19. *Potreblenie osnovnykh produktov pitaniia naseleniem Rossiiskoi Federatsii /Federal'naia sluzhba gosudarstvennoi statistiki* [Consumption of basic foodstuffs population of the Russian Federation / Federal State Statistics Service]. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1286360627828. (accessed 07.02.2014)

20. *Prikaz Minzdravsotsrazvitiia RF ot 02.08.2010 № 593n "Ob utverzhdenii rekomendatsii po ra-tsional'nym normam potrebleniia pishchevykh produktov, otvechaiushchim sovremennym trebovaniiam zdorovogo pi-taniia"* [Order of the Health Ministry of the Russian Federation of 02.08.2010 no. 593n "On Approval of the recommendations for the rational norms of consumption of foods that meet the modern requirements of a healthy diet"] (Registered in the Ministry of Justice on 11.10.2010 № 18680). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_105725/ . (accessed 07.02.2014)

21. Sedov E.N., Ogoltsova T.P. *Programma i metodika sortoizucheniia plodovykh, iagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and methods of studying of varieties of fruit, berry and nut crops]. Orel, Izd-vo VNIISPK, 1999. 608 p.

22. *Rasporiazhenie Pravitel'stva RF ot 25.10.2010 № 1873-r «Ob osnovakh gosudarstvennoi poli-tiki Rossiiskoi Federatsii v oblasti zdorovogo pitaniia naseleniia na period do 2020 goda»* [Resolution of the Government of the Russian Federation from 25.10.2010 № 1873-r "On the Principles of State Policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition for the period up to 2020"] [electronic resource]. Available at: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=106196. (accessed 07.02.2014)

[1]Siberian University of Consumer Cooperation,
26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia.
Phone/fax: +7(383) 314-00-39,
e-mail: common@sibupk.nsk.su

[2]Kemerovo institute (branch)
Plekhanov Russian University of Economics,
39, Kuznetsky Ave., Kemerovo, 650099, Russia.
Phone: +7 (3842) 75-43-98,
e-mail: filkemerovo@rsute.ru

[3]Kemerovo Institute of Food Science and Technology,
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.
Phone/fax: +7 (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

Дата поступления: 20.10.2014

УДК 663.052+664.144

Н.М. Дерканосова[1], В.К. Гинс[2], О.А. Лупанова[1], И.И. Андропова[1]

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ

Применение натуральных по происхождению сырьевых ингредиентов в технологии кондитерских изделий отвечает тенденции формирования потребительского рынка здорового питания. Это подтверждают результаты маркетинговых исследований: растет доля натуральных пищевых красителей в составе кондитерской продукции; абсолютное большинство респондентов отдает им предпочтение. Установлены закономерности водно-спиртовой экстракции амарантина – пигмента листьев амаранта сорта Валентина селекции ВНИИССОК. Снижение размера частиц предварительно высушенной листовой массы, увеличение продолжительности процесса и температуры ведет к росту оптической плотности экстракта. По результатам исследований предложены параметры способа получения пищевого красителя в вишнево-красной цветовой гамме: гранулометрия высушенной листовой массы амаранта – не более 0,3 мм, температура процесса 40–50 °С, продолжительность 40–50 мин, гидромодуль 1:10. Методом математического планирования изучено влияние дозировки красителя и лимонной кислоты на цвет и комплексную оценку качества карамели. Методом ридж-анализа определены оптимальные значения исследуемых факторов. Для формирования выраженного цвета карамели дозировка водно-спиртового экстракта листовой массы амаранта как красителя составляет 4,1 г/100 г карамели, лимонной кислоты – 0,54 г/100 г карамели. На карамель с натуральным красителем из амаранта разработана и утверждена производственная рецептура.

Амарант сорта Валентина, экстракция, натуральный пищевой краситель, кондитерские изделия.

Введение

Современный рынок пищевых ингредиентов предлагает разнообразный ассортимент пищевых добавок, применение которых в одном случае позволяет восстановить традиционные потребительские свойства продукта при существенном изменении, например, его калорийности, в другом – увеличить сроки годности, в третьем – получить продукт с совершенно новыми потребительскими свойствами. По мнению многих экспертов, именно последнее является одним из приоритетных направлений инновационного развития. Это в полной мере отвечает интересам кондитерской промышленности, т.к. изделия этой группы традиционно пользуются спросом различных категорий потребителей, включая детские возрастные группы [1].

