным последствием. Затем листья мелко нарезали и сразу фиксировали жидким азотом с последующим лиофильным высушиванием на лиофилизаторе (VirTis, США). Общие липиды выделяли по методу Фолча. Для определения содержания общих липидов использовали весовой метод. Количественный анализ хлорофиллов *a* и *b* проводили в 80% ацетоновом экстракте [3, 5]. Качественный и количественный состав каротиноидов проводили методом ТСХ [5, 13]. Для этого суммарный ацетоновый экстракт пигментов (навеска 30-35 мг)

наносили на пластинку Sorbfil ПТСХ-АФ-В-УФ (10×10 см, Россия). Для хроматографии использовали системы растворителей: сначала бензол:ацетон (7:3) для разделения ксантофиллов, далее – этанол:бензол:ацетон:петролейный эфир (0,3:1,0:2,0:6,7) для отделения β-каротина от хлорофилловых пигментов. β-каротин элюировали хлороформом, ксантофиллы – этанолом; пигменты идентифицировали по спектрам поглощения, регистрируемым на спектрофотометре UV-240 («Shimadzu», Япония). Содержание каждого из пигментов, выделенного методом ТСХ, рассчитывали по основному максимуму поглощения: β-каротина при 464 нм, лютеина+зеаксантина – 446 нм, используя удельные коэффициенты экстинкции.

Содержание липидов в листьях 7-дневных проростков пшеницы изучали при низкой температуре (4°C, 5 с и 10 мин) с 6-минутным последствием. Результаты опытов представлены на рисунке 1. Видно, что кратковременный холодовой шок, которому подверглись корни проростков пшеницы, приводит к существенному возрастанию в листьях содержания общих липидов, лютеинового комплекса (лютеин+зеаксантин) и β-каротина: на 13% и 34,4%; 63 и 67%; 35 и 41% соответственно, по сравнению с контролем (рисунок 1 а, б, в). В то же время низкотемпературное воздействие не оказывает влияния на содержание хлорофиллов а и б (рисунок 1 г).

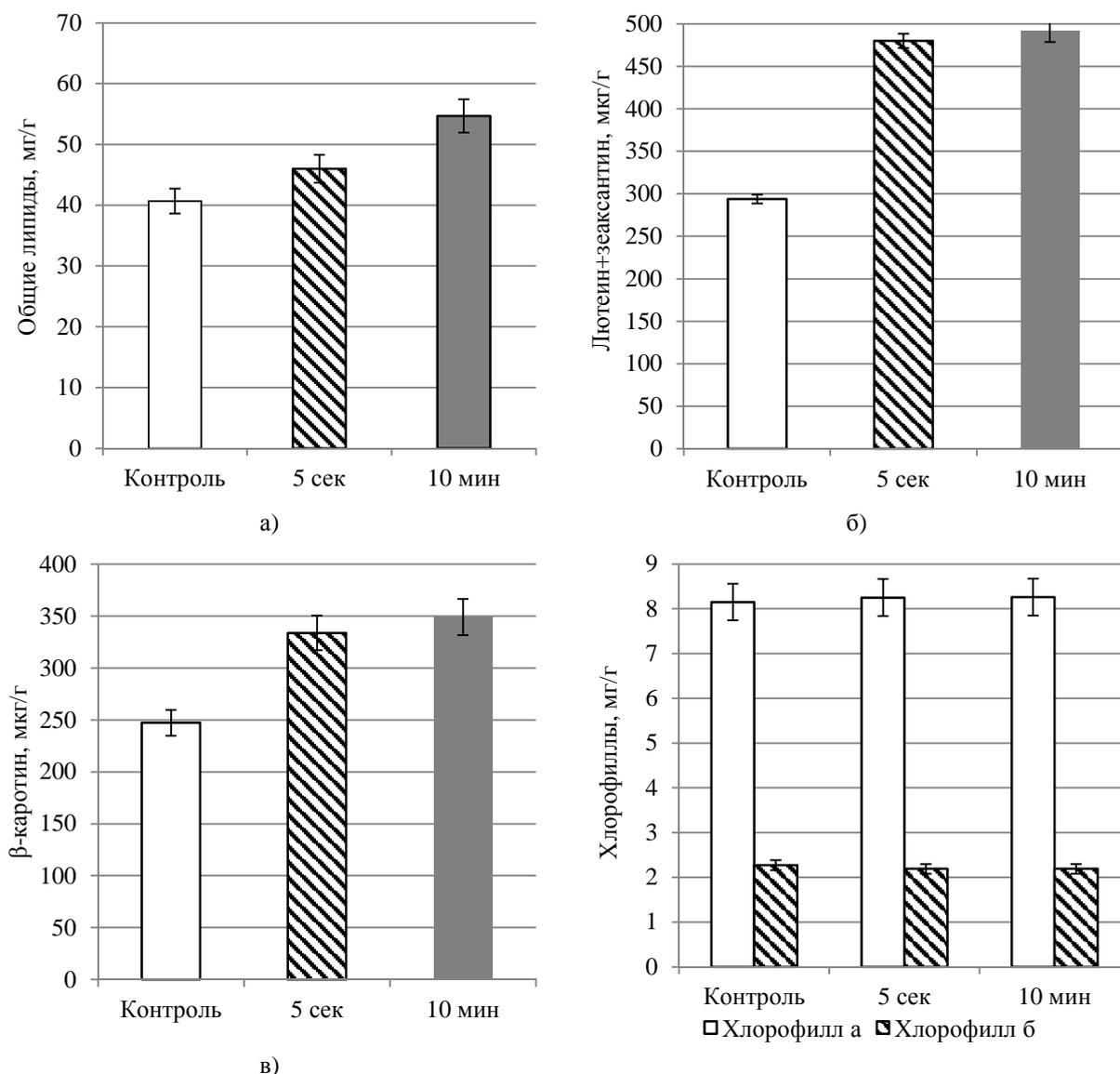


Рисунок 1 – Изменение содержания общих липидов и фотосинтетических пигментов в листьях 7-дневных проростков пшеницы после кратковременного (5 сек и 10 мин) низкотемпературного (+4°C) стрессового воздействия на корни
 а – общие липиды, б – лютеин+зеаксантин, в – β-каротин, г – хлорофиллы

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Как известно, основой всех липидов являются триацилглицерины (ТАГ) – сложные эфиры трехатомного спирта глицерина, все ОН-группы которого этерифицированы остатками жирных кислот (ЖК). Первые секунды (5 с) холодового воздействия (4°C) растение устойчиво, об этом свидетельствует незначительное повышение содержания общих липидов (13%), но десятиминутная реакция аналогична низкотемпературному стрессу, т.е. в листьях проростков пшеницы наблюдаются адаптационные перестройки на уровне мембран так, чтобы в измененных температурных условиях сохранить тот же уровень их текучести, что и в контроле. Поэтому, значительное повышение (34%) содержания жирных масел в листьях проростков опытного варианта (10 мин, 4°C) по сравнению с контролем, вероятно, обусловлено новообразованием полиненасыщенных ЖК. Эти изменения зависят не только от десатураз, но и карбоксилазы, тиоэстеразы и элонгазы как основных лимитирующих синтез ЖК ферментов [9]. Из литературы известно, из четырех десатураз цианобактерий наибольший эффект достигается при нарушении гена, кодирующего $\Delta 12$ -десатуразу. Кроме того, отмечается увеличение содержания и времени полужизни мРНК, ответственных за синтез генов, кодирующих $\Delta 12$, $\Delta 6$, $\Delta \omega 3$ при снижении температуры за 10-30 мин. В то же время, экспрессия *desC*, кодирующего $\Delta 9$ -десатуразу, не зависит от изменений температуры и интенсивно осуществляется [11].

Одновременное дистанционное повышение содержания лютеина (лютеин+зеаксантин) и β -каротина в листьях, по-видимому, свидетельствует о том, что каротиноиды нейтрализуют перекисные радикалы и препятствуют ПОЛ компонентов клеточных мембран [1]. Как отмечалось выше, известен синергизм антиоксидантного действия каротиноидов в смеси с другими жирорастворимыми антиоксидантами – α -токоферола и коэнзима Q_{10} .

Таким образом, показано, что кратковременное (5 сек, 10 мин) низкотемпературное воздействие (4°C) на корни 7-дневных проростков пшеницы приводит к существенным сдвигам в содержании изученных нами низкомолекулярных биологически активных веществ в их листьях. Это свидетельствует о достаточно высокой скорости взаимодействия различных органов растения. Кроме того, это могут быть адаптивные процессы, связанные с транспортом питательных веществ и синтезом *de novo* физиологически активных соединений.

В работе Кудояровой и сотр. [1990] показано, что при стрессовом воздействии на побеги кукурузы в пределах 2-10 мин в корнях возрастает содержание свободной ИУК и падает уровень связанного ауксина. Сходный эффект наблюдался при температурном воздействии на корни. Кратковременный локальный прогрев корня или семядолей вызывает повышение теплоустойчивости органов растений томатов, которые не подвергались температурному воздействию [4]. В других опытах с целыми проростками кукурузы кратковременная (10 с) низкотемпературная обработка (4°C) верхней части проростка приводила через 10 и 90 мин после воздействия к увеличению в кончике корня свободных ИУК, зеатина с зеатинрибозидом, АБК и активности гиббереллинов [7, 15].

Известно участие каротиноидов в окислительном обмене и формировании молекулярных механизмов защиты клеток животных от неблагоприятных воздействий окружающей среды. Эти результаты исследований служат основой широкого использования каротиноидов в биотехнологии для профилактики сердечно-сосудистых и раковых заболеваний, а также повышения надежности иммунной системы. Существует предположение, согласно которому нормализация содержания каротиноидов в пище может продлить среднюю продолжительность жизни на 10-15 лет даже в условиях продолжающегося загрязнения среды обитания [2, 8].

Следует отметить, что исследованные нами каротиноиды играют важную роль в профилактической и клинической медицине. Так, лютеин и его аналог зеаксантин (рисунок 2) являются представителями натуральных каротиноидов, близких по строению к β -каротину. Они не обладают, в отличие от последнего, А-витаминной активностью, но обеспечивают профилактику ряда глазных заболеваний человека, например, возрастной макулярной дегенерации – ведущей причины необратимой потери зрения во многих странах. Многочисленными исследованиями установлена взаимосвязь такого заболевания зрительной сферы, как возрастная макулярная

дегенерация (ВМД), с недостатком поступления в организм каротиноидов – лютеина и зеаксантина. Весьма остро этот вопрос стоит в регионах Крайнего Севера, где ввиду специфики питания также наблюдается дефицит данных пигментов-антиоксидантов. Согласно нашим многолетним исследованиям показано, что в условиях Якутии во время осеннего закаливания растений в них накапливается значительное количество водо- и жирорастворимых пигментов [13, 14]. Такие растения могут служить сырьевой базой для извлечения биологически активных веществ, в том числе лютеина+зеаксантина и β -каротина.

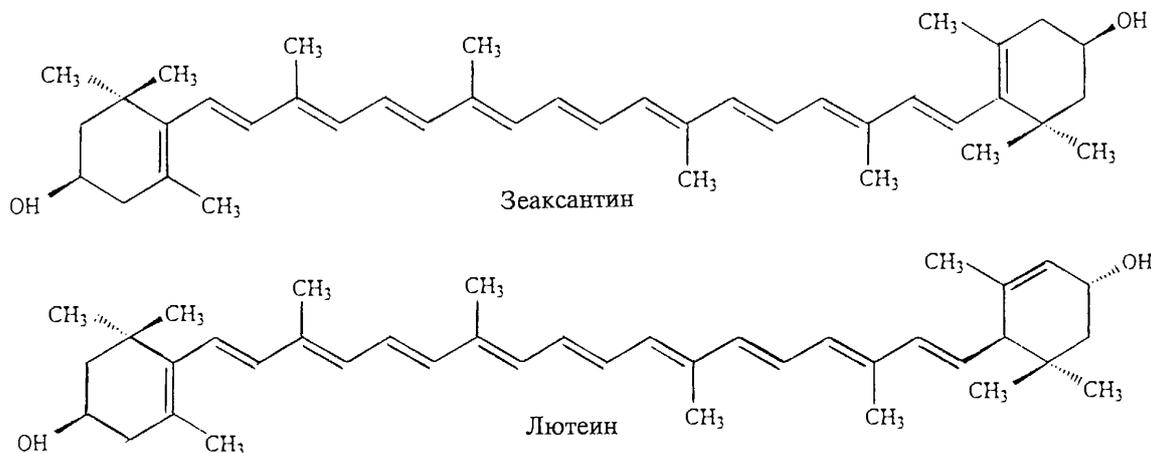


Рисунок 2 – Строение лютеина и зеаксантина

β -каротин, имеющий выраженную антиоксидантную активность, широко используется в сельском хозяйстве. Его физиологическое действие обусловлено образованием в животном организме витамина А. Энзиматическое превращение поступившего с пищей β -каротина представляется важным для организмов. Оно, главным образом, происходит в желудочно-кишечном тракте. β -каротин по центральной двойной связи (15-15' углеводными атомами молекулы) в присутствии молекулярного кислорода образует неустойчивый четырехуглеродный гетероцикл, который распадается с образованием двух молекул витамина А [6] (рисунок 3).

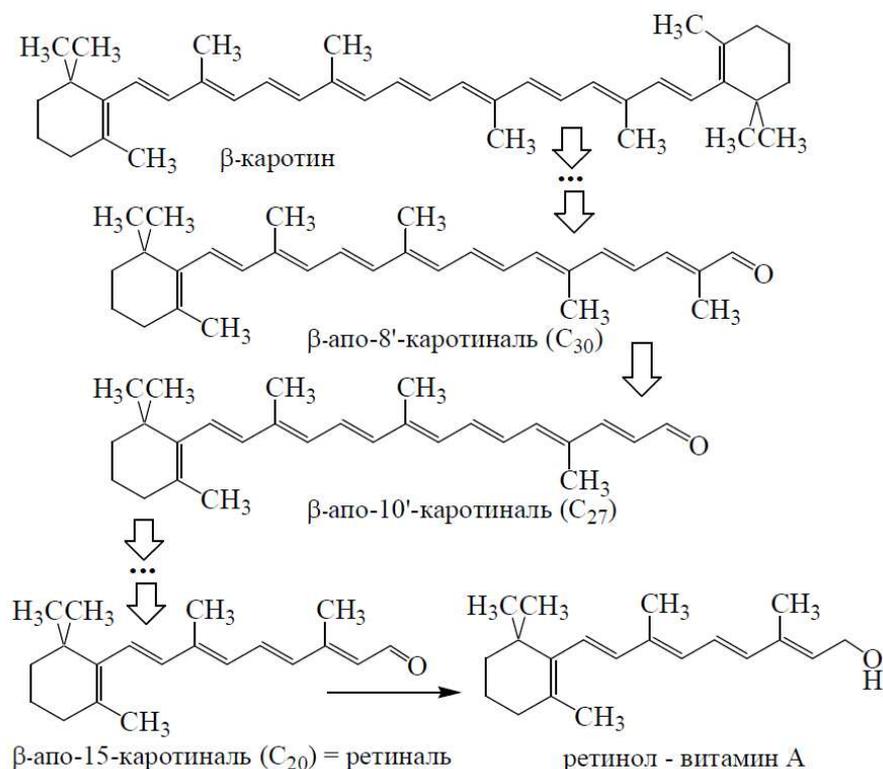


Рисунок 3 – Окислительное расщепление β -каротина

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на примере действия холодового (4°C) шока очевидно, что реакция растительного организма на локальное действие кратковременного стрессора на корни включает быстрые адаптивные изменения содержания низкомолекулярных биологически активных веществ (липидов и каротиноидов) в листьях. Анализ наших и литературных данных по передаче в листья сигналов о локальном стрессовом воздействии на корень привел нас к предположению, что такими сигналами могут быть гормональные, электрофизиологические и гидравлические факторы.

