

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

С.П. Меренкова¹, А.П. Колотов²

¹ Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

² Уральский НИИ сельского хозяйства, г. Екатеринбург

Биологическая роль ω -3 полиненасыщенной жирной кислоты (ПНЖК) в человеческом организме заключается в регулировании деятельности эндокринной и нервной систем; участии в процессах образования клеточных мембран, снижении риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, антиоксидантной активности. Альфа-линоленовая ПНЖК – это основная растительная ω -3 жирная кислота, содержащаяся в наибольшем количестве в льняном семени. В семени льна содержание масла составляет 40–54 %, а соотношение ω -3 и ω -6 жирных кислот может колебаться в широких пределах. Состав и количество липидной фракции семян льна зависит от генотипа сорта, состава почвы, климатических условий выращивания культуры. В испытаниях установлено, что масличность семян сортообразцов: ЛМ-98, Уральский и Raciol составляет – 41,5–46,5 %, изучаемые сорта льна значительно различаются по содержанию ПНЖК. Соотношение ω -3: ω -6 жирных кислот в семенах сорта ЛМ-98 составляет 1:26; в семенах сорта Уральский – 3:1; а в семенах чешского сорта льна Raciol – 1:1,2. Из неочищенных семян льна изготовили льняную необезжиренную муку, которую применяли в рецептуре кекса «Чайный». Для сортообразца ЛМ-98 льняную муку применяли в концентрациях: 20 и 30 и 40 %; муку из семян сортов Уральский и Raciol вводили в количестве 5, 10 и 15 %. Согласно СанПиН 2.3.2.2804-10 установленные уровни обогащения пищевых продуктов должны составлять в усредненной суточной порции продукта не менее 15 % и не более 50 % от нормы физиологической потребности (в 100 г продукта). Согласно нормам физиологического питания, потребность в омега-3 жирных кислотах для взрослого населения составляет в среднем 1,2 г в сутки. Добавление муки из семян льна сорта ЛМ-98 в рецептуру кекса «Чайный» в количестве 30 % позволяет получать продукты с привлекательными органолептическими свойствами, удовлетворяющие суточную потребность в ω -3 жирных кислотах на 16,25 %, что позволяет отнести их к обогащенным продуктам питания. Мучные кондитерские изделия, включающие 5 % льняной муки из семян сорта «Уральский», не имеют выраженных отклонений по внешнему виду, форме, структуре, вкусу и аромату, – способны удовлетворить потребность взрослого населения в омега-3 полиненасыщенных жирных кислотах на 56,67 %. Применение льняной муки из семян сорта Raciol в концентрациях 5–10 % значительно улучшает органолептические характеристики образцов кекса, позволяет удовлетворить потребность в ω -3 жирных кислотах на 29,17–58,33 %.

Ключевые слова: семена льна масличного, льняная мука, омега-3 жирные кислоты, мучные кондитерские изделия, обогащенные продукты, удовлетворение суточной потребности, органолептические показатели.

Актуальность исследований. Омега-3 (ω -3) жирные кислоты – это совокупность жизненно важных для организма человека веществ, обладающих схожими биохимическими свойствами. На сегодняшний день в данную группу входит более 10 соединений, имеющих различный химический состав. Однако наибольшее влияние на работу человеческого организма оказывают три из них – докозагексаеновая (ДГК), эйкозапентаеновая (ЭПК) и альфа-линоленовая (АЛК) кислоты.

ДГК (DHA) и ЭПК (EPA) являются эталонными ω -3 кислотами. В небольшом количестве они синтезируются морскими водорос-

лями, откуда по пищевой цепочке накапливаются в жире морских рыб и морепродуктах.

Альфа-линоленовая полиненасыщенная жирная кислота (ПНЖК) – это основная растительная ω -3 жирная кислота. Важнейшей особенностью АЛК является ее способность частично превращаться в ЭПК и ДГК ω -3 кислоты путем наращивания количества атомов углерода [3].

Биологическая роль ω -3 ПНЖК в человеческом организме заключается в регулировании деятельности эндокринной и нервной систем; участии в процессах образования клеточных мембран; снижении риска развития

сердечно-сосудистых заболеваний; антиоксидантной активности [3].