Анализ регионального потребительского рынка кондитерских изделий показал:

– из пищевых красителей, входящих в рецептуру кондитерских изделий, представленных в рознице, только 53,3 % являются натуральными, 33,3 % – синтетическими и 13,4 % – минеральными (неорганическими);

– наиболее часто в составе карамели, мармелада и зефира встречаются такие натуральные пищевые красители как Е100 (куркумин), Е160а (каротины) и Е160с (маслосмолы паприки), из синтетических – Е102 (тартразин), Е124 (понсо 4R) и другие;

– по цветовой гамме, которую придают кондитерским изделиям красители, наибольшую долю занимает красный и оттенки красного (35,3 %), далее следует желтый и оттенки желтого (29,4 %), зеленый цвет и его оттенки (17,60 %). Синий, белый, темный и их оттенки занимают меньшую долю;

– к содержанию красителей в кондитерских изделиях относятся отрицательно 87 % респондентов и всего 13 % не придают этому значения. Что касается предпочтения натуральных красителей, то все 100 % респондентов ответили на этот вопрос положительно.

Таким образом, исследования в области разработки пищевых красителей натурального происхождения для направленного применения в составе кондитерских изделий являются актуальными для развития потребительского рынка [2, 3]. Их значение обусловливается также необходимостью решения проблемы импортозамещения, поскольку пищевые красители, как правило, являются ингредиентами зарубежного производства.

Целью настоящего исследования явилась разработка способа получения натурального пищевого красителя в красной цветовой гамме из отечественного сырьевого источника и исследование перспектив его применения в технологии кондитерских масс.

Объект и методы исследования

Объектами на различных этапах исследования являлись: высушенные листья амаранта, пищевой натуральный краситель из амаранта, пробы карамели с пищевым натуральным красителем из амаранта.

В работе в качестве сырьевого источника красителя применяли амарант сорта Валентина селекции проф. В.К. Гинс, П.Ф. Кононкова урожая 2013 года [4, 5]. Листья амаранта, выращенные в ВНИИССОК и собранные в период от трех недель перед цветением до недели после цветения, предварительно высушивались до остаточной влажности 10 %.

Все виды сырья, применяемые в исследованиях, отвечали требованиям Технического регламента Таможенного союза 021/2011, национальных, межгосударственных стандартов и других нормативно-правовых, нормативных и технических документов.

Интенсивность цвета экстрактов из листовой массы амаранта исследовали по оптической плотности растворов с 10-кратным разведением. Длину волны светофильтра и толщину слоя выбирали по результатам анализа спектральных кривых λ 540 нм, толщина слоя (кюветы) равнялась 5 мм.

Комплексную оценку качества осуществляли по 100-балльной шкале. Единичные показатели – вкус, запах, цвет, поверхность и форму – оценивали по 5-балльной шкале. Коэффициенты весомости единичных показателей были установлены по результатам опроса экспертов методом парного сравнения. Соответственно они составили 6,5; 5,0; 6,0; 1,5; 1,0. Минимальные значения коэффициентов весомости для состояния поверхности и формы были обусловлены идентичными условиями проведения стадии формования карамельных изделий.

Цветность карамельной массы определяли по оптической плотности 10-кратных водных растворов карамели в слое толщиной 5 мм при длине волны λ = 540 нм.

Для обоснования рецептурного состава карамели использовали центральное композиционное рототабельное униформ-планирование 2^2. Определение оптимальных параметров и рецептурных соотношений компонентов осуществляли методом ридж-анализа [6]. При обработке экспериментальных данных использовали пакеты прикладных программ, в том числе авторскую программу для оценки обобщенного показателя качества кондитерских изделий.

Результаты и их обсуждение

Пищевой краситель получали экстрагированием красного пигмента листовой массы амаранта сорта Валентина – бетацианина. Для обоснования параметров способа получения красителя исследовали влияние ряда факторов:

– гранулометрического состава листовой массы амаранта;

– температуры процесса;

– продолжительности процесса;

– гидромодуля;

– природы экстрагента.

Предварительные исследования показали целесообразность проведения процесса при гидромодуле 1 : 10. Кроме того, установлено, что бетацианин амаранта относится к водорастворимым соединениям. В силу этого в качестве экстрагента была выбрана вода или водно-спиртовая смесь с массовой долей спирта этилового ректификованного пищевого 40–50 % [7].