В дальнейшем предполагается определить содержание полиненасыщенных ЖК, используя данные газожидкостной хроматографии липидов листьев травянистых растений при их адаптации к низкой температуре, а также с помощью нахождения оптимальной длительности холодового шока добиться максимального накопления в культивируемых растениях каротиноидов (β -каротин, лютеин, зеаксантин), в том числе для биотехнологических целей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Halliwell, B. Free radicals in biology and medicine / B. Halliwell, J.M. Guttendge. – Oxford, 1989. – №58 (188). – Pp. 366-494.
2. Karnaukhov, V.N. Carotenoids: Recent progress, problems, and prospects / Karnaukhov // *Comp. Biochem. Physiol.* – 1990. – P. 1-20.
3. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and Carotenoids-Pigments of Photosynthetic Biomembranes / H.K. Lichtenthaler // *Methods Enzymol.* – 1987. – V. 148. – P. 350-382.
4. Акимова, Т.В. Возможность передачи «сигнала» тепловой закали растений / Акимова Т.В., Балагурова Н.И. Титов А.Ф. // *Физиология растений.* – 1991. – Т. 38. – Вып. 6. С. 1197-1202.
5. Гавриленко, В.Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова. – М.: Академия, 2003. – 256 с.
6. Дейнека, В.И. Каротиноиды: строение, биологические функции и перспективы применения / В.И. Дейнека, А.А. Шапошников, Л.А. Дейнека, Т.С. Гусева, С.М. Вострикова, Е.А. Шенцева, Л.Р. Закирова // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация.* – 2008. – Вып. 6. – Т. 6. – С. 19-25.
7. Е.И. Ермаков, А.В. Полевой Изменение баланса эндогенных ИУК и АБК в корнях проростков кукурузы при прямом и опосредованном низкотемпературном стрессе / Е.И. Ермаков, А.В. Полевой // *Докл. РАСХН.* – 1993. – Т. 3. – №1. – С. 16-19.
8. Карнаухов, В.Н. Биологические функции каротиноидов / В.Н. Карнаухов. – М.: Наука, 1988. – 240 с.
9. Кретович, В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович. – М., 1986. – 503 с.
10. Кудоярова, Г.Р. Взаимодействие электрических и гормональных сигналов / Г.Р. Кудоярова, И.Ю. Усманов, В.З. Гули-Заде, Э.Г. Фаттахутдинов, С.Ю. Веселов // *Докл. АН СССР.* – 1990. – Т. 310. – №6. – С. 1511-1514.
11. Лось, Д.А. Накопление транскрипта desA в *Synechocystis* PCC6803 при низких температурах является результатом активации транскрипции и увеличения стабильности РНК / Д.А. Лось, Н. Мурата // *Физиология растений.* – 1994. – Т. 41. – №2. – С. 170-175.
12. Меньшикова, Е.Б. Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов / Е.Б. Меньшикова, Н.К. Зенков // *Успехи современной биологии.* – 1990. – Т. 113. – №4. – С. 442-445.
13. Петров, К.А. Сезонные изменения содержания фотосинтетических пигментов у многолетних травянистых растений криолитозоны / К.А. Петров, В.Е. Софронова, В.А. Чепалов, А.А. Перк, Т.Х. Максимов // *Физиология растений.* – 2010. – Т. 57. – С. 192-199.
14. Петров, К.А. Древесные растения Якутии и низкотемпературный стресс / К.А. Петров, В.Е. Софронова, В.В. Бубякина, А.А. Перк, Т.Д. Татарина, А.Г. Пономарев, В.А. Чепалов, Ж.М. Охлопкова, И.В. Васильева, Т.Х. Максимов // *Физиология растений.* – 2011. – Т. 58. – №6. – С. 866-874.
15. Полевой, А.В. Быстрая дистанционная передача сигнала о локальном стрессовом воздействии у проростков кукурузы / А.В. Полевой, О.В. Танкелюн, В.В. Полевой // *Физиология растений.* – 1997. – Т. 44. – №5. – С. 645-651.
16. Полевой, В.В. Система интеграции у растений. Рецепция и трансдукция сигналов у растений / В.В. Полевой. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2008. – С. 202-256.
17. Радченко, С.И. Температурные градиенты среды и растения / С.И. Радченко. – М.-Л.: Наука, 1966. – 389 с.
18. Сабинин, Д.А. О значении корневой системы в жизнедеятельности растений / Д.А. Сабинин // *9-е Тимирязевские чтения.* – М., 1949. – 48 с.

Нохсоров Василий Васильевич

Северо-Восточный Федеральный университет им. М.К. Аммосова
Старший преподаватель кафедры «Методики преподавания биологии, химии и географии»
677000, г. Якутск, пр. Ленина, 41
Тел. (4112) 33-56-90, (4112) 33-58-12
E-mail: NohVasyaVas@mail.ru

Дударева Любовь Виссарионовна

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
Кандидат биологических наук,
заведующая лабораторией физико-химических методов исследования
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 132
Тел. (3952) 42-58-92, (3952) 51-07-54
E-mail: laser@sifibr.irk.ru

Перк Александр Александрович

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
лаборатории биогеохимических циклов мерзлотных экосистем
677000, г. Якутск, пр. Ленина, 41
Тел. (4112) 33-56-90, (4112) 33-58-12
E-mail: aaperk@mail.ru

Чепалов Валентин Азотович

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
Кандидат биологических наук, научный сотрудник
лаборатории биогеохимических циклов мерзлотных экосистем
677000, г. Якутск, пр. Ленина, 41
Тел. (4112) 33-56-90, (4112) 33-58-12
E-mail: kap_75@bk.ru

Софронова Валентина Егоровна

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
Кандидат химических наук, старший научный сотрудник
лаборатории биогеохимических циклов мерзлотных экосистем
677000, г. Якутск, пр. Ленина, 41
Тел. (4112) 33-56-90, (4112) 33-58-12
E-mail: vse07_53@mail.ru

Верхотуров Василий Владимирович

Иркутский государственный технический университет
Доктор биологических наук, профессор кафедры «Технологии продуктов питания и химии»
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
Тел. (3952) 40-51-22, (3952) 40-51-23
E-mail: biovervv@mail.ru

Петров Клим Алексеевич

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
Доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник
лаборатории биогеохимических циклов мерзлотных экосистем
677000, г. Якутск, пр. Ленина, 41
Тел. (4112) 33-56-90, (4112) 33-58-12
E-mail: kap_75@bk.ru

V.V. NOHSOROV, L.V. DUDAREVA, A.A. PERK, V.A. CHEPALOV,
V.E. SOFRONOVA, V.V. VERHOTUROV, K.A. PETROV

**THE ROLE OF LIPIDS AND CAROTINOIDS OF WHEAT
SEEDLINGS IN THEIR ADAPTATION TO COLD SHOK**

Peculiarities of lipid and pigment composition (carotenoids, chlorophylls) of wheat sprouts' leaves were studied during short-term influence of low positive temperatures (+4°C) on the root system. During the 5-second and 10-minute cold shock, there was observed the significant content of common lipids, lutein complex (lutein+ zeaxanthin) and b-carotene in comparison with the control. The possibility of regulation of maximum accumulation of carotenoids in plants and is studied and also for biotechnological purposes among others.

Keywords: wheat, system root-leaves, cold shock, lipids, carotenoids, chlorophylls.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Halliwell, V. Free radicals in biology and medicine / V. Halliwell, J.M. Guttendge. – Oxford, 1989. – №58 (188). – Pp. 366-494.
2. Karnaukhov, V.N. Carotenoids: Recent progress, problems, and prospects / Karnaukhov // Comp. Biochem. Physiol. – 1990. – P. 1-20.
3. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and Carotenoids-Pigments of Photosynthetic Biomembranes / H.K. Lichtenthaler // Methods Enzymol. – 1987. – V. 148. – P. 350-382.
4. Akimova, T.V. Vozmozhnost' peredachi «signala» teplovoj zakalki rastenij / Akimova T.V., Balagurova N.I. Titov A.F. // Fiziologija rastenij. – 1991. – T. 38. – Vyp. 6. S. 1197-1202.
5. Gavrilenko, V.F. Bol'shoj praktikum po fotosintezu / V.F. Gavrilenko, T.V. Zhigalova. – M.: Akademija, 2003. – 256 s.
6. Dejneka, V.I. Karotinoidy: stroenie, biologicheskie funkcii i perspektivy primeneniya / V.I. Dejneka, A.A. Shaposhnikov, L.A. Dejneka, T.S. Guseva, S.M. Vostrikova, E.A. Shenceva, L.R. Zakirova // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Medicina. Farmacija. – 2008. – Vyp. 6. – T. 6. – S. 19-25.
7. E.I. Ermakov, A.V. Polevoj. Izmenenie balansa jendogennyh IUK i ABK v kornjah prorostkov kukuruzy pri prjamom i oposredovannom nizektemperaturnom stresse / E.I. Ermakov, A.V. Polevoj // Dokl. RASHN. – 1993. – T. 3. – №1. – S. 16-19.
8. Karnaukhov, V.N. Biologicheskie funkcii karotinoidov / V.N. Karnaukhov. – M.: Nauka, 1988. – 240 s..
9. Kretovich, V.L. Biohimija rastenij / V.L. Kretovich. – M., 1986. – 503 s.
10. Kudojarova, G.R. Vzaimodejstvie jelektricheskikh i gormonal'nyh signalov / G.R. Kudojarova, I.Ju. Usmanov, V.Z. Gjuli-Zade, Je.G. Fattahutdinov, S.Ju. Veselov // Dokl. AN SSSR. – 1990. – T. 310. – №6. – S. 1511-1514.
11. Los', D.A. Nakoplenie transkripta desA v Synechocystis RSS6803 pri nizkikh temperaturah javljaetsja rezul'tatom aktivacii transkripcii i uvelichenija stabil'nosti RNK / D.A. Los', N. Murata // Fiziologija rastenij. – 1994. – T. 41. – №2. – S. 170-175.
12. Men'shikova, E.B. Antioksidanty i inhibitory radikal'nyh oksiditel'nyh processov / E.B. Men'shikova, N.K. Zenkov // Uspehi sovremennoj biologii. – 1990. – T. 113. – №4. – S. 442-445.
13. Petrov, K.A. Sezonnje izmeneniya sodержaniya fotosinteticheskikh pigmentov u mnogoletnih travjanistykh rastenij kriolitozony / K.A. Petrov, V.E. Sofronova, V.A. Chepalov, A.A. Perk, T.H. Maksimov // Fiziologija rastenij. – 2010. – T. 57. – S. 192-199.
14. Petrov, K.A. Drevesnye rasteniya Jakutii i nizkotemperaturnyj stress / K.A. Petrov, V.E. Sofronova, V.V. Bubjakina, A.A. Perk, T.D. Tatarinova, A.G. Ponomarev, V.A. Chepalov, Zh.M. Ohlopkova, I.V. Vasil'eva, T.H. Maksimov // Fiziologija rastenij. – 2011. – T. 58. – №6. – S. 866-874.
15. Polevoj, A.V. Bystraja distancionnaja peredacha signala o lokal'nom stressovom vozdejstvii u prorostkov kukuruzy / A.V. Polevoj, O.V. Tankeljun, V.V. Polevoj // Fiziologija rastenij. – 1997. – T. 44. – №5. – S. 645-651.
16. Polevoj, V.V. Sistema integracii u rastenij. Receptcija i transdukcija signalov u rastenij / V.V. Polevoj. – SPb.: Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 2008. – S. 202-256.
17. Radchenko, S.I. Temperaturnye gradienty sredy i rasteniya / S.I. Radchenko. – M.-L.: Nauka, 1966. – 389 s.
18. Sabinin, D.A. O znachenii kornevoj sistemy v zhiznedejatel'nosti rastenij / D.A. Sabinin // 9-e Timirjazevskie chteniya. – M., 1949. – 48 s.

Nohsorov Vasily Vasilyevich

Amnosov North-Eastern Federal University

Senior lecturer at the department of «Teaching methods of biology, chemistry and geography»

677000, Yakutsk, pr. Lenina, 41

Tel. (4112) 33-56-90, (4112) 33-58-12

E-mail: NohVasyaVas@mail.ru

Dudareva Lyubov Vissarionovna

Siberian Institute of Physiology and Biochemistry of Plants SB RAS

Candidate of biological sciences, head of the laboratory of physico-chemical methods of research

664033, Irkutsk, ul. Lermontova, 132

Tel. (3952) 42-58-92, (3952) 51-07-54

E-mail: laser@sifibr.irk.ru

Perk Aleksandr Aleksandrovich

Institute of Biological Problems of Cryolithozone SB RAS
Candidate of biological sciences, senior research associate
at the laboratory of biogeochemical cycles in permafrost ecosystems
677000, Yakutsk, pr. Lenina, 41
Tel. (4112) 33-56-90, (4112) 33-58-12
E-mail: aaperk@mail.ru

Chepalov Valentin Azotovich

Institute of Biological Problems of Cryolithozone SB RAS
Candidate of biological sciences, research associate
at the laboratory of biogeochemical cycles in permafrost ecosystems
677000, Yakutsk, pr. Lenina, 41
Tel. (4112) 33-56-90, (4112) 33-58-12
E-mail: kap_75@bk.ru

Sofronova Valentina Egorovna

Institute of Biological Problems of Cryolithozone SB RAS
Candidate of chemical sciences, senior research associate
at the laboratory of biogeochemical cycles in permafrost ecosystems
677000, Yakutsk, pr. Lenina, 41
Tel. (4112) 33-56-90, (4112) 33-58-12
E-mail: vse07_53@mail.ru

Verhoturov Vasilii Vladimirovich

Irkutsk State Technical University
Doctor of biological sciences, professor at the department of
«Food technology and chemistry»
664074, Irkutsk, ul. Lermontova, 83
Tel. (3952) 40-51-22, (3952) 40-51-23
E-mail: biovervv@mail.ru

Petrov Klim Alexeyevich

Institute of Biological Problems of Cryolithozone SB RAS
Doctor of biological sciences, leading researcher
at the laboratory of biogeochemical cycles in permafrost ecosystems
677000, Yakutsk, pr. Lenina, 41
Tel. (4112) 33-56-90, (4112) 33-58-12
E-mail: kap_75@bk.ru

УДК 614.7:633.]-074

Е.А. КУЗНЕЦОВА, Ю.А. СЕДОВ, В.Ю. ЗОМИТЕВ,
А.С. РЫЛКОВА, А.И. ЗАБОЛОЦКИЙ, П.В. СВЕТКИНА**ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ХРОМА
В КЛЕТКАХ КАЛЛУСОВ КАРТОФЕЛЯ**

Приведены результаты гистохимических исследований выращенной in vitro клеток каллусной культуры картофеля, выполненные с использованием микроскопа Axioskop 2 MAT фирмы «Carl Zeiss». Изучена локализация комплексов формазанов с Cr³⁺ в клетках каллусов. Отмечено, что комплексы с хромом распределены равномерно в клетках. Обнаруживаются также комплексы с кадмием и никелем в клеточных стенках каллусов.

Ключевые слова: каллусные культуры, комплексообразование, хиназолил-формазаны, хром, локализация.

На современном этапе культура клеток высших растений может рассматриваться как модель для проведения исследований в области физиологии растений [1]. Проблема компартментации металлов в клетках растений является определяющей при изучении их токсического действия, что связано с существованием барьерных тканей, ограничивающих передвижение многих химических элементов. Каллусные клетки in vitro сохраняют многие физиолого-биохимические черты, свойственные нормальным клеткам, входящим в состав растительного организма и могут быть использованы в качестве объекта для изучения механизма металлоустойчивости.

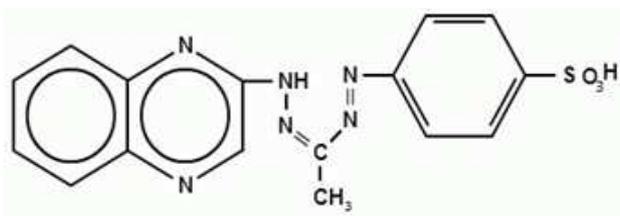
Гистохимические методы определения металлов основаны на образовании окрашенных комплексов аналитических реагентов с изучаемыми химическими элементами. Для определения свинца, никеля, кадмия традиционно используют органические нефлуоресцентные и флуоресцентные индикаторы. Для выявления локализации тяжелых металлов широко используются комплексообразователи формазанового ряда, дающие окрашенные комплексы при комнатной температуре в водно-органических растворителях с достаточно хорошей избирательностью [2, 3].

В исследованиях распределения тяжелых металлов в растительных тканях мало внимания уделяется локализации ионов хрома. Не смотря на то, что в почве содержится значительное количество хрома, его доступность растениям весьма ограничена. Возможность накопления хрома в растениях нередко обусловлена антропогенной деятельностью. Содержание элемента в растениях обычно составляет 0,02–0,20 мг/кг сухого вещества, однако концентрации хрома весьма изменчивы и определяются характером растительной ткани и стадией роста растения [4]. По литературным данным наиболее высокие концентрации хрома наблюдаются в корнях, низкие – в генеративных органах. Данных о распространении хрома в органах растений и по динамике его накопления недостаточно. Известно, что Cr³⁺ образует полиядерные комплексы с гидроксо- и кислородными мостиками. Являясь жесткой кислотой, Cr³⁺ образует устойчивые комплексы с кислородными донорными лигандами [5].

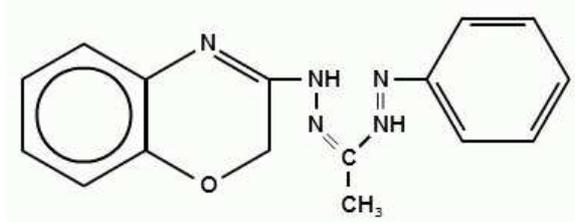
Целью исследования было изучение возможности использования комплексов формазанов с Cr³⁺ для обнаружения металла в каллусных культурах гистохимическим методом и определения мест его локализации.

Предварительно были синтезированы модельные лиганды хиназолил-формазанового ряда с электронодонорными и электроноакцепторными заместителями в фенильном кольце у N₅ формазанового цикла, характерными для биологических структур (автор Ю.А. Седов). Строение формазанов подтверждено сходством их УФ и ИК спектров, масс-спектрами, прямым окислением их в соли тетразолия и восстановлением в исходные формазаны. Новые соединения имеют следующие свойства – температура плавления от 102 до 180° С, максимум

поглощения в видимой области от 400 до 480 нм. Формулы синтезированных формазанов представлены ниже:



Формазан 1



Формазан 2

Растворы формазанов с концентрацией 1 ммоль/л готовили растворением точных навесок формазанов в водно-спиртовом растворе (соотношение воды и спирта H₂O:C₂H₅OH=1:4) непосредственно перед использованием. Для выявления способности давать окрашенные комплексы и определения λ_{\max} спектра поглощения готовили стандартный раствор. При смешивании растворов лигандов с раствором соли хрома наблюдались видимые изменения окраски растворов. Комплексные соединения изучаемых формазанов с солями Cr³⁺ имели насыщенное зелено-салатовое окрашивание. На рисунке 1 представлены спектры поглощения комплексных соединений Cr³⁺ с формазанами.