Согласно физиологическим нормам потребность в эссенциальных жирных кислотах для взрослых составляют 8–10 г/сутки – ω -6 жирных кислот и 0,8–1,6 г/сутки – ω -3 жирных кислот, или 5–8 % от калорийности суточного рациона для ω -6 и 1–2 % от калорийности суточного рациона для ω -3. Оптимальное соотношение в суточном рационе ω -6 к ω -3 жирных кислот должно составлять 5–10:1. Однако потребность в ω -3 жирных кислотах может возрастать при высоких физических нагрузках, при развитии ряда нарушений в работе организма (болезни Альцгеймера, гипертонии, опухолевых новообразований, гормональных сбоев, атеросклероза) [11].

В нашей стране наблюдается выраженный дефицит ω -3 жирных кислот, связанный с низким уровнем натуральных морепродуктов в рационе питания населения, недостатком потребления нетрадиционных видов масел. Доказано, что среди растительных продуктов наибольшее содержание АЛК наблюдается в льняном и соевом масле [4, 12].

В льняном семени содержание масла составляет 40–54 %, а соотношение ω -3 и ω -6 жирных кислот может колебаться в широких пределах. Состав и количество липидной фракции семян льна зависит от генотипа сорта, состава почвы, климатических условий выращивания культуры [6, 9, 20].

Поскольку лен является нетрадиционной для Уральского региона культурой, были проведены научные исследования по экологическому испытанию сортов льна масличного. В полевых исследованиях доказано, что в данных климатических условиях лен характеризуется высокой урожайностью, полностью реализует генетический потенциал по содержанию белка, жира, ПНЖК, минеральных веществ [5, 7].

Для успешной интродукции высокоурожайных сортов льна масличного на Южном и Среднем Урале необходим поиск технологических решений и анализ эффективности применения продуктов переработки семян льна в пищевой промышленности региона. Важным аспектом является экспериментальная оценка функциональных свойств получаемых продуктов питания, их безопасности и привлекательности для потребителя [10, 14, 15].

Целью эксперимента являлось обоснование технологии и рецептуры обогащенных

мучных кондитерских изделий на основе использования продуктов переработки семян льна масличного различных сортов.

Объекты и методы исследований. Объектом для исследования служили семена сортов льна масличного, выращенного в условиях Кольцовского опытного участка ФГБНУ «Уральский НИИСХ» в 2016 году.

– Отечественный сорт масличного льна пищевого назначения ЛМ-98 (патент № 2655 от 13.04.2005). Уникальность данного сорта заключается в том, что он отличается желтой окраской семени, низким содержанием линоленовой кислоты (на уровне 2–3 %), что способствует его сохранности в процессе технологической обработки и хранения. Данный сорт рекомендован для применения в хлебобулочной и кондитерской отрасли.

– Сорт льна масличного Уральский рекомендован к возделыванию в условиях Нижневолжского, Центрального, Уральского, Западно-Сибирского региона; устойчив к засухе, полеганию и осыпанию семян, характеризуется высокой урожайностью. Отличается высоким содержанием АЛК (50–55 %), рекомендован для получения пищевого и технического масла.

– Чешский сорт льна Raciol характеризуется низким содержанием цианогенных гликозидов; равным соотношением линолевой и линоленовой жирных кислот (1,2:1), желтой окраской семян, рекомендован для получения масла растительного и создания функциональных продуктов питания [17, 19].

Жирнокислотный состав масла семян льна определяли в предыдущих исследованиях (2012, 2013 гг.) в лаборатории Чешской компании Agritec. При этом использовали методы, описанные в СТБ ИСО 5509-2007 Жиры и масла животные и растительные. Методики получения метиловых эфиров жирных кислот [8].

Для анализа возможности применения различных сортов льна в кондитерской отрасли были изготовлены контрольные и опытные образцы изделий по унифицированной рецептуре кекса «Чайный» [2, 13]. В рецептуру опытных образцов включали льняную муку, полученную из цельных семян льна сортов Уральский, ЛМ-98, Raciol. В ходе эксперимента были рассчитаны рецептуры изделий, содержащие различные концентрации льняной муки (5, 10, 15, 20, 30 и 40 %), определены параметры технологического процесса. В

образцах кекса исследовали степень удовлетворения суточной потребности в ω -3 жирных кислотах, установили размер упека, формоустойчивость, оценили органолептические показатели.