Получение пищевого красителя водной экстракцией целесообразно осуществлять на террито-

риально близко расположенных предприятиях, т.к. водный экстракт требует быстрого использования или создания особых условий хранения – охлаждения и использования темной тары. С другой стороны, водный экстракт экономически более выгоден и технологически целесообразен в кондитерских массах, не регламентированных жестко по влажности. В рамках данной работы рассматривалось применение красителя в карамельной массе, в связи с чем в качестве экстрагента была выбрана водно-спиртовая смесь.

Гранулометрический состав предварительно высушенной листовой массы амаранта сорта Валентина обосновывали по результатам исследований, приведенным на рис. 1.

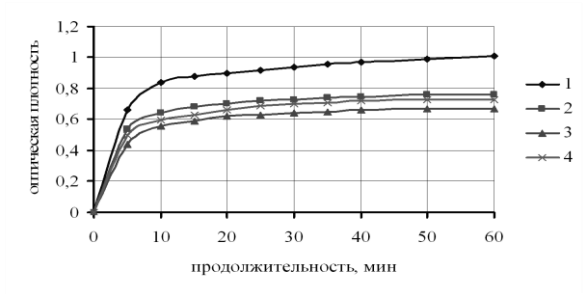

Рис. 1. Влияние гранулометрического состава на оптическую плотность водно-спиртового экстракта листьев амаранта: 1 – размер частиц менее 0,3 мм, 2 – менее 1 мм до 0,3, 3 – менее 3 до 1 мм, 4 – менее 7 до 3 мм

Как показали результаты исследования, наиболее эффективным является предварительное измельчение листовой массы амаранта до частиц с размером менее 300 мкм, что обусловлено увеличением площади поверхности взаимодействия фаз. Кроме того, измельчение растительной ткани, возможно, способствует переходу растворимых веществ в жидкую фазу вследствие частичного механического разрушения клетчатки.

Скорость процесса существенно снижается через 45–50 мин, что определяет его рациональную продолжительность.

Учитывая природу происхождения и биологически активные свойства бетацианина амарантина, важным фактором получения пищевого красителя является температура процесса. Традиционно для сохранения биологически активных свойств рекомендуют применять температуру не более 50 °С.

Результаты исследования влияния температуры процесса на оптическую плотность водно-спиртового экстракта амаранта приведены на рис. 2. В серии экспериментов листовую массу амаранта предварительно измельчали до размера частиц менее 0,3 мм.

Результаты исследований подтвердили полученные ранее закономерности положительного влияния температуры на эффективность процесса экстрагирования. Оптическая плотность экстрактов, полученных при 50 °С, была несколько выше, чем при 30 °С.

Для определения закономерностей процесса проводили сравнительные исследования влияния температуры на оптическую плотность водно-спиртового экстракта амаранта с измельчением листовой массы до частиц размером менее 1 мм. Результаты исследования приведены на рис. 3.

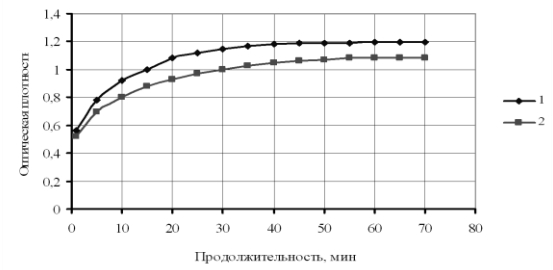

Рис. 2. Влияние температуры на оптическую плотность водно-спиртового экстракта листьев амаранта с гранулометрией менее 0,3 мм: 1 – температура 50 °С, 2 – 30 °С

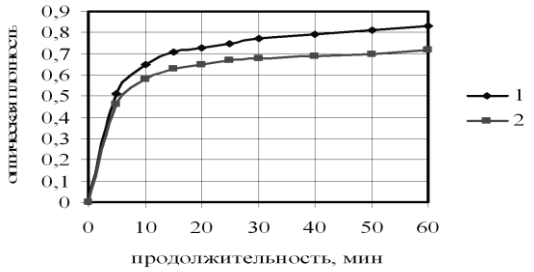

Рис. 3. Влияние температуры на оптическую плотность водно-спиртового экстракта листьев амаранта с гранулометрией менее 1 мм: 1 – температура 50 °С, 2 – 30 °С

Результаты исследований подтвердили полученную ранее закономерность положительного влияния измельчения листовой массы на эффективность процесса экстрагирования. Кроме того, в обоих случаях оптическая плотность экстрактов, полученных при 50 °С, была выше, чем при 30 °С.