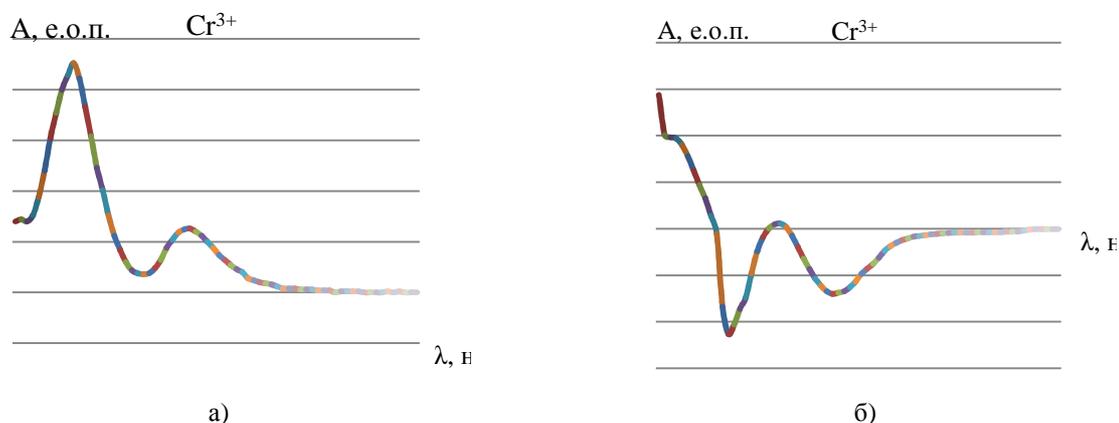


Рисунок 1 – Спектры поглощения комплексных соединений Cr³⁺ с синтезированными формазанами
а) Формазан 1, б) Формазан 2

При комплексообразовании с Cr³⁺ в видимой области спектра наблюдается появление новых λ_{\max} по сравнению со спектрами свободных лигандов на длинах волн 420, 620 нм.

На среде Мурасиге-Скуга *in vitro* были выращены каллусные культуры картофеля. Они представляли собой аморфные образования зеленого цвета. Фотографии каллусных культур приведены на рисунке 2.

Отбор проб для исследования распределения хрома использовали каллусные клетки третьей линейной фазы роста, во время которой рост клеток был относительно постоянен. Предварительно подготовленная серия поперечных срезов каллусов картофеля была обработана водно-спиртовым раствором комплексонов и исследована с помощью микроскопа Микмед МС-2 Zoom с увеличением 160x (рисунок 3).

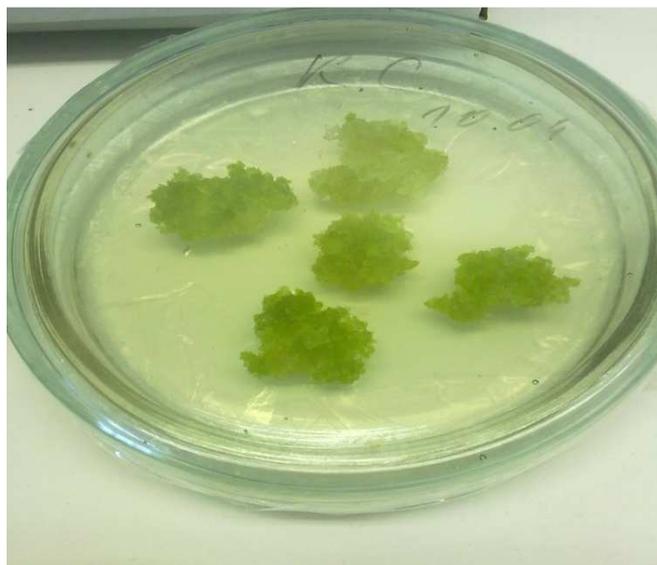


Рисунок 2 – Фотография культивированных *in vitro* каллусов картофеля

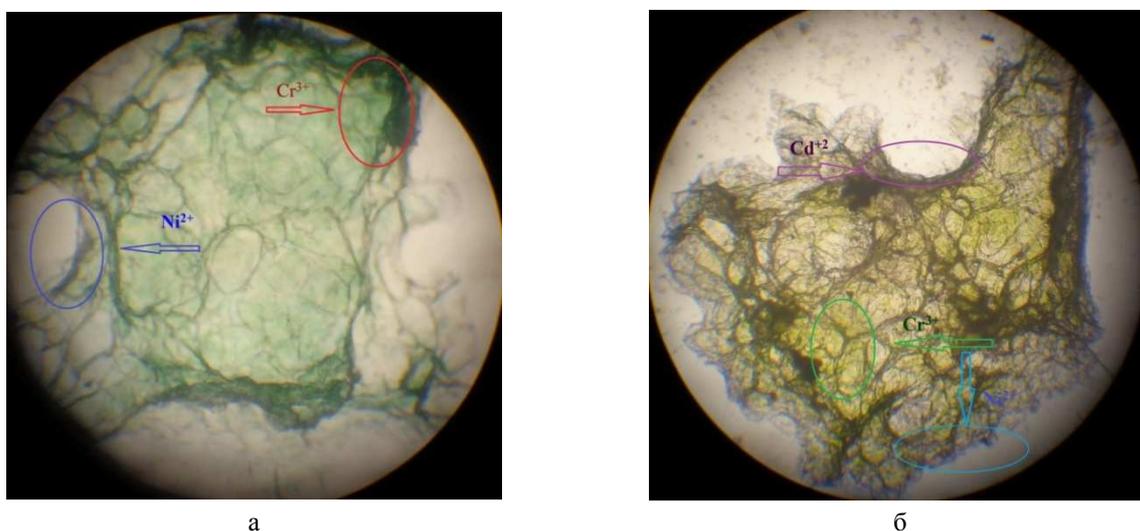


Рисунок 3 – Локализация Cr^{3+} в каллусах картофеля после обработки культуры синтезированными комплексонами
а) Комплексон 1, б) Комплексон 2

Ионы хрома хорошо диагностируются в каллусах картофеля после обработки синтезированными комплексонами. Наблюдается различие в окраске препарата в зависимости от типа комплекса. Ионы хрома в пределах клеток каллусов распределены равномерно. Наиболее выраженная зеленоватая окраска характерна для клеточных стенок каллуса. Однако ионы хрома обнаруживаются и в цитоплазме. Окраска вакуолей клеток более интенсивная по сравнению с другими органеллами. Синтезированные формазаны образуют окрашенные комплексы также с никелем (серый цвет) и кадмием (розовый цвет). Установлено, что локализация этих химических элементов наблюдается в основном в клеточных стенках каллусных культур.

Таким образом, проведенные исследования показали, что синтезированные комплексоны хиназолил-формазанового ряда могут быть использованы для исследования распределения Cr^{3+} в каллусах картофеля. Изучение локализации Cr^{3+} в клетках каллуса показало, что ионы тяжелого металла в клетке распределены равномерно. Синтезированные формазаны являются селективными аналитическими реагентами для обнаружения металлов в тканях и клетках растений.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках КБК 01.10.021.0059.01.611, код проекта 22 и РФФИ (грант 12-04-97586 р_центр_a).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Akimoto, C. / Endogenous elicitor-like effects of alginate on physiological activities of plant cells / C. Akimoto., H. Aoyagi, H. Tanaka // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 1999. – Vol. 52. – P. 429-436.
2. Кузнецова, Е.А. Использование комплексонов хиназолилформазанового ряда для идентификации ионов Ni²⁺, Pb²⁺, CO₂⁺ в семенах растений // Фундаментальные исследования. – 2013. – №10 (часть 6). – С. 1266-1270.
3. Кузнецова, Е.А. Использование комплексонов хиназолил-формазанового ряда для обнаружения тяжелых металлов в морфологических частях зерна / Е.А. Кузнецова, И.Н. Парамонов, В.Ю. Зомитев, Е.Ю. Потребина // Использование комплексонов хиназолил-формазанового ряда для обнаружения тяжелых металлов в морфологических частях зерна // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. – №1. – С.76-79.
4. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 436 с.
5. Мухамадияров, Р.А. Влияние солей тяжелых металлов на клетки пресноводных растений: дис. ...канд. биол. наук: 03.00.02 / Ринат Авхадиевич Мухамадияров. – Томск, 1991. – 174 с.

Кузнецова Елена Анатольевна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Химия и биотехнология»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-92
E-mail: elkuznetcova@rambler.ru

Седов Юрий Андреевич

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Кандидат химических наук, доцент, научный консультант
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-92
E-mail: elkuznetcova@rambler.ru

Зомитев Владислав Юрьевич

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Аспирант кафедры «Химия и биотехнология»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. 8-985-134-46-74
E-mail: vzbosss@mail.ru

Рылкова Анна Сергеевна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Студент направления подготовки 240700.62 «Биотехнология»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-92
E-mail: elkuznetcova@rambler.ru

Заболоцкий Артур Игоревич

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Студент направления подготовки 240700.62 «Биотехнология»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-92
E-mail: elkuznetcova@rambler.ru

Светкина Полина Владиславовна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Студент направления подготовки 240700.62 «Биотехнология»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-92
E-mail: elkuznetcova@rambler.ru

E.A. KUZNETSOVA, YU.A. SEDOV, V.YU. ZOMITEV,
A.S. RYLKOVA, A.I. ZABOLOTSKIY, P.V. SVETKINA

**STUDY OF CHROMIUM LOCALIZATION
IN CALLUS CELLS OF POTATO**

The article demonstrates results of histochemical studies of in vitro grown cells of potato callus culture performed using a microscope Carl Zeiss Axioskop 2 MAT. The localization of formazan complexes with Cr³⁺ in callus cells is studied. It is noted that complexes with chromium are uniformly distributed into the cells. Also, complexes with cadmium and nickel are found in the callus cell walls.

Keywords: callus culture, complexation, quinazoline-formazan, chromium, localization.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Akimoto, C. / Endogenous elicitor-like effects of alginate on physiological activities of plant cells / C. Akimoto., H. Aoyagi, H. Tanaka // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 1999. – Vol. 52. – P. 429-436.
2. Kuznetsova, E.A. Ispol'zovanie kompleksonov hinazolilformazanovogo rjada dlja identifikacii ionov Ni²⁺, Pb²⁺, CO²⁺ v semenah rastenij // Fundamental'nye issledovaniya. – 2013. – №10 (chast' 6). – S. 1266-1270.
3. Kuznetsova, E.A. Ispol'zovanie kompleksonov hinazolil-formazanovogo rjada dlja obnaruzhenija tjazhelyh metallov v morfologicheskikh chastjah zerna / E.A. Kuznetsova, I.N. Paramonov, V.Ju. Zomitev, E.Ju. Potreba Ispol'zovanie kompleksonov hinazolil-formazanovogo rjada dlja obnaruzhenija tjazhelyh metallov v morfologicheskikh chastjah zerna // Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyyh produktov. – 2013. – №1. – S.76-79.
4. Kabata-Pendias, A. Mikrojelementy v pochvah i rastenijah / A. Kabata-Pendias, H. Pendias. – M.: Mir, 1989. – 436 s.
5. Muhamadijarov, R.A. Vlijanie solej tjazhelyh metallov na kletki presnovodnyh rastenij: dis. ...kand. biol. nauk: 03.00.02 / Rinat Avhadievich Muhamadijarov. – Tomsk, 1991. – 174 s.

Kuznetsova Elena Anatolievna

State University-Education-Science-Production Complex

Doctor of technical science, professor, head of the department «Chemistry and biotechnology»

302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29

Tel. (4862) 41-98-92

E-mail: elkuznetcova@rambler.ru

Sedov Yury Andreevich

State University-Education-Science-Production Complex

Candidate of chemical science, assistant professor, scientific consultant

302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29

Tel. (4862) 41-98-92

E-mail: elkuznetcova@rambler.ru

Zomitev Vladislav Yuryevich

State University-Education-Science-Production Complex

Post-graduate student at the department of «Chemistry and biotechnology»

302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29

Tel. 8-985-134-46-74

E-mail: vzbosss@mail.ru

Rylkova Anna Sergeevna

State University-Education-Science-Production Complex

The student of training areas 240700.62 «Biotechnology»

302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29

Tel. (4862) 41-98-92

E-mail: elkuznetcova@rambler.ru

Zabolotskiy Arthur Igorevich

State University-Education-Science-Production Complex

The student of training areas 240700.62 «Biotechnology»

302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29

Tel. (4862) 41-98-92

E-mail: elkuznetcova@rambler.ru

Svetkina Polina Vladislavovna

State University-Education-Science-Production Complex

The student of training areas 240700.62 «Biotechnology»

302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29

Tel. (4862) 41-98-92

E-mail: elkuznetcova@rambler.ru

УДК 338.431:334.75:637.1

О.Л. КУРНАКОВА, И.В. БУТЕНКО, О.В. ЕВДОКИМОВА

**АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ
МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НАСЕЛЕНИЕМ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**

В статье приведена динамика производства молочных продуктов и объемов импорта молочных продуктов на территории России. Проведен анализ производства коровьего молока в сельскохозяйственных организациях РФ за исследуемый период. Представлено распределение регионов ЦФО и сформирована группировка регионов ЦФО по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения.

***Ключевые слова:** динамика производства, объемы импорта, молочные продукты, группировка регионов ЦФО.*

Последние годы являются годами спокойного и достаточно стабильного развития для рынка молока в России. Этому не помешали ни вступление России в ВТО, ни какие бы то ни было прочие негативные факторы.

Уровень потребления молочной продукции населением является очень важным для российского рынка. За последние 10 лет потребление молока в России выросло до 270 килограммов на человека в год. Но эта цифра еще ниже медицинской нормы, которая составляет 340 килограммов молока на человека в год. Для российских компаний только российский рынок сбыта сегодня является доступным, и насколько будет расти спрос на нем, будет определяющим и в плане цены, и в плане рентабельности. Если уровень потребления будет расти и дальше и достигнет рекомендуемой медицинской нормы, скажем, к 2020 году, то при условии некоторой помощи и защиты государства это даст российским производителям весьма комфортные годы для развития и укрепления своих позиций на рынке.

Однако, есть и другой прогноз, согласно которому потребление молока в стране в ближайшие годы будет оставаться плавающим или будет расти слишком вяло. На фоне роста поставок молочной продукции в страну в рамках ВТО это приведет к снижению уровня рентабельности в национальной молочной индустрии. В течение пары лет такое положение дел отзовется оттоком инвестиций и снижением темпов развития сначала мелких производителей, а затем и всей индустрии. Какой именно из этих двух сценариев реализуется на практике, сейчас во многом зависит от государства. Сегодня можно признать, что в России постепенно становится модным быть здоровым. Молодежь все больше начинает делать выбор в пользу молочных продуктов, что и объясняет рост потребления. Однако этот тренд пока еще слишком молод и хрупок, чтобы его можно было пускать на самотек. Можно с уверенностью сказать, что без должной поддержки он может сойти на нет.

В 2013 году молочный рынок России оказался в сложнейшем положении. Согласно официальной статистики, поголовье коров в стране сократилось на 2,4% к тому же сказалась засуха 2012 года. При этом, поголовье мясных коров увеличилось за счет активной поддержки данного сектора, тогда как поголовье дойного стада сократилось на 8%. За последние 10 лет такое снижение отмечалось только однажды – в 2005 году, так же снизилась среднегодовая продуктивность коров.

По цепной реакции рост цен на сырое молоко запустил снижение производства на территории России, увеличение цен и импорта.

Динамика производства молочных продуктов на территории России представлена на рисунке 1.

Особенно рост импорта коснулся сухого молока, по данным за 11 месяцев 2013 года

из Беларуси было вывезено порядка 127 тысяч тонн – это более 77% от общего импорта сухого молока. Кроме того, из Беларуси было импортировано порядка 41% от общего объема импорта сливочного масла – это около 61 тысячи тонн.