Обсуждение результатов научных исследований. В предыдущих испытаниях установлено, что масличность семян исследуемых сортообразцов составляет 44,4–46,5 %, за исключением чешского сорта Raciol, содержание жира в семенах которого на уровне 41,5 %. Изучаемые сорта льна значительно различаются по содержанию ПНЖК. Так, количество АЛК, относящейся к семейству ω -3 жирных кислот, в семенах льна сорта ЛМ-98 в 12 раз ниже по сравнению с семенами льна сорта Raciol и в 20 раз ниже по сравнению с семенами льна сорта Уральский. Соотношение ω -3: ω -6 жирных кислот в семенах сорта ЛМ-98 составляет 1:26; в семенах сорта Уральский – 3:1; а в семенах чешского сорта льна Raciol – 1:1,2 (рис. 1) [8].

Известно, что традиционно потребляемые растительные масла характеризуются значительным перевесом количества ω -6 жирных кислот. Поэтому физиологически обоснованным является употребление продуктов питания, включающих максимально возможные концентрации дефицитных ω -3 ПНЖК, представителем которых является АЛК, содержащаяся в значительных концентрациях в продуктах переработки семян льна сортов Уральский и Raciol.

Из неочищенных семян льна трех сортообразцов изготовили льняную необезжирен-

ную муку, которую применяли в рецептуре кекса «Чайный» в различных концентрациях. В предварительных экспериментах установили, что включение муки из сорта льна ЛМ-98 до 30 % не вызывает ухудшений органолептических свойств мучных кондитерских изделий, поэтому для данного сортообразца муку применяли в концентрациях: 20 и 30 и 40 %. Муку из семян льна сорта Уральский и Raciol применяли в рецептуре кексов в количестве 5, 10 и 15 %.

В рецептуру мучных кондитерских изделий вводили муку льняную по принципу замены 5–40 % от суммарного количества муки пшеничной и маргарина. При этом учитывали содержание липидов в добавляемой муке, с таким расчетом, чтобы в рецептуре опытных образцов сумма жировой фракции не изменялась по сравнению с унифицированной рецептурой (табл. 1 и 2).

Технология приготовления теста для кекса на химических разрыхлителях включала: сбивание маргарина; введение сахара-песка и сбивание его с жиром; добавление яйцопродуктов; введение остальных рецептурных компонентов; добавление муки и замес теста влажностью 23 %. Тесто формовали, выделяя заготовки массой по 50 г и выпекали при температуре 160–185 °С в течение 30–40 мин. Выпеченные кексы охлаждали, извлекали из форм и взвешивали. При этом определяли величину упека и формоустойчивость изделий (табл. 3).

Установлено снижение упека опытных образцов кекса на 3,0–5,1 %, причем с увели-

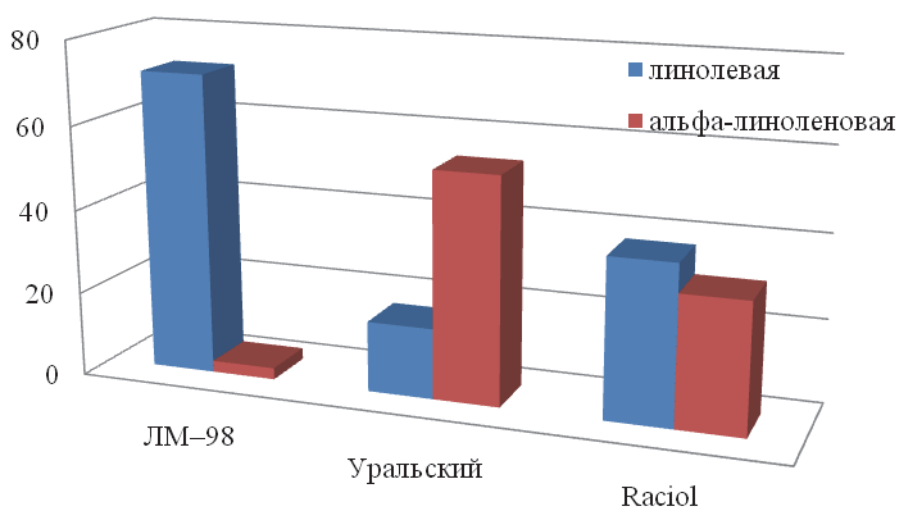


Рис. 1. Соотношение ω -3 : ω -6 жирных кислот в семенах различных сортов льна

Таблица 1

Производственная рецептура кекса «Чайный»