С точки зрения перспектив применения экстракта амаранта в качестве красителя в технологии кондитерских изделий исследовали изменение его окраски в зависимости от pH. Активную кислотность водно-спиртового экстракта из амаранта изменяли от естественного значения до 12,0 и 1,8. Изменения цвета фиксировали визуально. Результаты исследований показали стабильность окраски водного экстракта листовой массы амаранта в широком диапазоне pH – от 2 до 12.

Таким образом, установлены следующие параметры способа получения водно-спиртового экстракта амаранта: продолжительность экстрагирования 40–50 мин, экстрагент – водно-спиртовой раствор, гидромодуль 1:10, температура процесса 40–50 °С, измельчение высушенной листовой массы амаранта сорта Валентина до размера частиц менее 0,3 мм. Водно-спиртовой экстракт представляет собой прозрачную жидкость насыщенного вишнево-красного цвета с легким травянистым запахом.

Необходимо отметить, что разработка новых пищевых ингредиентов включает и такой важный аспект, как сохраняемость свойств.

В работе для определения параметров и условий хранения водно-спиртового экстракта амаранта исследовали изменение его оптической плотности в процессе хранения при температурах (4±2) °С, (22±2) °С в таре из светлого и темного стекла.

В результате проведенных исследований установлено, что свет оказывает большее влияние на потерю интенсивности цвета по сравнению с температурой хранения. Что, вероятно, связано с окислительными процессами бетацианина амаранта вследствие содержания в красителе большого числа двойных связей.

Проведенный блок исследований позволил рекомендовать хранение водно-спиртового экстракта листовой массы амаранта в темной таре в течение не более трех недель при температуре (4±2) °С.

Далее изучали возможность применения водно-спиртового экстракта амаранта как пищевого красителя карамельной массы.

Для исследования взаимодействия различных факторов на процесс приготовления карамели с натуральным пищевым красителем из амаранта был применен полный факторный эксперимент 2^2.

В качестве основных факторов были выбраны:

– x_1 – дозировка натурального пищевого красителя из амаранта, г/100 г карамели;

– x_2 – дозировка лимонной кислоты, г/100 г карамели.

Эти факторы совместимы и некоррелированны между собой.

Пределы изменения исследуемых факторов для карамели приведены в табл. 1.

Выбор пределов изменения факторов в части дозировки лимонной кислоты основан на анализе рецептур на карамельные изделия, в части красителя – на результатах предварительных экспериментов.

Таблица 1

Пределы изменения факторов

Условия планирования	Натуральное значение факторов	
	x_1, г/100 г карамели	x_2, г/100 г карамели
Центральный уровень (0)	2	0,7
Интервал варьирования	1,0	0,4
Нижний уровень (–1)	1,0	0,3
Верхний уровень (+1)	3,0	1,1
Нижняя «звездная точка» (–1,414)	0,6	0,23
Верхняя «звездная точка» (+1,414)	3,4	1,26

Критериями оценки влияния различных дозировок рецептурных компонентов на качество карамели были выбраны:

– Y_1 – комплексная оценка качества (КОК), баллов;

– Y_2 –цветность, усл. ед.

Программа исследования была заложена в матрицу планирования эксперимента (табл. 2).

Таблица 2

Матрица планирования и результаты эксперимента

Кодированные значения факторов		Натуральные значения факторов, г/100 г		Выходные параметры	
				КОК, баллов	Цветность, усл.ед.
X_1	X_2	x_1	x_2	Y_1	Y_2
–1	–1	1,0	0,3	81,50	0,196
–1	+1	1,0	1,1	91,50	0,189
+1	–1	3,0	0,3	84,50	0,436
+1	+1	3,0	1,1	94,50	0,405
–1,414	0	0,6	0,7	79,00	0,213
+1,414	0	3,4	0,7	97,50	0,636
0	–1,414	2	0,23	66,50	0,295
0	+1,414	2	1,26	94,50	0,379
0	0	2	0,7	94,50	0,277
0	0	2	0,7	94,50	0,277
0	0	2	0,7	94,50	0,277
0	0	2	0,7	94,50	0,277
0	0	2	0,7	94,50	0,277

При обработке результатов эксперимента были применены следующие статистические критерии: проверка однородности дисперсий – критерий Кохрена, значимость коэффициентов уравнений регрессии – критерий Стьюдента, адекватность уравнений – критерий Фишера.