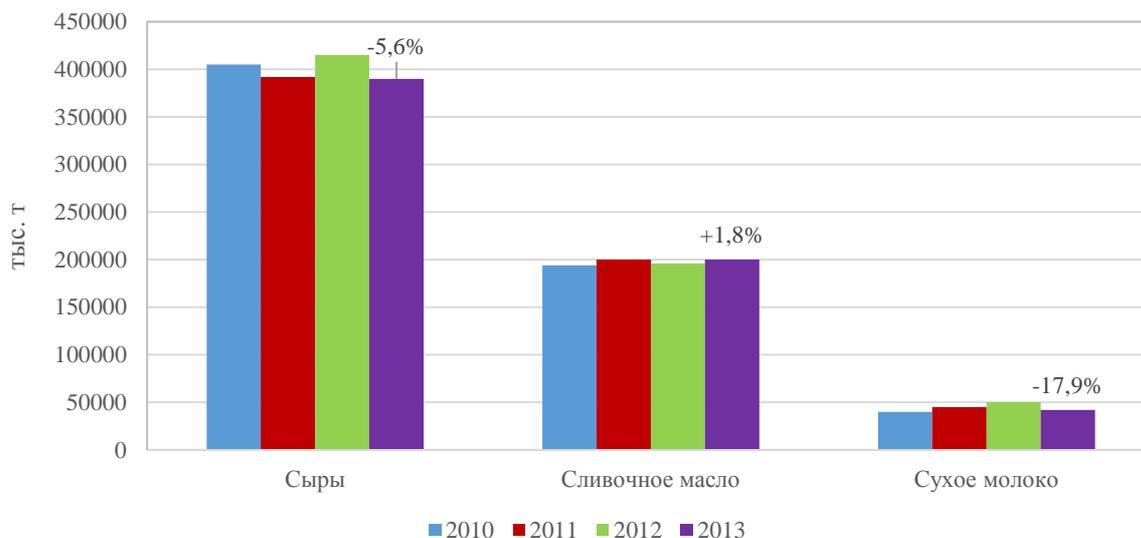


Рисунок 1 – Динамика производства молочных продуктов на территории России за период с 2010 по 2013 гг.

Динамика объемов импорта молочных продуктов (без учета Беларуси) представлена на рисунке 2.

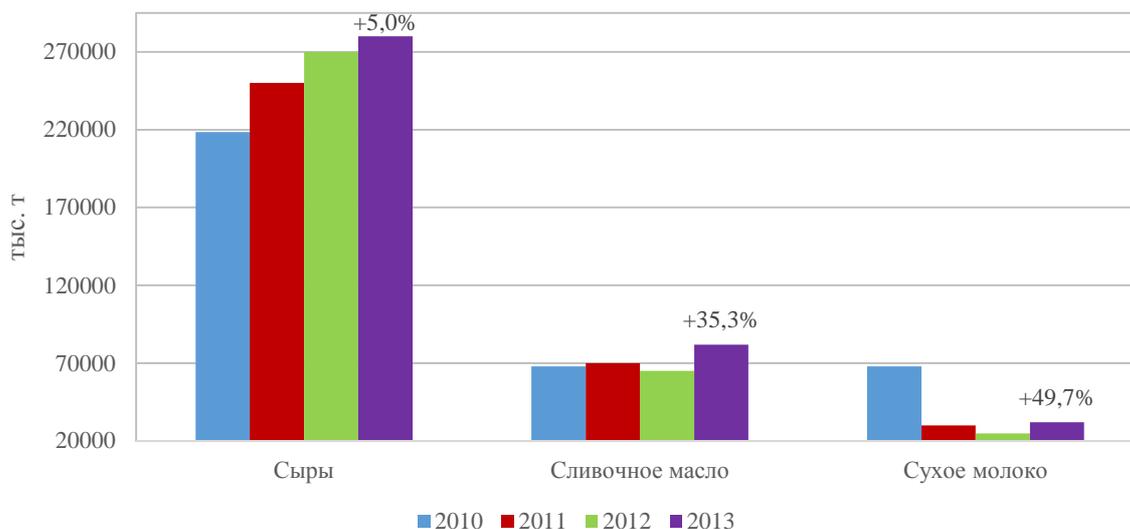


Рисунок 2 – Динамика объемов импорта молочных продуктов за период с 2010 по 2013 гг.

Однако, несмотря на сложную ситуацию и кризисные явления, в молочном секторе наблюдается инвестиционная активность, следует отметить, что очень важна государственная поддержка молочного сектора: субсидирование, поддержка проектов, льготы для фермеров. Динамика производства коровьего молока в сельскохозяйственных организациях РФ за период с 2011 по 2012 годы представлена на рисунке 3.

Так, по итогам 11 месяцев 2012 года среди федеральных округов только в Сибирском ФО наблюдается отрицательная динамика по сравнению с показателем прошлого года, где произведено всего на 1% меньше молочной продукции в сравнении с аналогичным периодом позапрошлого года. По производственным показателям среди сельскохозяйственных организаций на первом месте значится Приволжский округ, где по итогам 11 месяцев произведено 4,3 млн. т молока. Это на 3% выше уровня прошлого года.

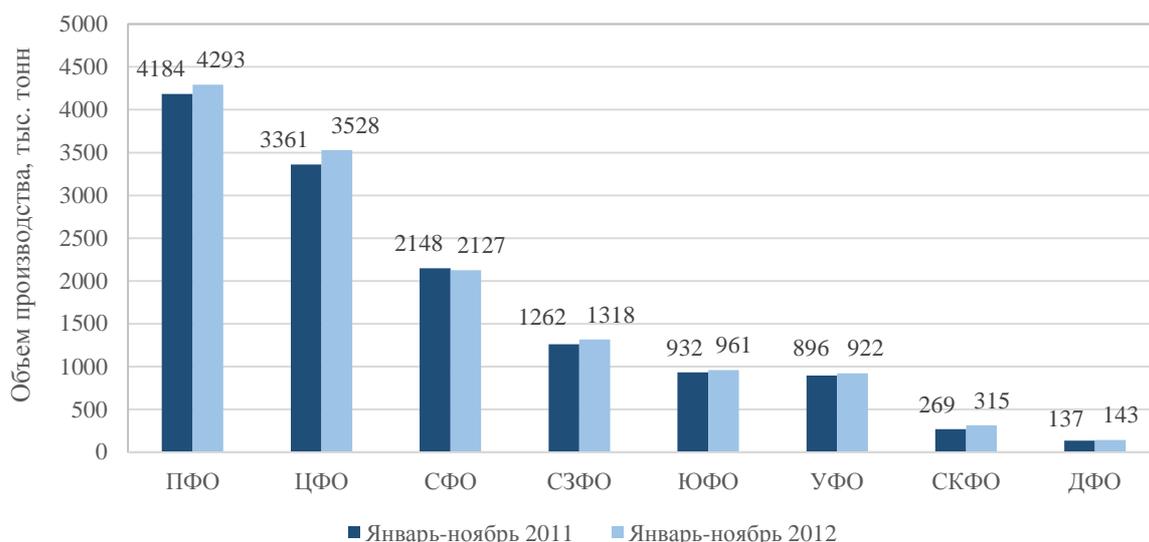


Рисунок 3 – Динамика производства коровьего молока в сельскохозяйственных организациях РФ за период с 2011 по 2012 годы

В Центральном ФО, который занимает второе место по объему производства, по сравнению с прошлым годом показатель увеличился на 5% (до 3,5 млн. т). Наиболее заметный темп роста производственного показателя приходится на Северо-Кавказский округ – 17% (до 315 тыс. т).

В Северо-Западном и Дальневосточном округах показатели текущего года на 4% превышают прошлогодний уровень – 1,3 млн. т и 143 тыс. т за 11 месяцев текущего года соответственно. В Южном и Уральском округах показатель вырос на 3% – до 961 тыс. т и 922 тыс. т соответственно.

Среди регионов лидирующие позиции по производству молока в сельскохозяйственных организациях занимает Республика Татарстан: за 11 месяцев здесь было произведено 982,9 тыс. т молока. Однако в 2012 году показатель в регионе сократился на 1,9%.

Следом по объему производства идут Краснодарский край – 804,7 тыс. т (на 3,5% выше показателя прошлого года), Московская область – 583 тыс. т (на 3,4% выше), Алтайский край – 572 тыс. т (на 1,8% ниже), Республика Башкортостан – 510 тыс. т (на 5,2% выше).

Всего в 56 регионах России по сравнению с прошлым годом показатель текущего года продемонстрировал положительную динамику, в 26 – отрицательную.

Представим данные о распределении регионов ЦФО РФ по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения за период с 2000 по 2010 годы в таблице 1.

Анализируя исходные данные, можно сделать вывод о том, что устойчивая тенденция роста объема потребления молока наблюдается во Владимирской, Калужской, Курской, Московской, Тверской, Ярославской, Белгородской областях, и также в городе Москва.

Устойчивая тенденция снижения уровня потребления молока наблюдается в Ивановской и Костромской областях. В остальных регионах ЦФО устойчивой тенденции изменения анализируемого показателя не наблюдается.

За анализируемые годы максимальное количество потребленного молока и молочных продуктов на душу населения наблюдается в Рязанской, Брянской и Белгородской областях; минимальное – в Тульской области.

Группировка регионов ЦФО по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения (в год; килограммов) в 2000, 2005 и 2010 годах представлена в таблицах 2, 3 и 4 соответственно.

Выполнив группировку по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения за 2000 год, можно сделать вывод о том, что самый низкий уровень потребления молока и молочных продуктов во Владимирской, Тульской, Тамбовской и Ивановской областях. Самый высокий – в Тверской, Смоленской, Рязанской и Брянской.

Таблица 1 – Распределение регионов ЦФО по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения (в год; килограммов) за период с 2000 по 2010 годы [1]

Регионы ЦФО	2000 г	2005 г.	2010 г.
Белгородская	213	226	266
Брянская	260	268	218
Владимирская	189	197	207
Воронежская	238	234	254
Ивановская	186	186	182
Калужская	205	210	223
Костромская	244	211	207
Курская	216	221	236
Липецкая	236	220	226
Московская	236	238	257
Орловская	229	207	213
Рязанская	278	231	259
Смоленская	243	230	232
Тамбовская	192	196	193
Тверская	247	247	250
Тульская	169	180	151
Ярославская	209	248	252
г. Москва	211	220	223

Таблица 2 – Группировка регионов ЦФО по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения (в год; килограммов) в 2000 году*

Группы регионов ЦФО по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения (в год; килограммов) в 2000 г.	Количество регионов	Название региона
169-197	4	Владимирская, Тульская, Тамбовская, Ивановская
197-225	5	Белгородская, Курская, Москва, Калужская, Ярославская
225-253	5	Московская, Воронежская, Костромская, Липецкая, Орловская
253-281	4	Смоленская, Тверская, Брянская, Рязанская
Итого	18	

*рассчитано авторами

Таблица 3 – Группировка регионов ЦФО по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения (в год; килограммов) в 2005 году*

Группы регионов ЦФО по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения (в год; килограммов) в 2005 г.	Количество регионов	Название региона
180-202	4	Владимирская, Тульская, Тамбовская, Ивановская
202-224	5	Костромская, Липецкая, Орловская, Курская, Москва, Калужская
224-246	5	Московская, Белгородская, Воронежская, Смоленская, Рязанская
246-268	4	Тверская, Ярославская, Брянская
Итого	18	

*рассчитано авторами

Выполнив группировку по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения за 2005 год, можно сделать вывод о том, что самый низкий уровень потребления молока и молочных продуктов также сохраняется во Владимирской, Тульской, Тамбовской и Ивановской областях. Самый высокий – в Тверской, Брянской и Ярославской.

Таблица 4 – Группировка регионов ЦФО по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения (в год; килограммов) в 2010 году*

Группы регионов ЦФО по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения (в год; килограммов) в 2010 г.	Количество регионов	Название региона
151-180	1	Тульская
180-209	4	Владимирская, Тамбовская, Ивановская Костромская
209-238	6	Липецкая, Орловская, Курская, Москва, Калужская, Брянская
238-267	7	Тверская, Ярославская, Московская, Белгородская, Воронежская, Смоленская, Рязанская
Итого	18	

*рассчитано авторами

Выполнив группировку по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения за 2010 год, можно сделать вывод о том, что самый низкий уровень потребления молока и молочных продуктов сохранился только в Тульской области, а самый высокий – в Тверской, Ярославской, Московской, Белгородской, Воронежской, Смоленской и Рязанской областях.

В результате выполненных группировок регионов Центрального федерального округа по количеству потребления молока и молочных продуктов на душу населения были выявлен регион с устойчиво низким уровнем потребления – Тульская область; а также регионы с устойчиво высоким уровнем потребления: Рязанская и Брянская области.

Расчет показателей динамики за период с 2000 по 2010 годы, а также выполненный на их основе прогноз объемов потребления молока и молочных продуктов на душу населения в регионах ЦФО представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели динамики и прогноз объемов потребления молока и молочных продуктов на душу населения*

Регионы ЦФО	Базисный абсолютный прирост, (на душу населения в год; кг)	Базисный темп роста, %	Средний абсолютный прирост, (на душу населения в год; кг)	Прогнозные значения на 2015 год, (на душу населения в год; кг)
1	2	3	4	5
Белгородская	+53	124,9	+5,3	292,5
Брянская	-42	83,8	-4,2	197
Владимирская	+18	109,5	+1,8	216
Воронежская	+16	106,7	+1,6	262
Ивановская	-4	97,8	-0,4	180
Калужская	+18	108,8	+1,8	232
Костромская	-37	84,8	-3,7	188,5
Курская	+20	109,3	+2,0	246
Липецкая	-10	95,8	-1,0	216
Московская	+21	108,9	+2,1	267,5
Орловская	-16	93,0	-1,6	205
Рязанская	-19	93,2	-1,9	249,5
Смоленская	-11	95,5	-1,1	226,5

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
Тамбовская	+1	100,5	+1,0	198
Тверская	+3	101,2	+3,0	265
Тульская	-18	89,3	-1,8	142
Ярославская	+43	120,6	+4,3	273,5
г. Москва	+12	105,7	+1,2	229

*рассчитано авторами

Динамический анализ объемов потребления молока и молочных продуктов на душу населения в регионах ЦФО за период с 2000 по 2010 гг. позволил сделать следующие выводы.

Самый высокий темп роста объемов потребления молока и молочных продуктов в 2010 г. по сравнению с 2000 г. наблюдается в Белгородской области; здесь объем потребления молока возрос на 24,9%, что составило 53 кг в год на душу населения этого региона.

Абсолютное снижение объемов потребления молока и молочных продуктов наблюдается в Ивановской, Костромской, Брянской, Липецкой, Орловской, Рязанской, Смоленской и Тульской областях.

Таким образом, предлагаемая методика анализа региональных особенностей потребления молока и молочных продуктов за определенный период времени на основе применения метода группировок, позволила выявить регионы с наиболее устойчивым уровнем потребления указанных продуктов.

Все вышеприведенные расчеты могут послужить стратегической основой в проведении эффективной продовольственной политики, а также политики в области производства и переработки молока и молочкосодержащих продуктов, как на региональном, так и на федеральном уровнях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2009: Стат. сб. / Росстат. – М, 2009. – 909 с.
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/>

Курнакова Олеся Леонидовна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Аспирант кафедры «Технология и товароведение продуктов питания»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-99, 8-953-624-98-49
E-mail: olesia8715@yandex.ru

Бутенко Инна Владимировна

Орловский государственный аграрный университет
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Статистика и экономический анализ деятельности предприятий»
302019, г. Орел, Генерала Родина, 69
Тел. (4862) 42-04-26, 8-903-883-49-11
E-mail: inbu@yandex.ru

Евдокимова Оксана Валерьевна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Доктор технических наук, доцент кафедры «Технология и товароведение продуктов питания»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел.: (4862) 41-98-99, 8-953-810-81-23
E-mail: evdokimova_oxana@bk.ru

O.L. KURNAKOVA, I.V. BUTENKO, O.V. EVDOKIMOVA

ANALYSIS OF PRODUCTION AND CONSUMPTION OF MILK AND MILK PRODUCTS BY COMMUNITY OF CENTRAL FEDERAL DISTRICT

In article dynamics of production of dairy products and volumes of import of dairy products is given in the territory of Russia. The analysis of production of cow milk in the agricultural organizations of the Russian Federation for the studied period is carried out. Distribution of regions of the Central federal district is presented and the group of regions of the Central federal district by number of consumption of milk and dairy products per capita is created.

Keywords: *dynamics of production, import volumes, dairy products, group of regions of the Central federal district.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2009: Stat. sb. / Rosstat. – M, 2009. – 909 s.
2. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.gks.ru/>

Kurnakova Olesya Leonidovna

State University-Education-Science-Production Complex
Post-graduate student at the department of
«Technology and commodity science of food»
302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29
Tel. (4862) 41-98-99, 8-953-624-98-49
E-mail: olesia8715@yandex.ru

Butenko Inna Vladimirovna

Orel State Agrarian University
Candidate of technical science, assistant professor at the department of
«Statistics and economic analysis of enterprises»
302019, Orel, Generala Rodina, 69
Tel. (4862) 42-04-26, 8-903-883-49-11
E-mail: inbu@yandex.ru

Evdokimova Oksana Valeryevna

State University-Education-Science-Production Complex
Doctor of technical science, assistant professor, head of the department
«Technology and commodity science of food»
302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29
Tel. (4862) 41-98-99, 8-953-810-81-23
E-mail: evdokimova_oxana@bk.ru

О.В. ЧУГУНОВА, Н.В. ЗАВОРОХИНА, Д.А. КАРХ

АНАЛИЗ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ШКОЛЬНИКОВ КАЧЕСТВОМ УСЛУГ В ШКОЛЬНЫХ СТОЛОВЫХ Г. СРЕДНЕУРАЛЬСК

Статья посвящена анализу причин отказа старших школьников от питания в школьных столовых г. Среднеуральска. Приводятся данные маркетинговых исследований по режиму питания, требуемому ассортименту кулинарных блюд, уровню обслуживания. Даны рекомендации по устранению имеющихся недостатков.

Ключевые слова: школьники, питание, столовая, предпочтения, анкетирование, охват.