Наименование сырья	Содержание сухих веществ	На 1000 кг готовой продукции, кг		На 200 г готовой продукции, г	
		В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная в/с	85,5	360,74	308,43	72,15	61,69
Сахар-песок	99,85	270,63	270,22	54,13	54,05
Меланж яичный	27,00	108,27	29,23	21,65	5,85
Виноград сушеный	80,00	108,27	86,62	21,65	17,32
Сахарная пудра	99,85	25,28	25,24	5,06	5,05
Соль	96,50	1,07	1,03	0,21	0,20
Аммоний углекислый	0	3,60	0	0,72	0
Эссенция	0	1,07	0	0,21	0
Маргарин	84,00	180,42	151,55	36,08	30,31
Итого	–	1059,35	872,32	211,86	174,47
Потери сухих веществ	–	–	52,32	–	10,47
Выход	82,00	1000,00	820,00	200,00	164,00

Таблица 2

Производственная рецептура кекса «Чайный» с введением 20 % льняной муки

Наименование сырья	Содержание сухих веществ	На 1000 кг готовой продукции, кг		На 200 г готовой продукции, г	
		В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная в/с	85,5	295,80	252,91	59,16	50,58
Мука льняная	95,00	108,23	102,82	21,65	20,57
Сахар-песок	99,85	270,63	270,22	54,13	54,05
Меланж яичный	27,00	108,27	29,23	21,65	5,85
Виноград сушеный	80,00	108,27	86,62	21,65	17,32
Сахарная пудра	99,85	25,28	25,24	5,06	5,05
Соль	96,50	1,07	1,03	0,21	0,20
Аммоний углекислый	0	3,60	0	0,72	0
Эссенция	0	1,07	0	0,21	0
Маргарин	84,00	137,13	115,19	27,43	23,04
Итого	–	1059,35	883,26	211,87	176,66
Потери сухих веществ	–	–	63,26	–	12,66
Выход	82,00	1000,00	820,00	200,00	164,00

чением концентрации льняной муки в рецептуре, степень упека снижалась. Формоустойчивость изделий (отношение высоты к диаметру) при применении необезжиренной льняной муки уменьшалась, мякиш становил-

ся более плотным, что сдерживало подъем кекса в период выпечки.

Вопросы, касающиеся обогащения пищевых продуктов массового потребления, используемые в питании взрослого населения,

биологически активными веществами, макро- и микронутриентами, регулируются требованиями СанПиН 2.3.2.2804-10. Согласно СанПиН установленные уровни обогащения пищевых продуктов должны составлять в усредненной суточной порции продукта не менее 15 % и не более 50 % от нормы физиологической потребности (в 100 г продукта) [1].

В ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» отмечено, что обогащенные пищевые продукты – это продукты, в которые добавлены одно или более пищевые или биологически активные вещества, не присутствующие в них изначально, либо присутствующие в недостаточном количестве или утраченные в процессе производства; при этом гарантированное изготовителем содержание каждого пищевого или биологически активного вещества, использованного для обогащения, доведено до уровня, соответствующего критериям для пищевой продукции [1].

Учитывая количество жировой фракции и концентрацию альфа-линоленовой кислоты для каждого сорта семян льна, установили степень удовлетворения суточной потребно-

сти в ω -3 жирных кислотах при употреблении 100 г изделий, содержащих различные концентрации льняной муки сортов ЛМ-98; Raciol и Уральский. Согласно нормам физиологического питания, потребность в омега-3 жирных кислотах для взрослого населения составляет в среднем 1,2 г в сутки.

Отмечено, что продукты, содержащие муку из семян льна сорта Уральский, удовлетворяет суточную потребность в ω -3 жирных кислотах уже при содержании льняной муки 5 % – на 56,67 %; а ее концентрации 10 % – на 113,3 %. Тогда как изделия, включающие муку из семян льна сорта ЛМ-98 в количестве 20–40 %, покрывают суточную потребность в ω -3 жирных кислотах всего на 10,8–21,67 %, а включающие муку из семян льна сорта Raciol в количестве 5–15 % – на 29,17–86,67 % (табл. 4).

Немаловажным при разработке обогащенных продуктов питания является сохранение привлекательных, приемлемых для потребителей органолептических свойств изделий.