В результате статистической обработки экспериментальных данных (см. табл. 2) получены уравнения регрессии (1, 2), адекватно описывающие показатели качества карамели и процессы, проходящие под влиянием исследуемых факторов – дозировки водно-спиртового экстракта амаранта и лимонной кислоты:

$$У_1 = 94{,}52 + 4{,}02X_1 + 7{,}445X_2 - 2{,}236X_1^2 - 6{,}11X_2^2, \quad (1)$$

$$У_2 = 0{,}277 + 0{,}132X_1 + 0{,}010X_2 - 0{,}006X_1X_2 + 0{,}055X_1^2 + 0{,}011X_2^2. \quad (2)$$

Анализ уравнений регрессии позволяет оценить влияние факторов на выходные параметры процессов. Так, дозировка красителя и кислоты оказывает положительное влияние на комплексную оценку качества и цвет готовых изделий. Причем дозировка красителя является более значимым фактором с точки зрения цвета, а лимонная кислота оказывает большее влияние на целостное восприятие карамели (КОК).

Таким образом, в результате реализации матриц планирования получена информация о влиянии факторов – дозировки красителей и лимонной кислоты – и построены математические модели процессов, позволяющие рассчитать КОК и цветность карамели внутри выбранных интервалов варьирования факторов.

Определение оптимальных значений факторов проводили методом ридж-анализа, который базируется на методе неопределенных множителей Лагранжа. При этом для комплексной оценки качества и цвета оптимизацию проводили по максимуму выходного параметра.

Результаты расчета позволили установить оптимальные значения факторов для карамели с использованием водно-спиртового экстракта амаранта:

– по комплексной оценке качества X_1 = 0,206, X_2 = 0,632, выходной параметр составляет 97,520 балла;

– по цвету X_1 = 2,079, X_2 = – 0,400, выходной параметр составляет 0,792 усл.ед.

Переходя от кодированных значений к натуральным, имеем оптимальные параметры:

– для комплексной оценки качества дозировка красителя равняется 2,2 г/100 г карамели, лимонной кислоты – 0,95 г/100 г карамели;

– для цвета – дозировка красителя 4,1 г/100 г карамели, лимонной кислоты – 0,54 г/100 г карамели.

Основной задачей исследования было повышение потребительских свойств карамели посредством использования красителя из амаранта. В связи с этим в оптимальной рецептуре использованы значения параметров, полученные для цветности карамели.

В результате разработана рецептура карамели с натуральным красителем из листовой массы амаранта. Карамель приобретает приятный малиновый цвет, имеет круглую форму, ровную, не липкую поверхность, приятный слегка кисловатый сладкий вкус. Образцы карамели, выработанные по оптимальной рецептуре, по всем физико-химическим показателям соответствует требованиям национального стандарта. С учетом содержания в листовой массе амаранта биологически активных веществ можно предположить повышенную физиологическую ценность изделия, что является направлением дальнейших исследований.

Рецептура карамели с натуральным красителем из листовой массы амаранта утверждена в установленном порядке и может быть принята за основу при разработке технических условий на новый вид продукции.

Список литературы

1. Савин, П.Н. Получение, свойства и применение антоциановых красителей в производстве сахарных кондитерских изделий: автореф. дис. … канд. техн. наук / П.Н. Савин. – Воронеж, 2009. – 23 с.
2. Овощи как продукт функционального питания / П.Ф. Кононков и др. – М.: Столичная типография, 2008. – 128 с.
3. Дерканосова, Н.М. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств / Н.М. Дерканосова, А.А.Журавлев, И.А.Сорокина. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 196 с.
4. Перспективы применения амаранта как пищевого красителя кондитерских изделий / Н.М. Дерканосова, М.С. Гинс, В.К. Гинс, О.А. Лупанова // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. – № 11. – С. 11–15.