Здоровье детей и подростков является одним из приоритетных направлений в реальной деятельности социальной сферы современного развитого государства. Для обеспечения обучающихся здоровым питанием, составными частями которого являются оптимальная количественная и качественная структура питания, гарантированная безопасность, физиологически технологическая и кулинарная обработка продуктов и блюд, физиологически обоснованный режим питания, разрабатываются рационы питания [1]. Рацион питания обучающихся предусматривает формирование набора продуктов, предназначенных для питания детей в течение суток или иного фиксированного отрезка времени. На основании сформированного рациона питания разрабатывается меню, включающее распределение перечня блюд, кулинарных, мучных, кондитерских и хлебобулочных изделий по отдельным приемам пищи (завтрак, обед, полдник, ужин). Несмотря на многочисленные усилия по разработке рационов рационального школьного питания, основной проблемой является отказ школьников старших классов от школьного питания [2, 3].

В январе-марте 2014 года были проведены исследования организации питания школьников в школьных столовых г. Среднеуральск. Изучалась организация снабжения, наличие и качество производственных и складских помещений, охват питанием школьников, удовлетворенность школьников организацией питания по месту учебы.

Главной целью маркетинговых исследований являлось выявление причин неудовлетворенности питанием в школьных столовых старших школьников и поиск решений по их устранению. Исходя из заявленной цели были определены следующие задачи:

1. Выявить возрастную группу школьников, наиболее часто питающихся в школьной столовой.
2. Проанализировать режим питания школьников.
3. Определить соответствие ассортимента предлагаемой кулинарной продукции потребностям школьников.
4. Выявить уровень обслуживания и степень удовлетворенности школьников предлагаемой кулинарной продукцией.

Методы маркетингового исследования – анкетирование и интервью, результаты обработаны при помощи программы Statistica 6.0. В ходе исследований были опрошены ученики четырех школ г. Среднеуральска (в т.ч. одна школа-интернат) в количестве 822 школьника, с 5 по 11 классы. Этапы маркетингового исследования представлены на рисунке 1.

Основным требованием при разработке анкеты была возможность смоделировать причинно-следственные связи, позволяющие адекватно охарактеризовать текущее состояние дел в сфере школьного питания и выявить направления возможного улучшения деятельности школьных столовых г. Среднеуральск.

Анкета представляла собой перечень вопросов разбитых на смысловые блоки, которые отвечают поставленным задачам исследования, а именно:

- 1) определение возрастных характеристик и охват питающихся школьников;
- 2) определение качественных характеристик обслуживания и кулинарной продукции.



Рисунок 1 – Последовательность этапов маркетингового исследования

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализируя данные, полученные при анкетировании, выявлено, что большая часть детей (92%) посещает школьную столовую. Данные о посещении школьных столовых показаны на рисунке 2.

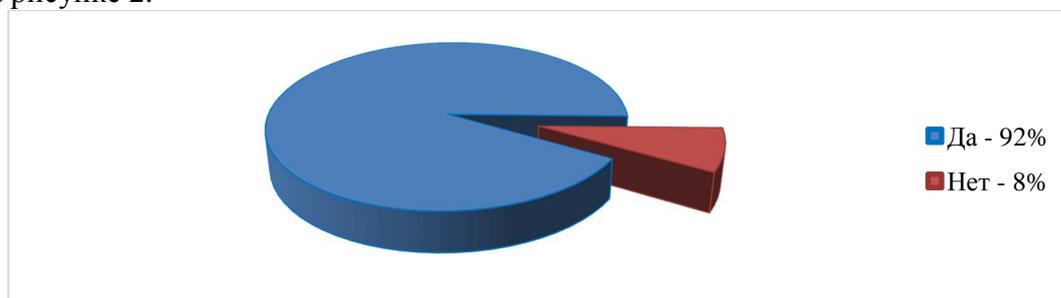


Рисунок 2 – Посещаемость школьных столовых школьниками г. Среднеуральск

Большую часть школьников устраивает существующий режим питания, об этом заявило 77% опрошенных, но при этом на вопрос «В какую перемену вы хотели бы принимать пищу?» 65% опрошенных ответили, что хотят питаться во время 3-ей перемены. Такое количество питающихся столовые обслужить в течение 3-ей перемены не могут по объективным причинам, так как во всех исследуемых школах малые площади обеденных залов.

Большинство школьников успевает пообедать в течение перемены (70%). Остальным опрошенным (30%) не хватает времени перемены, и они хотели бы, чтобы перемена была более длинной. Анализ данные о том, сколько минут нужно респондентам для приема пищи, показаны на рисунке 3.

При ответе на вопрос: «Устраивает ли вас ассортимент продукции?» оказалось, что приблизительно половина респондентов (53%) не устраивает существующий ассортимент. Предложение: «Хотели ли бы вы расширить ассортимент блюд?» вызвало отклик почти у всех опрошенных школьников (96%). Данные о том, что бы хотели добавить респонденты в ассортимент блюд показаны на рисунке 4.

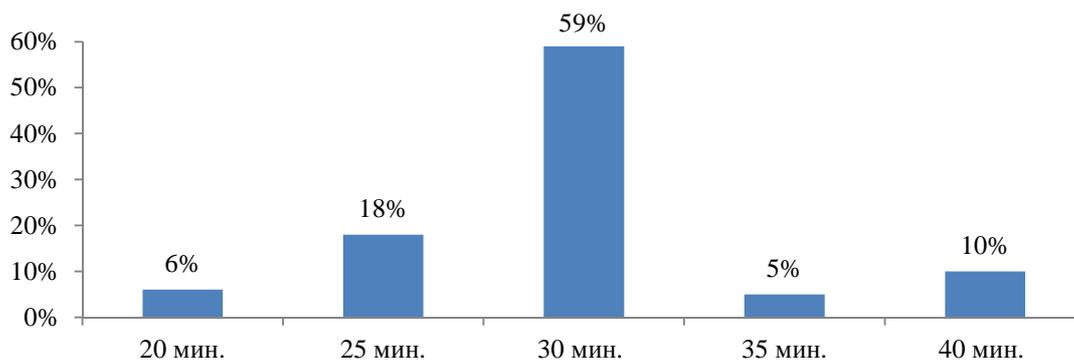


Рисунок 3 – Предпочтения респондентов в отношении интервала времени, достаточного для приема пищи

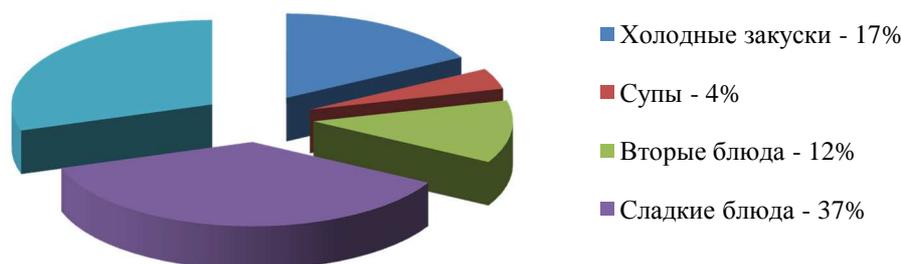


Рисунок 4 – Предпочтения школьников в отношении расширения ассортимента кулинарной продукции

Во всех исследуемых школах отсутствуют буфеты в связи с тем, что на это сознательно пошло руководство столовых, чтобы повысить охват питания именно горячей продукцией, а не продукцией буфета. Кроме того, наличие буфета в школе отрицательно сказывается на здоровье детей и экономическом положении столовых. При этом 97% респондентов хотят, чтобы в столовых появились буфеты и готовы отказаться от горячего питания, если в буфетах появится снековая продукция [4].

Оценка удовлетворенности качеством приготовления блюд и уровнем обслуживания персоналом столовой показана на рисунке 5. Из рисунка видно, что 48% школьников оценили качество приготовления блюд ниже оценки «хорошо», так же практически половину опрошенных (54%) не устраивает уровень обслуживания.



Рисунок 5 – Удовлетворенность качеством
а) приготовления блюд, б) уровнем обслуживания, %

Анализ данных, полученных при анкетировании и личном интервью, показал, что проблемы не только в стоимости питания, качестве и ассортименте продукции. Выяснилось,

кроме того, что многим родителям и педагогам не хватает знаний о правильной организации питания детей, имеются проблемы и психологического плана: школьники старших классов считают, что посещение столовой вредит их имиджу «взрослости», принижает их в глазах одноклассников, так как лишает права на выбор желаемых блюд. Школьники считают, что школьная столовая дискредитировала себя, так как школьников там стараются не вкусно и полезно накормить, а «обеспечить требуемым питанием»

Таким образом, анализ представленного маркетингового исследования позволяет нам сделать следующие выводы:

– качество кулинарной продукции в школах г. Среднеуральска оценивается большинством респондентов как «хорошее» – 40%, и «удовлетворительное» – 37%, что позволяет сделать вывод о необходимости повышения качества, прежде всего, с целью увеличения охвата школьников горячим питанием и продвижения рациональных основ питания;

– можно констатировать, что большинство школьников – 34%, качество питания оценили на «удовлетворительное», однако многие школьники оценивают его как «неудовлетворительное» (11%); в этой связи необходимо работать в области повышения культуры обслуживания;

– относительно изменения ассортимента кулинарной продукции в структуре меню большинство респондентов предпочитают увеличить долю кондитерских – 30%, и сладких блюд – 37%, таким образом, с целью удовлетворения спроса можно рекомендовать открытие буфета, но его работу предусмотреть уже после реализации горячего питания;

– относительно длительности обеденного перерыва мы можем констатировать следующее, многие школьники – 70% высказываются, что оптимальная длительность обеденного перерыва – 30 минут, но вместе с тем, мы знаем, что для нормального потребления в соответствии с требованиями этот промежуток равен двадцати минутам.

Таким, образом, результаты исследования показали, что основными путями решения проблемы низкой посещаемости школьных столовых школьниками старших классов является выполнение главного условия – стимулирование желания школьников и установление минимально допустимого уровня качества услуг школьной столовой.

Речь идет о новых формах обслуживания, о более совершенном и продуманном ассортименте собственной продукции. В частности, заслуживают пристального внимания обед из двух блюд (основное блюдо содержит главное количество белков: оно может быть и супом, и вторым, и закуской – мясо, рыба или птица с овощным гарниром; дополнительное – обязательно сладкое, т.е. с вареньем, джемом, повидлом, сладким фруктовым или молочным соусом.

Еще раз о школьных буфетах. Они нужны – с элементами предприятий быстрого обслуживания, изменившимися бы само понятие «буфет». В глазах детей он должен приобрести черты бара, кафе, «бистро». Для этого потребуются барные стойки, тепловая и охлаждаемая витрины, что потребует дополнительного финансирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дроздова, Т.М. Физиология питания: учебник / Т.М. Дроздова, П.Е. Влощинский, В.М. Позняковский. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 352 с.
2. Чугунова, О.В. Анализ пищевого поведения учащихся Екатеринбурга / О.В. Чугунова, Н.В. Заворохина // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4. – С. 132-135.
3. Заворохина, Н.В. Формирование сенсорных предпочтений потребителей как показателя конкурентоспособности нового продукта / Н.В. Заворохина // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2011. – № 6. – С. 170-175.
4. Официальный сайт территориальных отделов федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области в г. Екатеринбург [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ekb.66.rospotrebnadzor.ru>

Чугунова Ольга Викторовна

Уральский государственный экономический университет
Доктор технических наук, профессор кафедры «Технологий питания»
620219, г. Екатеринбург, ул.8 Марта, 62
Тел. (343) 221-27-12
E-mail: fecla@e1.ru

Заворохина Наталия Валерьевна

Уральский государственный экономический университет
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Товароведения и экспертизы»
620219, г. Екатеринбург, ул.8 Марта, 62
Тел. (343) 345-46-73
E-mail: degustator@olympus.ru

Карх Дмитрий Андреевич

Уральский государственный экономический университет
Доктор экономических наук, доцент, проректор по научной работе
620219, г. Екатеринбург, ул.8 Марта, 62
Тел.: (343) 365-12-25
E-mail: dkarh@mail.ru

O.V. CHUGUNOVA, N.V. ZAVOROKHINA, D.A. KARKH

**THE ANALYSIS OF SATISFACTION OF PUPILS QUALITY OF FOOD
IN SCHOOL CANTEENS SREDNEURALSK**

Article is devoted to the analysis of causes of failure of the senior school students from food in canteens of Sredneuralsk. Data of market researches on the diet, the demanded range of culinary dishes, level of service are provided. Recommendations about elimination of available shortcomings are made.

Keywords: *pupils, food, canteen, preferences, questioning, coverage.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Drozdova, T.M. Fiziologija pitaniya: uchebnik / T.M. Drozdova, P.E. Vloshhinskij, V.M. Poznjakovskij. – Novosibirsk: Sibirskoe universitetskoe izdatel'stvo, 2007. – 352 s.
2. Chugunova, O.V. Analiz pishhevogo povedeniya uchashhihsja Ekaterinburga / O.V. Chugunova, N.V. Zavorohina // Tehnika i tehnologija pishhevyyh proizvodstv. – 2012. – № 4. – S. 132-135.
3. Zavorohina, N.V. Formirovanie sensorynyh predpochtenij potrebitelej kak pokazatelja konkurentosposobnosti novogo produkta / N.V. Zavorohina // Izvestija Ural'skogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta. – 2011. – № 6. – S. 170-175.
4. Oficial'nyj sayt territorial'nyh otdelov federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka po Sverdlovskoj oblasti v g. Ekaterinburg [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://ekb.66.rosпотребнадзор.ru>

Chugunova Olga Viktorovna

Ural State Economic University
Doctor of technical science, professor the department of «Technologies of food»
620219, Ekaterinburg, ul. on March 8, 62
Tel. (343) 221-27-12
E-mail: fecla@e1.ru

Zavorokhina Natalia Valeryevna

Ural State Economic University
Candidate of technical science, assistant professor at the department of «Commodity research and examination of goods»
620219, Ekaterinburg, ul. on March 8, 62
Tel. (343) 345-46-73
E-mail: degustator@olympus.ru

Karkh Dmitry Andreevich

Ural State Economic University
Doctor of economic sciences, assistant professor, vice rector for scientific work
620219, Ekaterinburg, ul. on March 8, 62
Tel. (343) 365-12-25
E-mail: dkarh@mail.ru

УДК 005.591.6:332.12

С.А. ИЗМАЛКОВА, И.Л. АВДЕЕВА

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕГИОНА К РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ

В статье рассмотрено авторское модельное решение по оценке потенциальной возможности региональной экономической системы к реализации инновационных инфраструктурных проектов с позиций их реальности, а также экономической, финансовой и бюджетной эффективности инвестиционного проекта.

Ключевые слова: инновационные инфраструктурные проекты, потенциальные возможности региона, экономическая эффективность.

В состав России входят 83 субъекта Российской Федерации, из которых 21 являются республиками различных размеров и экономической специализации. Лишь небольшая группа регионов, кроме Москвы и Санкт-Петербурга, имеет потенциал для научной и высокотехнологической деятельности. Немногие регионы имеют вузы, дающие высококачественные знания. Общеизвестно, что для увеличения инновационного потенциала регионов необходимо оптимальное сочетание федеральной и региональной политики, но эта проблема пока не решена [4]. В отличие от упомянутой группы, роль инноваций в уменьшении разрыва в экономическом развитии остальных регионов, которые менее обеспечены научно-техническими ресурсами, обсуждается гораздо меньше.

Негативной тенденцией территориального развития России является появление большого числа проблемных регионов или территорий с особыми аномалиями, характеризующихся остротой социальных, экономических, экологических проблем. В этой связи в современных условиях важнейшей проблемой остается правильный выбор механизмов управления инновационными процессами для каждого конкретного региона. Такие регионы как Московская область и Орловская область, например, не способны одинаково эффективно решать проблемы инновационного развития [3, 5].

Основными критериями при формировании и реализации инновационных инфраструктурных проектов регионального уровня являются актуальность, социальная значимость, инвестиционное обеспечение и инновационность. Однако наряду с этими критериями важно еще и то, насколько реальна идея, и какова её экономическая, бюджетная, финансовая и социальная эффективность. При этом следует учитывать, что огромная капиталоемкость инновационных инфраструктурных проектов ограничивает возможности региона по их финансированию. В этой связи определено, что задачи по развитию региональной инфраструктуры должны решаться путем установления партнерских отношений между государством и частным капиталом – через принципы государственно-частного партнерства. Применение механизма ГЧП позволяет, с одной стороны, сократить и оптимизировать расходы регионального бюджета, с другой стороны, повысить качество исполнения инфраструктурного проекта [2].

В этой связи предложена модель оценки потенциальных возможностей региона к реализации инфраструктурных проектов с рекомендуемым уровнем инновационности, в основу которой положен комплексный подход, включающий в себя анализ статистических показателей и оценку организационных условий (рисунок 1).

Анализ статистических показателей основывается на применении факторного подхода, то есть выявлении набора факторов, влияющих на способность региона к реализации инфраструктурных проектов определенного уровня инновационной активности

[1]. Каждому фактору на каждой стадии анализа присваивают определенное количество баллов либо ноль и рассчитывают сводный показатель. Факторы, характеризующие наличие в регионе условий для реализации инновационных инфраструктурных проектов как инвестиционных, представлены в таблице 1.