Органолептические показатели образцов кексов оценивали эксперты в составе дегустационной комиссии по 5-балльной шкале с ис-

Таблица 3
Изменение упека и формоустойчивости образцов кекса при применении льняной муки

Показатели	Контроль	Сорт ЛМ-98			Сорт Уральский			Сорт Raciol		
		20 %	30 %	40 %	5 %	10 %	15 %	5 %	10 %	15 %
Упек изделий, %	8,33	7,92	7,88	7,88	8,08	7,95	7,90	8,02	7,92	7,92
Формоустойчивость изделий, Н/Дср	0,664	0,589	0,574	0,554	0,627	0,618	0,605	0,620	0,597	0,585

Таблица 4
Удовлетворение суточной потребности взрослого человека в ω -3 жирных кислотах при употреблении 100 г кекса с льняной мукой

Показатели	Сорт ЛМ-98			Сорт Уральский			Сорт Raciol		
	20 %	30 %	40 %	5 %	10 %	15 %	5 %	10 %	15 %
Доля жира в льняной муке, %	44,4	44,4	44,4	46,46	46,46	46,46	41,55	41,55	41,55
Масса α -линоленовой кислоты в 100 г муки льняной, г	1,20	1,20	1,20	25,00	25,00	25,00	12,88	12,88	12,88
Масса α -линоленовой кислоты в 100 г продукта, г	0,13	0,19	0,26	0,68	1,36	2,03	0,35	0,70	1,04
Удовлетворение суточной потребности в ω -3 жирных кислотах, %	10,80	16,25	21,67	56,67	113,33	169,17	29,17	58,33	86,67

Технологические процессы и оборудование

пользованием коэффициентов значимости по показателям: вкус и аромат – 4; цвет и внешний вид – 3, структура и консистенция – 3; форма – 2.

Оптимальные концентрации льняной муки в рецептуре кекса «Чайный», установленные в результате дегустационной оценки образцов, в значительной степени различались и зависели от сорта льна масличного, из которого была получена мука.

Так, у изделий, содержащих льняную муку сорта ЛМ-98, в концентрации 20–30 % отмечен сдобный, сладковатый вкус, сладко-сливочный аромат, с приятным ореховым привкусом и ароматом. Верхняя поверхность кексов была выпуклая с характерными трещинами; боковая поверхность ровная, форма правильная, с выпуклой верхней и ровной боковой поверхностью без раковин; структура однородная, пористая; мягкая, мякиш пропеченный, без комочков, с равномерной пористостью. Однако при содержании в рецептуре муки данного сорта в количестве 40 % выявлены отклонения во вкусе, форме, структуре и виде на изломе изделий. Предполагаем, что уплотнение мякиша, слабо развитая пористость, нехарактерная форма, маслянистый привкус кексов вызваны влиянием липидной фракции данного сорта льна на процессы разрыхления теста в период выпечки (рис. 2).

При дегустационной оценке кондитерских изделий, содержащих муку из семян льна сорта Raciol в концентрациях 5–15 %, установлены характерные органолептические свойства, более приемлемые с точки зрения

потребителей, по сравнению с контрольными образцами (яркий желтоватый оттенок мякиша, нежный эластичный мякиш, ореховый привкус). Отмечено, что добавление в рецептуру льняной муки в количестве 15 % не оказало негативного влияния на вкус, аромат, структуру и внешний вид изделий (рис. 3).

Лен масличный Уральский характеризуется наиболее высокой концентрацией линоленовой кислоты, что, несмотря на ее высокую биологическую ценность, ограничивает использование данного сорта льна в кондитерской отрасли. Во-первых, высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот с большим количеством двойных связей отрицательно влияет на сохранность липидной фракции при температурной обработке и хранении, приводит к окислительной деструкции ПНЖК и накоплению токсичных компонентов. Во-вторых, значительное содержание линоленовой кислоты придает нехарактерный «рыбный» привкус готовым продуктам, не приемлемый в кондитерских изделиях.

Установлено, что при применении 5 %-ной концентрации льняной муки в рецептуре значительных дефектов органолептических показателей кексов не было выявлено. Однако уже при использовании 10 %-ной концентрации льняной муки из семян сорта Уральский, при дегустации установлен выраженный линоленовый привкус и «рыбный» запах; плотный, слабопористый мякиш; отмечена нехарактерная темная окраска изделий, указанные дефекты усиливаются при добавлении льняной муки в количестве 15 % (рис. 4).