[1]ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»,
394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1.
Тел.: +7 (473) 253-87-97,
e-mail: main@technology.vaau.ru

[2]ГНУ «Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур Россельхозакадемии»,
143080, Московская область, Одинцовский район, поселок ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14.
Тел.: +7 (495) 599-24-42,
e-mail: mail@vniissok.ru

SUMMARY

N.M. Derkanosova[1], C.K. Gins[2], O.A. Lupanova[1], I.I. Andropova[1]

DEVELOPMENT OF PRODUCTION METHODS AND APPLICATION OF NATURAL FOOD COLORING

The use of natural raw ingredients in confectionery technologies meets the trend of shaping the healthy diet consumer market. As confirmed by the results of marketing research, the share of natural food dyes in the composition of the confectionery products is increasing; the vast majority of respondents preferred natural food dyes. The common pattern of water-alcohol amaranthine extraction (pigment of Valentine amaranth varieties selectied by

VNIISSOK), was established. The reduction of particle size of pre-dried leaf mass, increasing process time and temperature lead to an increase in the optical density of the extract. According to research results, the proposed method of obtaining cherry-red food coloring is as follows: grain size distribution of the dried amaranth leaf mass is not more than 0.3 mm, the process temperature is 40 - 50 C, the duration is 40-50 minutes, the water ratio – 1:10. The method of mathematical planning enabled us to study of the influence of the dye and citric acid dosage on color and a comprehensive assessment of the quality of caramel. The optimum values of the studied factors are defined by the method of ridge analysis". For the formation of a pronounced caramel colour the dosage of aqueous-alcoholic extract of amaranth leaves, as a dye is 4.1 g/100 g of caramel, of citric acid – 0.54 g/100 g of caramel. Manufacturing formula for caramel with natural amaranth dye has been developed and approved.

Valentine variety amaranth, extraction, natural food coloring, confectionery.

References

1. Savin P.N. *Poluchenie, svoistva i primenenie antotsianovykh krasitelei v proizvodstve sakharnykh konditerskikh izdelii*. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Production, properties and application of anthocyanin dyes in the production of sugar confectionery. Cand. tech. sci. autoabstract diss.]. Voronezh, 2009. 23 p.

2. Konenkov P.F., Gins C.K., Brewers C.F., Gins M.S., Bunin M.S., Sacks A.C., Terekhov V.I. *Ovoshchi kak produkt funktsional'nogo pitaniia* [Vegetables as a products of functional nutrition]. Moscow, Stolichnaia tipografiia, 2008. 128 p.

3. Derkanosova N.M., Zhuravlev A.A., Sorokin I.A. *Modelirovanie i optimizatsiia tekhnologicheskikh protsessov pishchevykh proizvodstv* [Modeling and optimization of technological processes of food production]. Voronezh, VSTA, 2011. 196 p.

4. Derkanosova N.M., Gins M.C., Gens C.K., Lupanova O.A. Perspektivy primeneniia amaranta kak pishchevogo krasitelia konditerskikh izdelii [Prospects for use of amaranth as a food color for confectionery]. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov*, 2013, no. 11, pp. 11-15.

[1]Voronezh State Agrarian University
named after Emperor Peter I,
1, street Michurina, Voronezh, 394087, Russia.
Phone: +7 (473) 253-87-97,
e-mail: main@technology.vaau.ru

[2]All-Russian Research Institute of
Vegetable Breeding and Seed Production,
14, st. Selection, VNIISSOK settlement,
Odintsovo district, Moscow region, 143080, Russia.
Phone: +7 (495) 599-24-42,
e-mail: mail@vniissok.ru

Дата поступления: 30.01.2015

УДК 637.05

Т.Н. Змиевская[1,2], Н.Ф. Усатенко[2]

ОТРАБОТКА РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА РЕСТРУКТУРИРОВАННОГО ФОРМОВАННОГО ПРОДУКТА ИЗ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Интенсивный рост объема производства мяса цыплят-бройлеров в последнее время требует разработки новых технологий его переработки с целью увеличения ассортимента мясной продукции умеренной стоимости. Относительно новой и мало изученной является технология производства реструктурированных формованных продуктов из данного вида сырья. В работе обосновано использование концентрата сывороточных белков, полученных методом ультрафильтрации (КСБ-УФ) в технологии изготовления реструктурированных формованных продуктов из мяса цыплят-бройлеров. Целью данного технологического решения являлось повышение биологической ценности готового продукта. Оценочным критерием оптимальности подбора компонентов при составлении рецептуры было определение сбалансированности белков продукта по аминокислотному составу. В качестве характерных показателей биологической ценности продукта были приняты: аминокислотный скор белка продукта, коэффициент утилитарности (u) белка и коэффициент избыточности ($\sigma_{изб}$) белка. С помощью математического моделирования рецептурного состава было рассчитано оптимальное количество КСБ-УФ, предусматривающее увеличение биологической ценности белков продукта до уровня «эталонного» белка (по данным ФАО/ВОЗ). Интервал варьирования вносимого КСБ-УФ был в диа-