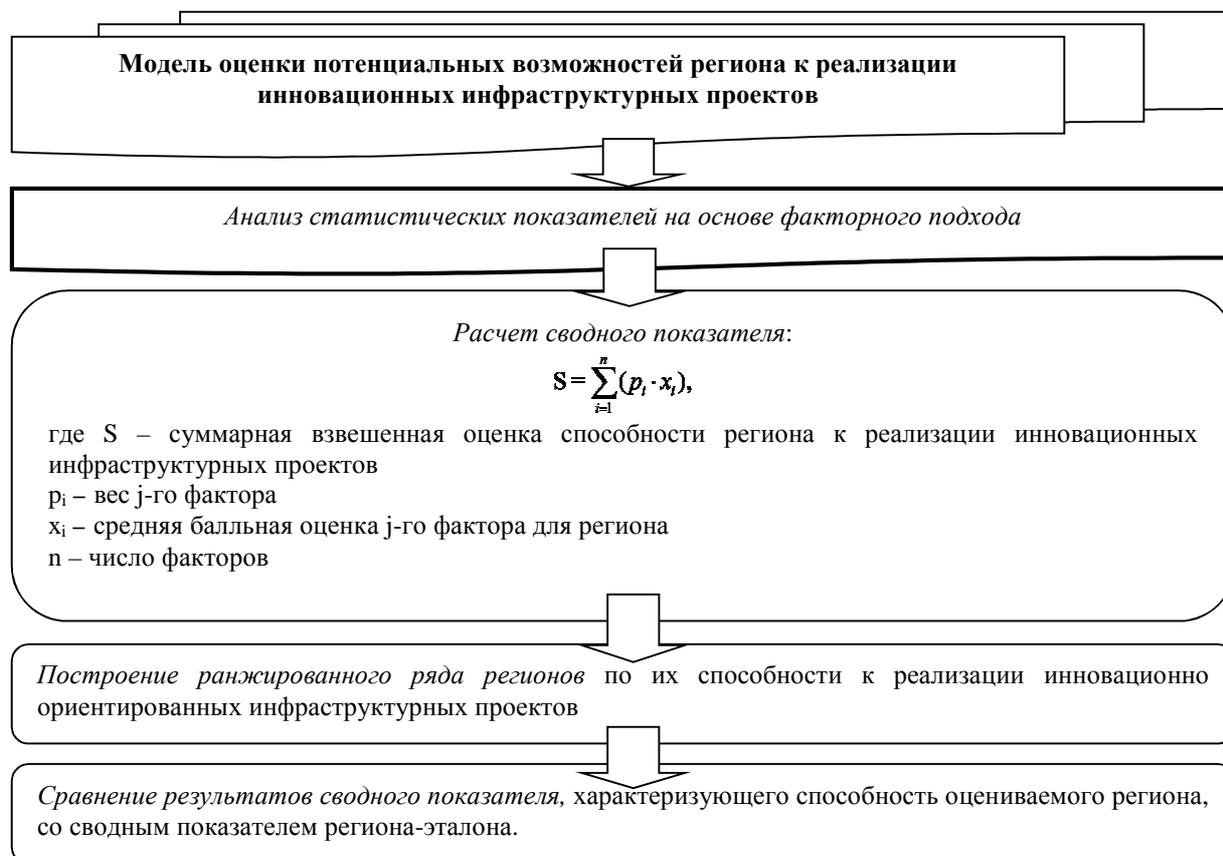


Рисунок 1 – Рекомендуемая модель оценки потенциальных возможностей региона к реализации инновационных инфраструктурных проектов

В рамках предлагаемой методики рекомендуется давать оценку развитию региональной экономической системы также по следующим группам показателей:

- 1) потенциал образовательной среды;
- 2) развитие человеческого фактора;
- 3) уровень инновационной активности в регионе;
- 4) производственно-технологический потенциал;
- 5) наличие инновационной инфраструктуры.

Согласно предложенной модели первая группа показателей характеризует потенциал образовательной среды в регионе и включает следующие оценки:

- численность организаций, выполняющих исследования и разработки;
- численность персонала, занятого исследованиями и разработками;
- организации, ведущие подготовку аспирантов, докторантов;
- количество динамично развивающихся вузов;
- количество подготовленных специалистов в области инновационного менеджмента;
- количество инновационно-технологических центров трансфера технологий.

Вторая группа показателей предназначена для того, чтобы измерять и оценивать развитие человеческого фактора и включает следующие индикаторы:

- число исследователей с ученой степенью;
- участие в программах по переподготовке и повышению квалификации;
- широкое владение иностранными языками;
- численность студентов высшего профессионального образования;

– индикатор регулярного использования Интернет.

Таблица 1 – Выявленные факторы, характеризующие наличие в регионе условий для реализации инновационных инфраструктурных проектов

<i>1. Организационные условия</i>
1.1 Наличие в регионе специализированных структур – своеобразных центров компетенций, координирующих вопросы реализации инфраструктурных проектов
1.2 Наличие специализированной организации по привлечению инвестиций в инфраструктурные сферы и работе с инвесторами
1.3 Наличие Интернет-портала, обеспечивающего поддержку реализации инфраструктурных проектов регионального уровня
<i>2. Правовые условия</i>
2.1 Наличие регионального закона о развитии инструментов ГЧП
2.2 Наличие в регионе Программы по реализации инфраструктурных проектов с учетом определенного уровня инновационности
2.3 Наличие в регионе единого регламента сопровождения инфраструктурных проектов по принципу «одного окна»
<i>3. Инвестиционные условия</i>
3.1 Наличие Регионального инвестиционного фонда
3.2 Поддержка и гарантия частным инвесторам со стороны региона
3.3 Формирование и ежегодное обновление портфеля приоритетных инновационно ориентированных инфраструктурных проектов в регионе
3.4 Наличие канала (каналов) прямой связи инвесторов и руководства региона для оперативного решения возникающих в процессе инвестиционной деятельности проблем и вопросов
<i>4. Кадровое обеспечение</i>
4.1 Наличие механизмов специальной профессиональной подготовки, повышения и оценки компетентности сотрудников профильных органов государственной власти регионов и специализированных организаций по привлечению инвестиций и работе с инвесторами
<i>5. Эффективность научных исследований и инноваций в регионе</i>
5.1 Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем количестве обследованных организаций, в процентах
5.2 Число используемых передовых производственных технологий
5.3 Число созданных передовых производственных технологий

Третья группа показателей – показатели для оценки инновационной активности:

- затраты на исследования и разработки;
- интенсивность затрат на технологические инновации;
- затраты организаций на информационные и коммуникационные технологии;
- рост объема инвестиций на развитие новых производств

Четвертая группа показателей это индикаторы, отражающие состояние научно-технического производственно-технологического потенциала региона. К этой группе следует отнести следующие параметры: доля высокотехнологичных производств в составе промышленного комплекса; число организаций, использующих специальные программные средства; число организаций, использующих информационные и коммуникационные технологии; доля инновационной продукции в общем объеме производства; удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации; число созданных и использованных передовых производственных технологий; удельный вес полностью изношенных основных фондов; рост нематериальных активов в структуре основных фондов.

Пятая группа показателей отражает состояние инновационной инфраструктуры в регионе и содержит такие показатели как: количество технопарков; количество бизнес-инкубаторов; количество центров коллективного пользования; количество промышленных парков; количество малых инновационных предприятий. Развитие инновационной инфраструктуры в предложенной модели оценивается по двум направлениям: развитие

сферы высокотехнологичных научно-технических, инжиниринговых, информационных и других видов услуг и развитие малого инновационного бизнеса.

Таким образом, для дальнейшего проведения оценки состояния инновационной среды в регионе требуется задействовать пять групп разнородных данных. Источниками этих сведений являются: статистические сборники Федеральной службы государственной статистики и её территориальных органов, сведения федеральных ведомств и министерств, сведения интернет-сайтов региональных администраций, результаты социолого-статистических исследований и опросов по данным открытых источников.

Расчет экономической, финансовой, бюджетной и социальной эффективности инновационных инфраструктурных проектов как инвестиционных предлагается проводить по следующей методике, представленной на рисунке 2.

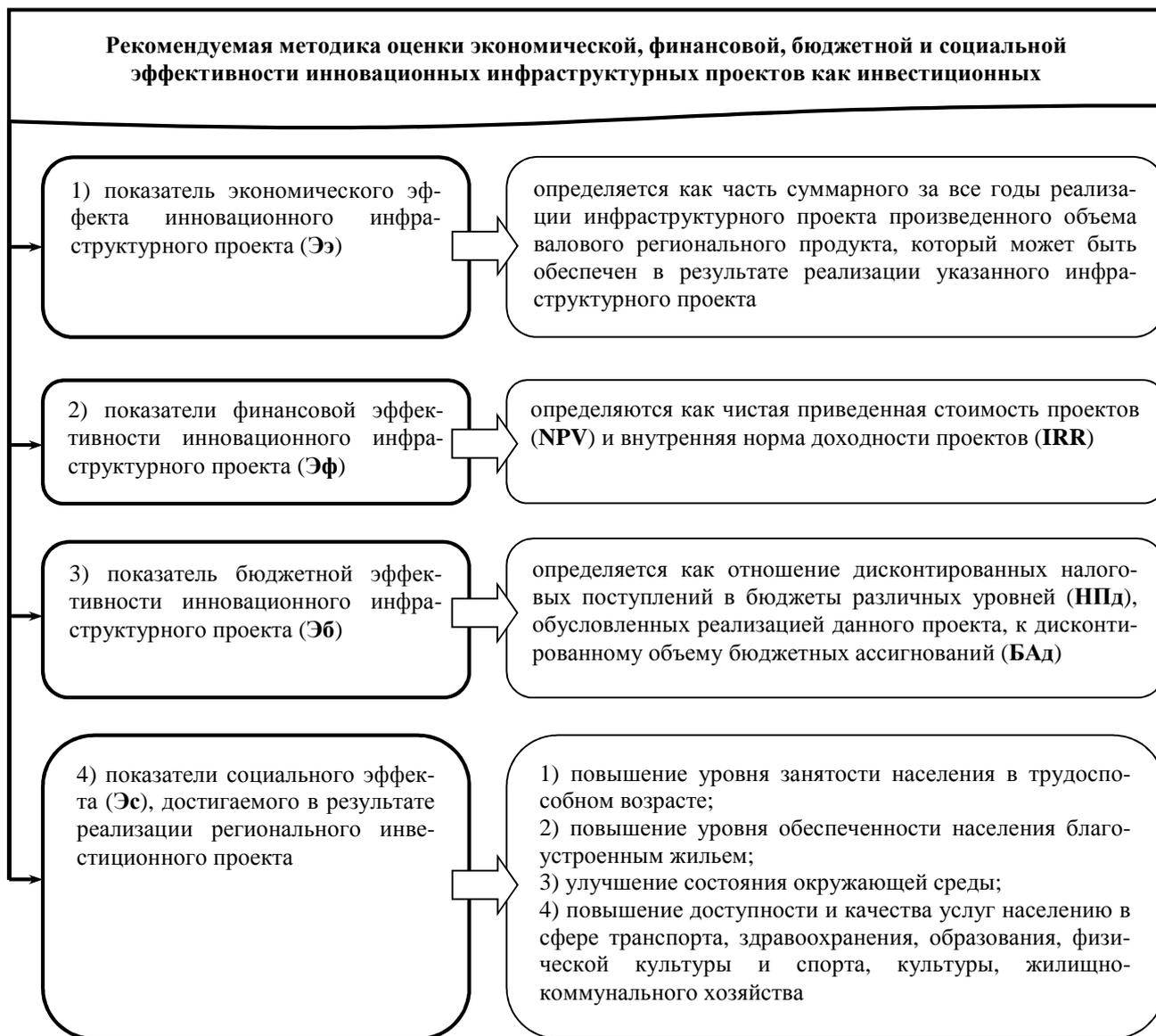


Рисунок 2 – Рекомендуемая методика оценки экономической, финансовой, бюджетной и социальной эффективности инновационных инфраструктурных проектов как инвестиционных

К критериям эффективности региональных инновационных инфраструктурных проектов также относятся:

1) соответствие регионального инновационного инфраструктурного проекта стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации, в части:

а) соответствия проекта приоритетным направлениям развития субъекта Российской Федерации, определенным в стратегии социально-экономического развития субъекта Рос-

сийской Федерации;

б) соответствия целей и ожидаемых результатов реализации проекта количественным и качественным целевым индикаторам и планируемыми результатами реализации стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации.

2) наличие положительных социальных эффектов, связанных с реализацией регионального инновационного инфраструктурного проекта.

Рассмотрим подробно расчет предлагаемых показателей экономической, финансовой, бюджетной и социальной эффективности региональных инновационных инфраструктурных проектов.

Оценка финансовой эффективности региональных инновационных инфраструктурных проектов осуществляется на основе следующих критериев:

1) критерий чистой приведенной стоимости проекта (NPV), определяемого по формуле 1:

$$NPV = FCF_0 + \sum_{t=1}^T \frac{FCF_t}{\prod_{i=1}^t (1+WACC_i)} + \frac{V_T}{\prod_{i=1}^T (1+WACC_i)}, \quad (1)$$

где FCF_t – чистый денежный поток в периоде t ;

FCF_0 – чистый денежный поток на начало реализации регионального инвестиционного проекта;

$WACC_t$ – средневзвешенная стоимость капитала регионального инвестиционного проекта на начало периода t , в годовом исчислении;

V_t – продленная стоимость проекта, или оценка стоимости активов, созданных в ходе осуществления регионального инвестиционного проекта на момент времени T (Terminal Value);

T – момент времени, ограничивающий срок прямого прогнозирования денежных потоков регионального инвестиционного проекта.

Инфраструктурный проект признается соответствующим критерию финансовой эффективности в случае если $NPV > 0$;

2) критерий внутренней нормы доходности (Internal Rate of Return, IRR). Применение критерия основано на расчете показателя IRR, удовлетворяющего следующему уравнению:

$$NPV(IRR) = 0 \Leftrightarrow FCF_0 + \sum_{t=1}^T \frac{FCF_t}{(1+IRR)^t} + \frac{V_T}{(1+IRR)^T} = 0. \quad (2)$$

Инфраструктурный проект признается соответствующим критерию финансовой эффективности в случае если $IRR > WACC$;

3) период окупаемости регионального инновационного инфраструктурного проекта \tilde{T} . Расчет данного показателя осуществляется из условия:

$$NPV(\tilde{T}) = 0 \Leftrightarrow FCF_0 + \sum_{t=1}^{\tilde{T}} \frac{FCF_t}{\prod_{i=1}^t (1+WACC_i)} = 0, \quad (3)$$

При этом предполагается, что все инвестиции к моменту \tilde{T} фактически осуществлены.

В качестве показателя бюджетной эффективности реализации регионального инновационного инфраструктурного проекта используется индекс бюджетной эффективности PI_B :

$$PI_B = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{BCF_t}{(1+\bar{r})^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{Inv_t^{IF}}{(1+\bar{r})^t}}, \quad (4)$$

где Inv_t^{IF} – объем государственной поддержки в году t ;

\bar{r} – требуемая доходность на вложение капитала из средств регионального бюджета.

Региональный инновационный инфраструктурный проект признается соответствующим

щим критерию бюджетной эффективности, в случае если подтвержденное значение индекса бюджетной эффективности PI_B превышает 1.

Экономическая эффективность регионального инновационного инфраструктурного проекта оценивается по его способности влиять на формирование валового регионального продукта субъекта Российской Федерации и обеспечивать динамику экономического роста. Оценка экономической эффективности регионального инновационного инфраструктурного проекта основывается на определении добавленной стоимости (VA), генерируемой региональным инвестиционным проектом.

Добавленная стоимость равна совокупной выручке проекта, которая включает в себя эквиваленты заработной платы, арендной платы, процентов по долговым обязательствам и прибыли:

$$VA = EBITDA + Sal + Rent, \quad (5)$$

где EBITDA – прибыль регионального инвестиционного проекта до налогообложения, выплаты процентов по долговым обязательствам, и амортизационных отчислений;

Sal – суммарная заработная плата работников регионального инвестиционного проекта;

Rent – арендная плата.