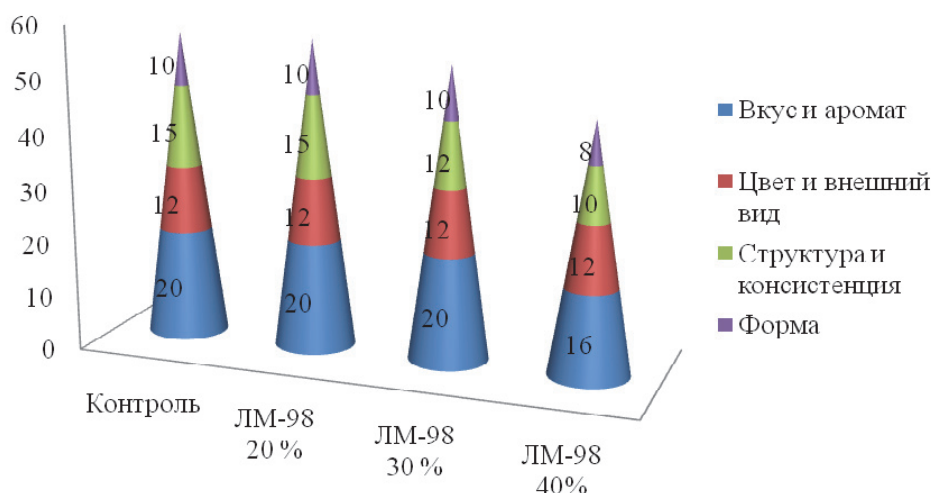


Рис. 2. Результаты органолептической оценки кексов, содержащих муку семян льна сорта ЛМ-98

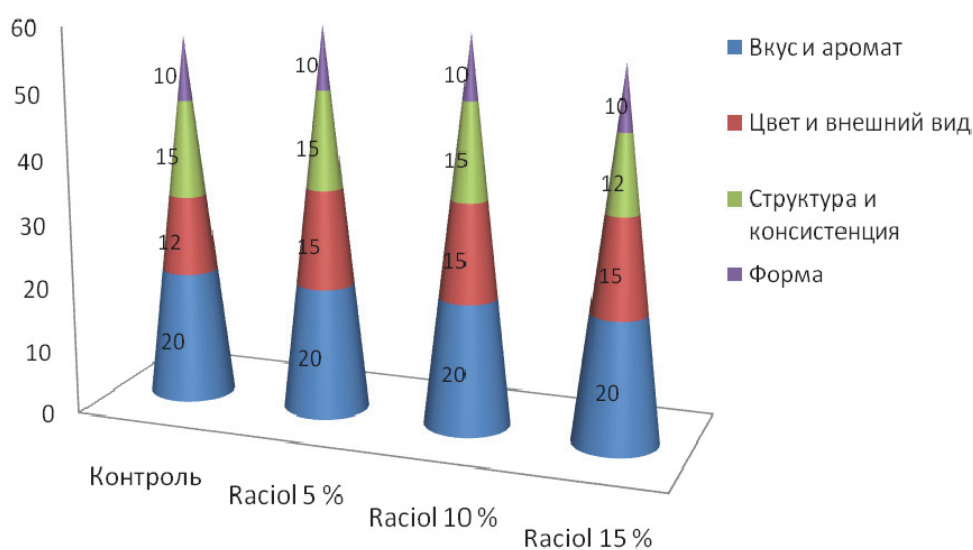


Рис. 3. Результаты органолептической оценки кексов, содержащих муку семян льна сорта Raciol

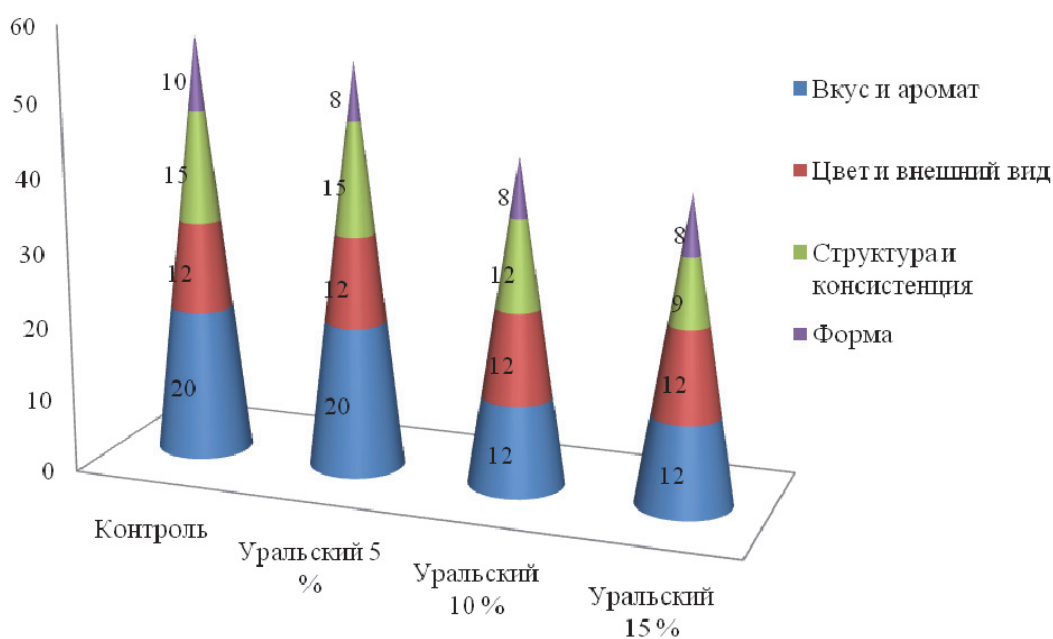


Рис. 4. Результаты органолептической оценки кексов, содержащих муку семян льна сорта Уральский

Заключение. В результате экспериментальных исследований установлено, что семена льна масличного различных сортов, выращиваемые в условиях Уральского региона, значительно различаются по жирнокислотному составу и соотношению ω -3: ω -6 жирных кислот.

Добавление муки из семян льна сорта ЛМ-98 в рецептуру кекса «Чайный» в количестве 30 % позволяет получать продукты с

привлекательными органолептическими свойствами, удовлетворяющие суточную потребность в ω -3 жирных кислотах на 16,25 %, что позволяет отнести их к обогащенным продуктам питания. Мучные кондитерские изделия, включающие 5 % льняной муки из семян сорта «Уральский», не имеют выраженных отклонений по внешнему виду, форме, структуре, вкусу и аромату, способны удовлетворить потребность взрослого населения в омега-3

полиненасыщенных жирных кислотах на 56,67 %. Применение льняной муки из семян сорта Rasiol в концентрациях 5–10 % значительно улучшает органолептические характеристики образцов кекса, позволяет удовлетворить потребность в ω -3 жирных кислотах на 29,17–58,33 %.

Таким образом, установлены оптимальные концентрации муки льняной необезжиренной в рецептуре мучных кондитерских изделий: для сорта Уральский – 5 %; ЛМ-98 – 30 %; Rasiol – 10 %. Получаемые изделия характеризуются улучшенными потребительскими свойствами и относятся к обогащенным продуктам питания по содержанию альфа-линоленовой кислоты.

Учитывая высокое содержание биологически активных веществ (пищевых волокон, лигнанов, белка, макро- и микроэлементов) в семенах льна, необходимо проведение дальнейших научных исследований по обоснованию их применения в отраслях пищевой промышленности [16, 18, 20].