В качестве основного показателя экономической эффективности регионального инновационного инфраструктурного проекта используется интегральный индикатор экономической эффективности регионального инновационного инфраструктурного проекта \mathcal{E}_T , характеризующий часть суммарного за все годы расчетного периода прогнозируемого реального объема валового регионального продукта, которая может быть обеспечена реализацией регионального инновационного инфраструктурного проекта. Интегральный индикатор экономической эффективности регионального инновационного инфраструктурного проекта рассчитывается как соотношение суммы годовых реальных объемов добавленной стоимости, генерируемой региональным инфраструктурным проектом, и суммы годовых объемов валового регионального продукта, приведенных к сопоставимому виду с использованием индексов реальной динамики, оцениваемых в макроэкономическом прогнозе:

$$\mathcal{E}_T = 100 * (\mathcal{E}_2^1 + \sum_{j=2}^T \mathcal{E}_2^j \prod_{t=1}^{j-1} I^{t}) / \sum_{j=1}^T \prod_{t=1}^j I^t, \quad (6)$$

где t и j – индексы рассматриваемых лет прогнозного периода;

I^t – индекс экономического роста в периоде t по данным прогноза Министерства экономического развития Российской Федерации;

I^{t^*} – индекс экономического роста в периоде t при условии отказа от реализации инвестиционного проекта,

Предлагаемая модель позволяет на качественном уровне оценить возможности конкретного региона к реализации инфраструктурных проектов с рекомендуемым уровнем инновационности. Результаты оценки будут служить основанием для разработки на региональном уровне программы по реализации инфраструктурных проектов с учетом критерия инновационности и потенциальных возможностей конкретного региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьева, Л. Влияние управленческих нововведений на развитие инновационного потенциала предприятий в условиях перехода к инновационной экономической среде / Л. Афанасьева, А. Шмелева // Менеджмент инноваций. – 2011. – №1. – С. 48-60.
2. Беспалов, М.В. Особенности развития инновационной деятельности в регионах Центрального федерального округа / М.В. Беспалов // Региональная экономика: теория и практика. – 2010. – №23(158). – С. 29-36.
3. Головина, Т.А. Формирование нормативно-правовой базы по реализации окупаемых инфраструктурных проектов на принципах государственно-частного партнерства в России / Т.А. Головина, И.Л. Авдеева // Технологии и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. – №4(21). – С. 108-114.
4. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс] / Министерство экономического развития Российской Федерации. – Москва, 2014. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.ru>
5. Тумусов, Ф.С. Инвестиционный потенциал региона: теория, проблемы, практика / Ф.С. Тумусов. – М.: Экономика, 2009. – 272 с.

Измалкова Светлана Александровна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Экономика и менеджмент»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 45-41-35
E-mail: izmasvetlana@yandex.ru

Авдеева Ирина Леонидовна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и менеджмент»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 45-41-35
E-mail: i-avdeeva-i@yandex.ru

S.A. IZMALKOVA, I.L. AVDEEVA

METHODICAL APPROACH TO AN ASSESSMENT OF POTENTIAL OPPORTUNITIES OF THE REGION OF IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE INFRASTRUCTURE PROJECTS

In article the author's model decision on an assessment of potential possibility of regional economic system of implementation of innovative infrastructure projects from positions of their reality, and also economic, financial and budgetary efficiency as investment project is considered.

Keywords: *innovative infrastructure projects, potential opportunities of the region, economic efficiency.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Afanas'eva, L. Vliyanie upravlencheskih novovvedenij na razvitie innovacionnogo potenciala predpriyatij v uslovijah perehoda k innovacionnoj jekonomicheskoj srede / L. Afanas'eva, A. Shmeleva // Menedzhment innovacij. – 2011. – №1. – S. 48-60.
2. Bepalov, M.V. Osobennosti razvitija innovacionnoj dejatel'nosti v regionah Central'nogo federal'nogo okru-ga / M.V. Bepalov // Regional'naja jekonomika: teorija i praktika. – 2010. – №23(158). – S. 29-36.
3. Golovina, T.A. Formirovanie normativno-pravovoj bazy po realizacii okupaemyh infrastrukturnyh proektov na principah gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v Rossii / T.A. Golovina, I.L. Avdeeva // Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevych produktov. – 2013. – №4(21). – S. 108-114.
4. Strategija innovacionnogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda [Jelektronnyj resurs] / Ministerstvo jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii. – Moskva, 2014. – Rezhim dostupa: <http://www.economy.gov.ru>
5. Tumusov, F.S. Investicionnyj potencial regiona: teorija, problemy, praktika / F.S. Tumusov. – M.: Jekonomika, 2009. – 272 s.

Izmalkova Svetlana Aleksandrovna

State University-Education-Science-Production Complex
Doctor of economic sciences, professor,
head of the department «Economics and management»
302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29
Tel. (4862) 45-41-35
E-mail: izmasvetlana@yandex.ru

Avdeeva Irina Leonidovna

State University-Education-Science-Production Complex
Candidate of economic sciences, assistant professor
at the department of «Economics and management»
302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29
Tel. (4862) 45-41-35
E-mail: i-avdeeva-i@yandex.ru

Т.А. ГОЛОВИНА, С.С. БАХТИНА

СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ СОЦИАЛЬНОГО ПАРТНЕРСТВА БИЗНЕСА И ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ КАДРОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ

В статье обоснованы теоретические и методические положения, определяющие новые требования к методам управления взаимоотношениями бизнеса и образования на принципах социального партнерства. Авторские суждения построены на основе использования совокупности организационно-управленческих и социальных инноваций, создаваемых и осваиваемых в системе «Бизнес – образование». Определены принципы и методы управления системой «Бизнес – образование», которые, в отличие от существующих, ориентированы на международные стандарты и обеспечат переход России к современному рынку труда и образования.

Ключевые слова: социальное партнерство, бизнес, образование, управление.

В условиях развития инновационной экономики профессиональное образование все больше ориентируется на удовлетворение потребностей рынка труда, конкретных запросов работодателей, становится инструментом решения, в первую очередь, экономических проблем общества. В то же время, меняется характер действия экономических и социальных факторов на состояние профессионального образования.

На наш взгляд, система образования должна развиваться в соответствии с принципами, заложенными в основу инновационной экономики, то есть:

- создание наукоемкой продукции;
- применение современных технологий;
- повышение конкурентоспособности человека, базирующейся на целостности личности: нравственных принципов, наличие знаний и умение эти знания применять, способность человека учиться и развиваться [4].

Таким образом, целевым вектором совершающихся в современных условиях реформ образования является создание условий для сокращения, а в будущем и полное отсутствие разрыва между системой образования и потребностями экономики.

В настоящее время становится актуальной новая система отношений между образовательными учреждениями, союзами работодателей, объединениями трудящихся, службами занятости – всеми, кто становится не только потребителями «продукции» образовательного учреждения, но и источником его финансового благополучия.

В этой связи важнейшим условием повышения конкурентоспособности образовательной сферы является преодоление ряда существующих системных проблем, в том числе в области развития эффективных методов и моделей взаимодействия бизнеса и образования на основе концепции социального партнерства, ориентированных на международные стандарты. Достичь высокого качества образования с тенденцией его неукоснительного роста возможно только при соединении опыта управления бизнесом и ответственностью самостоятельных хозяйствующих объектов [1].

Считаем, что повышение эффективности управления ресурсами системы образования возможно на основе комплексного внедрения инновационных организационно-экономических механизмов управления деятельностью образовательных учреждений. Основные факторы, обуславливающие необходимость модернизации управленческих решений в системе образования с использованием концепции социального партнерства приведены на рисунке 1.

В современной России практически отсутствует системная стратегия реализации концепции социального партнерства в сфере образования, что выражается:

- в отсутствии долгосрочных стратегий развития регионов, отраслей и организаций;
- в явной недостаточности четко обозначенных стратегических приоритетов развития социального партнерства;

- в неумении представителей сферы образования консолидировать все заинтересованные стороны в целях реализации планируемых программ и проектов;
- в неразвитости форм «горизонтального» партнерства.

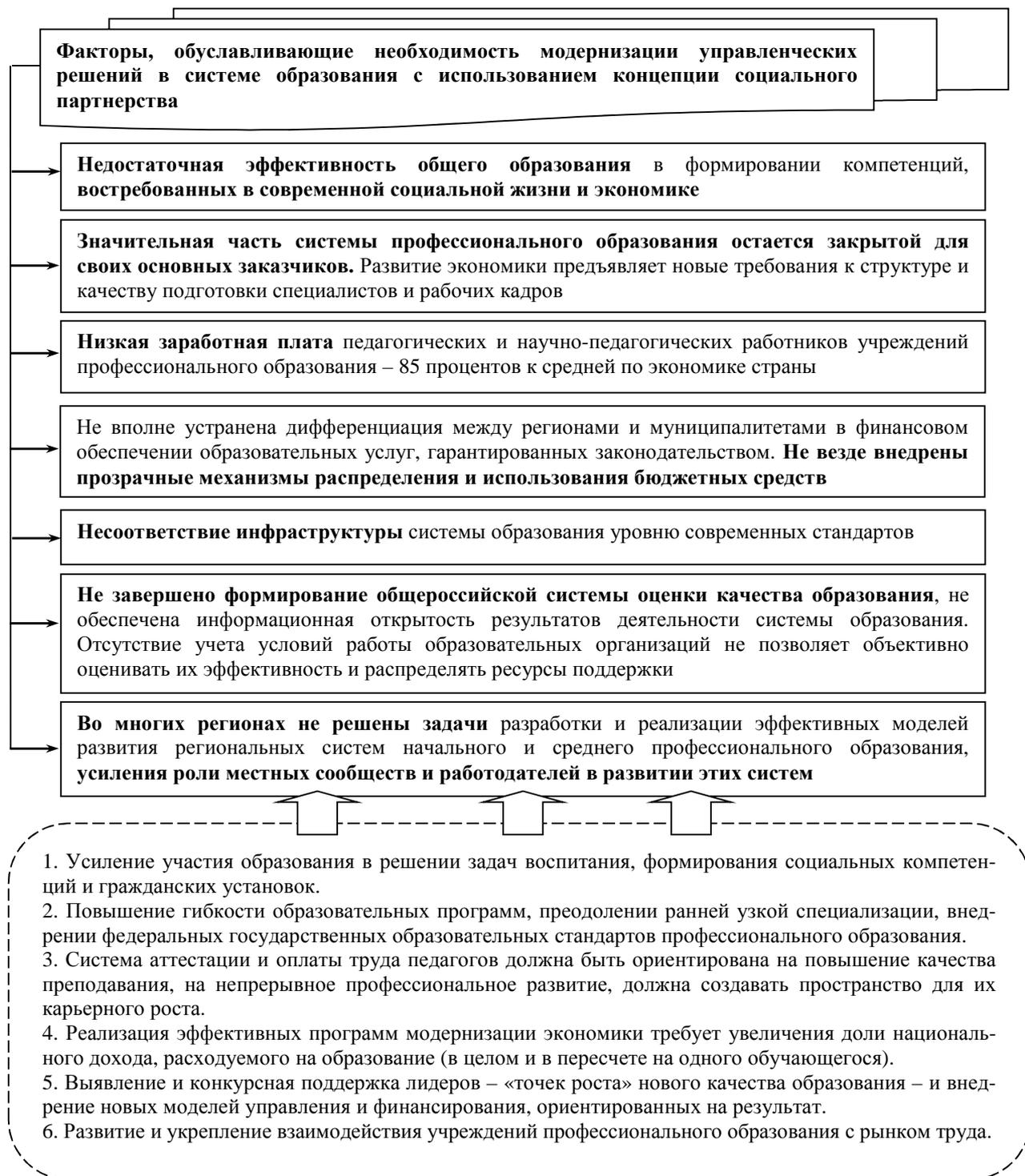


Рисунок 1 – Основные факторы, обуславливающие необходимость модернизации управленческих решений в системе образования с использованием концепции социального партнерства

Считаем, что интеграционное взаимодействие бизнеса и образования на принципах социального партнерства позволит обеспечить:

- интеграцию и кооперацию частных ресурсов для достижения качества образования, отвечающего требованиям современной экономики и развитию общества;
- внедрение в образование эффективных принципов управления, используемых в бизнес-сфере, в том числе производственными предприятиями;

– развитие нормативно-правовой и методической базы для реализации потенциала нового законодательства, нацеленного на реальную автономию образовательных учреждений, их финансово-хозяйственную самостоятельность и ответственность за результат, в том числе за счет формирования и использования доходов от целевого капитала;

– расширение участия в управлении образованием бизнес-структур, а также участия в оценке и получении результатов [3].

Предлагаемое содержание комплекса мероприятий, повышающих эффективность управления взаимоотношениями бизнеса и образования в регионе на принципах социального партнерства, приведено на рисунке 2.

Для достижения максимальной результативности функционирования системы «Бизнес – образование» осуществляется выбор необходимых участников, обеспечивающих достижение заданных целей и целевых показателей с максимальным показателем эффективности. Такой выбор можно записать в виде системы неравенств с ограничениями:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{n_g} Z_{ig} \cdot УСП_{ig} &\geq Z \\ УСП_{ig} &\geq 0 \\ \sum_{i=1}^{n_g} C_{ig} \cdot УСП_{ig} &\leq РБ + РО \\ \sum_{i=1}^{n_g} ЭСП_{ig} \cdot УСП_{ig} &\rightarrow \max \end{aligned} \tag{1}$$

где $g=1; 2$ соответствует денежному либо натуральному выражению показателя эффективности; n_g – число участников партнерства в группе g .

Используя группу уравнений (1), получаем для каждого заданного целевого показателя Z – группу необходимых участников социального партнерства – $УСП_{ig}$.

В приведенной модели $УСП_{ig}$ понимается как интенсивность участия в совместных проектах участников социального партнерства, $ЭСП_{ig}$ – показатели эффективности.

Приведенное соотношение в (1) отображает условие достижения участниками системы «Бизнес – образование» целевого показателя Z , где Z_{ig} – вклад в достижение этого показателя каждого участника в группе g .

Второе неравенство представляет собой требование по ограничению расходов бизнеса $РБ$ и расходов образования $РО$, совместно выделяемых на выполнение данного целевого показателя, где C_{ig} – общие затраты на совместный проект в группе g .

В процессе реализации проектов, основанных на принципах социального партнерства, могут возникнуть внешние эффекты, имеющие как положительное, так и отрицательное влияние на эффективность совместных мероприятий. В нашем случае – это социальная и инновационная составляющие результатов функционирования проекта.

Для корректного расчета показателей эффективности мероприятий совместного проекта необходимо учитывать риски и неопределенности будущей экономической ситуации.

В этом случае в соответствии с методом анализа издержек и выгод показатель эффективности с учетом внешних факторов и экономических будет иметь вид:

$$\begin{aligned} ЭСП^G &= \sum_{t=0}^{n_g} TB_t^G \cdot B_{TB_t^G} / (1+r_t)^t / \sum_{t=0}^{n_g} C_t^G \cdot B_{C_t^G} / (1+r_t)^t \\ TB_t^G &= Э_t^G + И_t^G + S_t^G \end{aligned} \tag{2}$$

где TB_t^G – текущие выгоды, полученные в ходе реализации взаимовыгодных проектов в системе «Бизнес – образование», включающие экономическую составляющую – $Э_t^G$, также составляющие внешнего эффекта ($И_t^G$ инновационную и S_t^G социальную). В данном случае TB_t^G можно рассматривать как общий денежный поток, генерируемый участниками системы «Бизнес – образование», функционирующей на принципах социального партнерства.

Значение $B_{TB_t^G}$ характеризует вероятность возникновения в момент времени t денежного потока – TB_t^G , а $B_{C_t^G}$ – вероятность возникновения денежного потока, связанного с общими затратами (включающими расходы предпринимательских и образовательных структур) C_t^G .

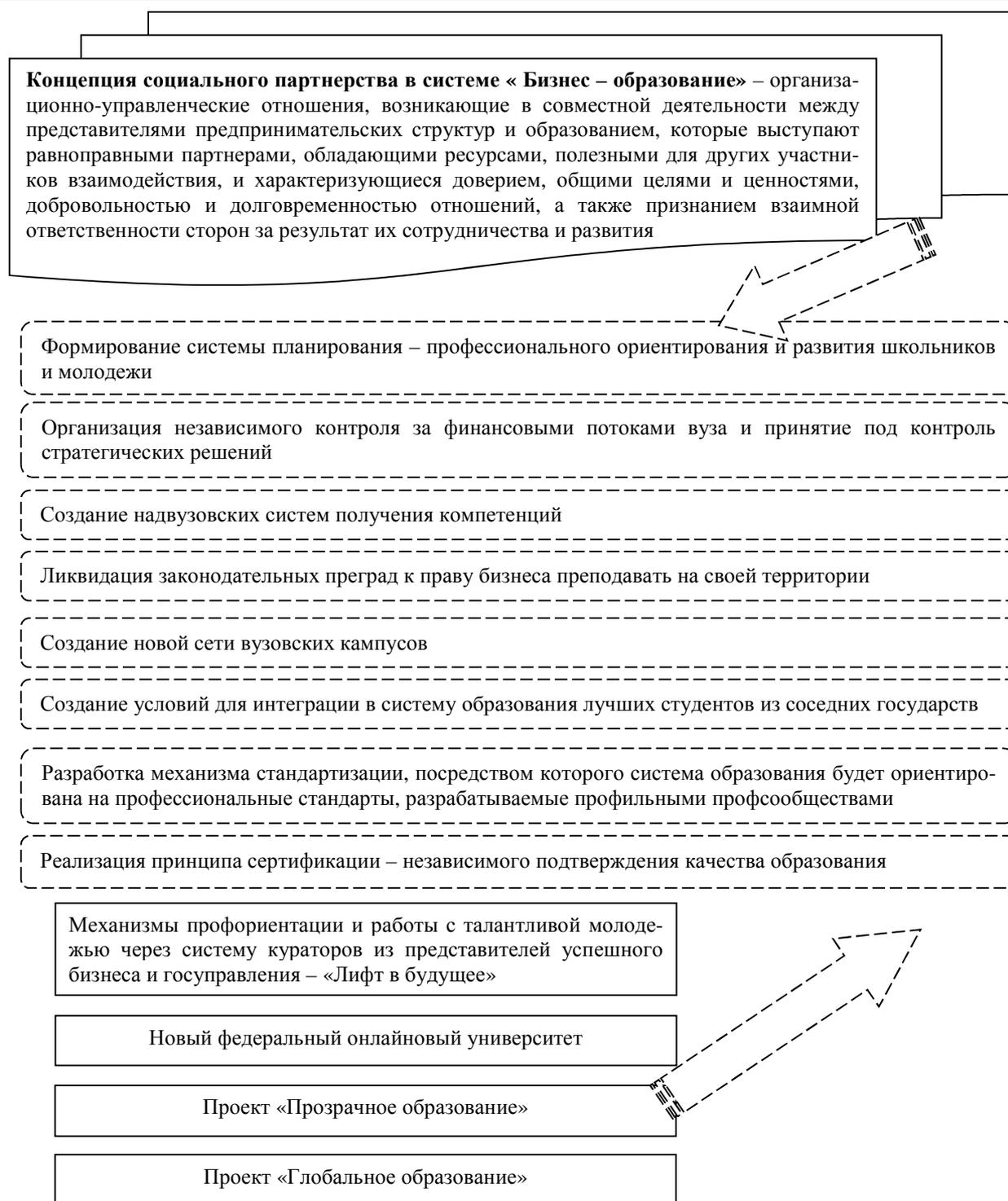


Рисунок 2 – Предлагаемое содержание комплекса мероприятий, повышающих эффективность управления взаимоотношениями бизнеса и образования в регионе на принципах социального партнерства

Данные вероятности характеризуют риски прогнозной экономической ситуации. При этом текущие выгоды и общие затраты приведены к начальному моменту времени – началу первых затрат, связанных с реализацией совместных проектов, посредством социальной ставки дисконтирования r_t .

Расчет показателей эффективности по формуле (2) целесообразно использовать в том случае, когда параметры совместных проектов представлены с помощью детерминированных и/или случайных величин.

В реальных условиях достоверно известны лишь интервалы, в пределах которых могут оказаться значения параметров реализуемых мероприятий. Поэтому для определения показателей эффективности с учетом экономических неопределенностей и рисков считаем воз-

возможным использовать математический аппарат теории нечеткой логики.

Соответственно, оценка эффективности взаимодействия бизнеса и образования с учетом экономической неопределенности и внешних факторов будет иметь вид:

$$[\text{ЭСП}^G]_x = \sum_{t=0}^{n_s} [TB_t^G]_x / (1 + [r_t]_x)^t / \sum_{t=0}^{n_s} [C_t^G]_x / (1 + [r_t]_x)^t, \quad (3)$$

где $[TB_t^G]_x$, $[r_t]_x$ и $[C_t^G]_x$ – заданные нечеткие представления соответствующих параметров по x -уровням, при этом искомый показатель эффективности $[\text{ЭСП}^G]_x$ также находится в виде разложения по x -уровню.

Когда целевой показатель совместных проектов бизнеса и образования на принципах социального партнерства выражается в натуральных единицах, для оценки реализуемых мероприятий, обеспечивающих достижение этого целевого показателя, целесообразно использовать методы СЕА и wСЕА.

Согласно методу СЕА, выражение для расчета показателя эффективности с учетом экономических рисков и неопределенности будет выглядеть следующим образом:

$$\text{ЭСП}^G = \sum_{t=0}^{n_s} PP_t^G \cdot B_{PP_t^G} / \sum_{t=0}^{n_s} C_t^G \cdot B_{C_t^G} / (1 + r_t)^t, \quad (4)$$

где PP_t^G – промежуточные результаты совместных проектов бизнеса и образования;

$B_{PP_t^G}$ – вероятность возникновения указанных результатов взаимодействия.

При этом, на наш взгляд, в формуле (4) целесообразно учесть влияние на показатель эффективности внешних социально-инновационных эффектов при реализации проектов на принципах социального партнерства.

Выражение для оценки влияния инновационной и социальной составляющих на показатель эффективности будет иметь вид:

$$\text{ЭСП}^{G_{\text{Э}}} = \sum_{t=0}^{n_s} (I_t^G + S_t^G) \cdot B_{PP_t^G} / \sum_{t=0}^{n_s} C_t^G \cdot B_{C_t^G} / (1 + r_t)^t. \quad (5)$$

На наш взгляд, целесообразно развивать сетевую форму реализации взаимодействия бизнеса и образования на принципах социального партнерства, отличающаяся использованием технологической платформы, которая позволит выстраивать коммуникации между всеми участниками партнерства по всем доступным каналам, с использованием всех современных инструментов и сервисов.

Эффективность сетевого социального партнерства в профессиональной ориентации молодежи обеспечивается высокой значимостью и результативностью партнерских практик, партнерского взаимодействия, форм партнерской деятельности субъектов, поливариативностью функций социального партнерства. Кроме того, сети, соединяющие представителей образования и бизнеса, формируют ландшафты, которые образуют пространство для возникновения и распространения инноваций. Устойчивость инновационных ландшафтов является важнейшим преимуществом в формировании инновационных систем и социально-экономическом развитии в целом [2].

В Орловской области считаем возможным на базе ФГБОУ ВПО «Государственный университет УНПК» реализовывать сетевое взаимодействие субъектов социального партнерства в профессиональной ориентации молодежи и подготовке кадров для развития инновационной экономики региона и страны в целом. Предлагаемое содержание сетевого социального партнерства в ФГБОУ ВПО «Государственный университет-УНПК» представлено на рисунке 3.

Таким образом, сетевое социальное партнерство в образовательной среде должно, на наш взгляд, объединять три основных звена инновационного процесса:

- талантливую молодежь, желающую занять достойное место в обществе;
- высшие учебные заведения, реализующие образовательные программы;
- государственные институты и бизнес-структуры, заинтересованные в перспективных высококвалифицированных специалистах.

Каждый участник партнерства получает возможность выбрать индивидуальную образовательную траекторию с конкретным конечным результатом и начать движение к профессиональному успеху в избранной области.

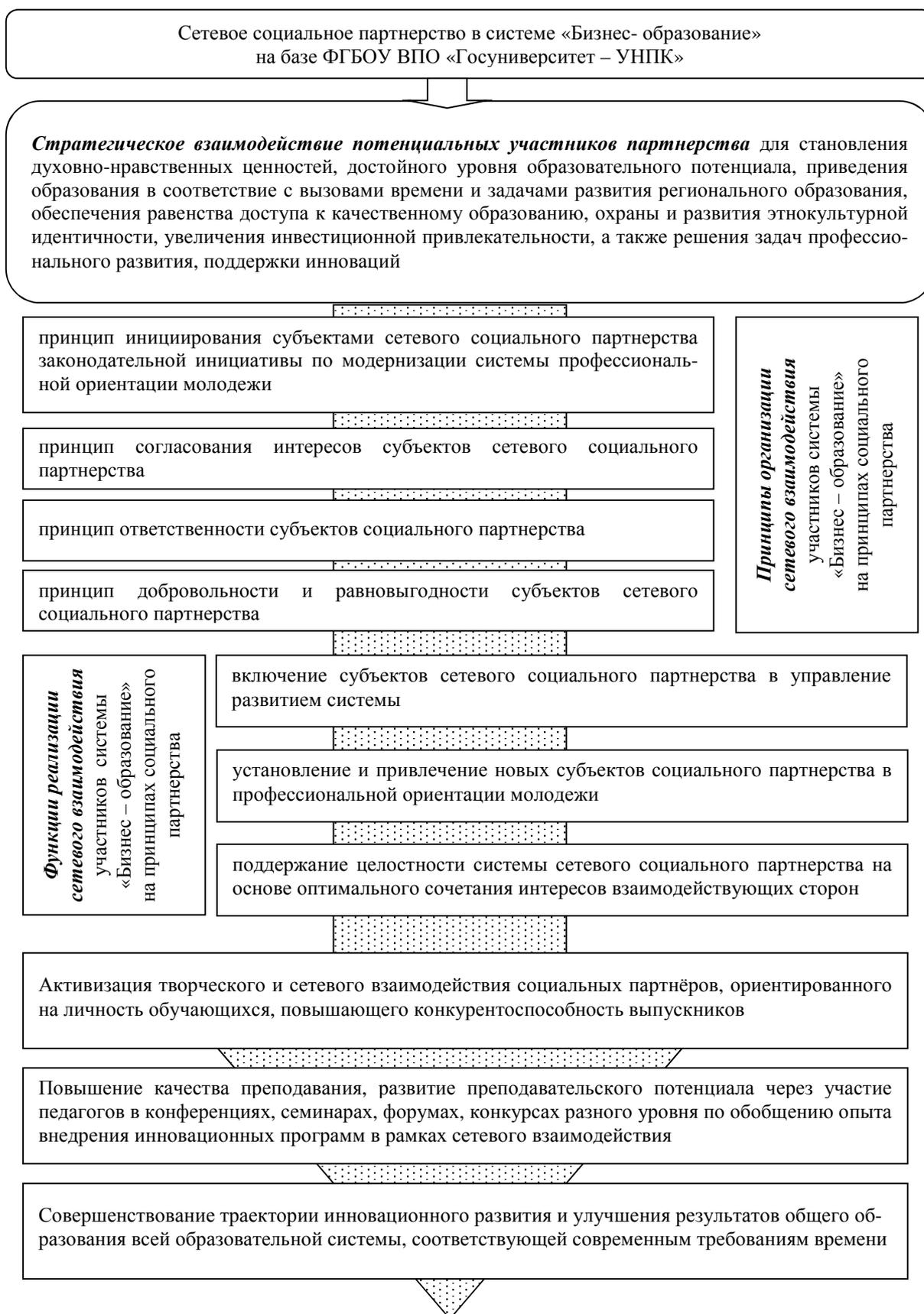


Рисунок 3 – Предлагаемое содержание сетевого социального партнерства в ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК»

Кроме того, использование предлагаемой коммуникационной площадки позволит конкретному молодому человеку выбрать из множества социальных статусов и ролей ту, что даст ему возможность максимально эффективно реализовать себя.

Ключевые ориентиры взаимовыгодного сотрудничества бизнеса и образования на принципах социального партнерства заключаются в следующем:

– **интересы участия в системе «Бизнес – образование» предпринимательских структур:**

– получение экономических и неэкономических выгод в результате осуществления партнерских проектов;

– получение конкурентных преимуществ;

– повышение качества человеческого капитала для повышения инновационной активности бизнеса;

– удовлетворение потребностей в благотворительности.

– **интересы участия в системе «Бизнес – образование» представителей образования:**

– повышение интеллектуального, технологического, имущественного и финансового потенциала образования в качестве условия обеспечения устойчивого экономического роста и модернизации промышленных систем России;

– повышение эффективности управления в образовательных учреждениях;

– расширение имущественной и финансовой базы образования за счет привлечения частных источников финансирования;

– расширение конкурентоспособности образовательных программ, повышение их качества;

– стимулирование сближения фундаментального и прикладного компонентов в образовании;

– удовлетворение динамично изменяющегося спроса на региональном рынке труда;

– обеспечение широкой доступности для населения образования на всех его уровнях;

– усиление инновационной составляющей образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеева, И.Л. Инновационное партнерство как важнейшее условие реализации инновационно-прорывного сценария развития экономики России / И.Л. Авдеева // Компьютерные и информационные технологии при моделировании, в управлении и экономике: сб. научн. трудов. Книга 2. – Харьков: ХАИ, 2012. – С.131-139.

2. Головина, Т.А. Интеграционная модель сетевого взаимодействия бизнеса и образования с использованием технологий виртуализации / Т.А. Головина, В.В. Прудников // Новые технологии в машиностроении. Компьютерные технологии при моделировании, в управлении и экономике: материалы XX Международной конференции. Книга 2. – Харьков-Рыбачье: ХАИ, 2013. – С. 93-101.

3. Головина, Т.А. Инновационные технологии управления в образовательной среде региона / Т.А. Головина, В.В. Рубцова // Наука, образование, бизнес: проблемы, перспективы, интеграция: материалы Международной научно-практической конференции. – Москва: Мин-во обр. и науки; «АР – Консалт», 2013. – С. 122-124.

4. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. №2227-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--80aealotwbjpid2k.xn>

Головина Татьяна Александровна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика и менеджмент»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 45-41-35
E-mail: golovina_t78@mail.ru

Бахтина Светлана Сергеевна

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
Кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры «Экономика и менеджмент»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 45-41-35
E-mail: ESSvetic@yandex.ru

T.A. GOLOVINA, S.S. BAKHTINA

DEVELOPMENT OF EFFECTIVE WAYS AND FORMS OF SOCIAL PARTNERSHIP OF BUSINESS AND EDUCATION IN THE REGION

In article the theoretical and methodical provisions defining new requirements to methods of management by relationship of business and education on the principles of social partnership are proved. Author's judgments are constructed on the basis of use of set of the organizational and administrative and social innovations created and mastered in Business – Education system. The principles and methods of control over Business – Education system which unlike existing, are focused on the international standards are defined and will provide transition of Russia to a modern labor market and educations.

Keywords: social partnership, business, education, management.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Avdeeva, I.L. Innovacionnoe partnerstvo kak vazhnejshee uslovie realizacii innovacionno-proryvnogo scenarija razvitija jekonomiki Rossii / I.L. Avdeeva // Komp'juternye i informacionnye tehnologii pri modelirovanii, v upravlenii i jekonomike: sb. nauchn. trudov. Kniga 2. – Har'kov: HAI, 2012. – S.131-139.
2. Golovina, T.A. Integracionnaja model' setevogo vzaimodejstvija biznesa i obrazovanija s ispol'zovaniem tehnologij virtualizacii / T.A. Golovina, V.V. Prudnikov // Novye tehnologii v mashinostroenii. Komp'juternye tehnologii pri modelirovanii, v upravlenii i jekonomike: materialy XX Mezhdunarodnoj konferencii. Kniga 2. – Har'kov-Rybach'e: HAI, 2013. – S. 93-101.
3. Golovina, T.A. Innovacionnye tehnologii upravlenija v obrazovatel'noj srede regiona / T.A. Golovina, V.V. Rubcova // Nauka, obrazovanie, biznes: problemy, perspektivy, integracija: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Moskva: Min-vo obr. i nauki RF; «AR – Konsalt», 2013. – S. 122-124.
4. Strategija innovacionnogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda: utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 8 dekabnja 2011 g. №2227-r [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://xn--80aegalotwbjpid2k.xn>

Golovina Tat'jana Aleksandrovna

State University-Education-Science-Production Complex

Doctor of economic sciences, professor at the department of «Economics and management»

302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29

Tel. (4862) 45-41-35

E-mail: golovina_t78@mail.ru

Bakhtina Svetlana Sergeevna

State University-Education-Science-Production Complex

Candidate of economic sciences, senior lecturer at the department of «Economics and management»

302020, Orel, Naugorskoye Chaussee, 29

Tel. (4862) 45-41-35

E-mail: ESSvetic@yandex

Уважаемые авторы!
Просим Вас ознакомиться с основными требованиями
к оформлению научных статей

- Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах формата А4; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.
- Статья предоставляется в 1 экземпляре на бумажном носителе или в электронном виде (по электронной почте или на любом электронном носителе).
- Статьи должны быть набраны шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ – 1,25 см, правое поле – 2 см, левое поле – 2 см, поля внизу иверху – 2 см.
- Название статьи, а также фамилии и инициалы авторов обязательно дублируются на английском языке.
- К статье прилагается аннотация и перечень ключевых слов на русском и английском языке.
- Сведения об авторах приводятся в такой последовательности: Фамилия, имя, отчество; учреждение или организация, ученая степень, ученое звание, должность, адрес, телефон, электронная почта.
- В тексте статьи желательно:
 - не применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
 - не применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
 - не применять произвольные словообразования;
 - не применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами.
- Сокращения и аббревиатуры должны расшифровываться по месту первого упоминания (вхождения) в тексте статьи.
- Формулы следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. Формулы, внедренные как изображение, не допускаются!
- Рисунки и другие иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотографии) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые.
- Подписи к рисункам (полужирный шрифт курсивного начертания 10 pt) выравниваются по центру страницы, в конце подписи точка не ставится:

Рисунок 1 – Текст подписи

С полной версией требований к оформлению научных статей Вы можете ознакомиться на сайте www.gu-unprk.ru.

Плата с аспирантов за опубликование статей не взимается.

Право использования произведений предоставлено авторами на основании п. 2 ст. 1286 Четвертой части Гражданского Кодекса Российской Федерации.

Адрес учредителя:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 42-00-24
Факс (4862) 41-66-84
www.gu-unpk.ru
E-mail: unpk@ostu.ru

Адрес редакции:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 41-98-99, 41-98-04, 41-98-62, 41-98-27
www.gu-unpk.ru
E-mail: fpbit@mail.ru

Материалы статей печатаются в авторской редакции

Право использования произведений предоставлено авторами на основании
п. 2 ст. 1286 Четвертой части Гражданского Кодекса Российской Федерации

Технический редактор Г.М. Зомитева
Компьютерная верстка Е. А. Новицкая

Подписано в печать 14.08.2014 г.
Формат 70x108 1/16. Усл. печ. л. 7,5.
Тираж 500 экз.
Заказ № 111/14П2

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе Госуниверситета – УНПК
302030, г. Орел, ул. Московская, 65.