Литература

1. Воробьева, И.С. Специализированная пищевая продукция: общие и частные определения и характеристики / И.С. Воробьева, В.М. Воробьева, А.А. Кочеткова и др. // *Пищевая промышленность*. – 2012. – № 12. – С. 16–18.
2. ГОСТ 15052-2014 Кексы. Общие технические условия. Межгосударственный стандарт (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2014 г. № 1660-ст).
3. Запорожная, Л.И. Характеристика и биологическая роль эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот. / Л.И. Запорожная, И.В. Гаммель // *Медицинский совет*. – 2012. – № 1. – С. 134–136.
4. Зубцов, В.А. Биологические и физико-химические основы использования льняной муки для разработки хлебобулочных изделий / В.А. Зубцов, И.Э. Миневич // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2011. – № 3. – С. 10–13.
5. Колотов, А.П. Лен масличный – перспективная культура для Свердловской области / А.П. Колотов, О.В. Синякова. // *Агропродовольственная политика России*. – 2014. – № 3. – С. 36–38.
6. Колотов, А.П. Влияние агрометеорологических условий вегетационного периода на формирование урожайности семян льна масличного / А.П. Колотов, О.В. Синякова // *Аграрный вестник Урала*. – 2015. – № 6 (136). – С. 6–9.
7. Колотов, А.П. Экономическая эффективность возделывания льна масличного на Среднем Урале / А.П. Колотов, Л.В. Гусева, О.В. Синякова // *АПК России*. – 2015. – Т. 72, № 2. – С. 135–140.
8. Колотов, А.П. Результаты интродукции культуры льна масличного на среднем Урале / А.П. Колотов, О.В. Синякова, Н.А. Кипрушкина // *АПК России*. – 2016. – Т. 23, № 2. – С. 282–287.
9. Колотов, А.П. Влияние абиотических факторов на формирование надземной массы и урожайности семян льна масличного / А.П. Колотов // *АПК России*. – 2016. – Т. 23, № 4. – С. 798–804.
10. Миневич, И.Э. Разработка технологических решений переработки семян льна для создания функциональных пищевых продуктов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / И.Э. Миневич. – М., 2009. – 27 с.
11. МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.
12. Пащенко, Л.П. Характеристика семян льна и их применение в производстве продуктов питания / Л.П. Пащенко, А.С. Прохорова, Я.Ю. Кобцева, И.А. Никитин // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2004. – № 7. – С. 56–57.
13. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания / А.В. Павлов. – СПб.: Гидрометеиздат, 1998. – 300 с.
14. Создание технологии производства новых продуктов питания из семян льна. / Л.И. Мачихина, Е.П. Мелешкина, Л.Г. Приезжева и др. // *Хлебопродукты*. – 2012. – № 6. – С. 54–58.
15. Сулимма, Я.В. Разработка рецептуры хлебобулочных изделий с использованием льняной муки / Я.В. Сулимма. // *Вестник КрасГАУ*. – 2011. – №4. – С. 190–193.
16. Цыганова, Т.Б. Перспективы использования семян льна и льняной муки / Т.Б. Цыганова, И.Э. Миневич, В.А. Зубцов, Л.Л. Осипова // *Хлебопечение России*. – 2014. – № 4. – С. 18–19.

17. *Transgenic Flax/Linseed (Linum usitatissimum L.) Expectations and Reality / Michaela Ludviková and Miroslav Griga // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2015 (4). – V. 51. – P. 123–141. DOI: 10.17221/104/2015-CJGPB*

18. *Wróbel-Kwiatkowska M., Czemplik M., Kulma A., Żuk M., Kaczmar J., Dyminska L., Hanuza J., Ptak M., Szopa J. New biocomposites based on bioplastic flax fibers and biodegradable polymers // Biotechnology Progress. – 2012. – V. 28. – P. 1336–1346.*

19. *Zanwar A.A., Hegde M.V., Bodhankar*

S.L. Cardioprotective activity of flax lignan concentrate extracted from seeds of Linum usitatissimum in isoprenaline induced myocardial necrosis in rats // Interdisciplinary Toxicology. – 2011. – V. 4. – P. 90–97. DOI: 10.2478/v10102-011-0016-8

20. *Zuk M., Prescha A., Stryczewska M., Szopa J. Engineering flax plants to increase their antioxidant capacity and improve oil composition and stability // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2012. – V. 60. – P. 5003–5012. DOI: 10.1021/jf300421m*

Меренкова Светлана Павловна. Кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), dubininup@mail.ru

Колотов Анатолий Петрович. Кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, Уральский НИИ сельского хозяйства (г. Екатеринбург), ankolotov@yandex.ru

Поступила в редакцию 25 апреля 2017 г.

DOI: 10.14529/food170207

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF FORTIFIED FLOUR CONFECTIONARY PRODUCTS BASED ON THE USE OF LINSEED FLAX DERIVATIVES

S.P. Merenkova¹, A.P. Kolotov²

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

² Ural National Research University of Agriculture, Yekaterinburg, Russian Federation

Biological role of ω -3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) in the human body is to regulate the functioning of endocrine and nervous system; to participate in the formation of cell membranes; to reduce the risk of developing cardio-vascular diseases and antioxidant activity. Alpha-linolenic polyunsaturated fatty acid (PUFA) is the main plant ω -3 fatty acid, contained in the largest amount in the flax seed. In the flax seed, the oil content is 40–54 %, and the ratio of ω -3 and ω -6 fatty acids can vary within a wide range. The composition and amount of lipidic fractions of flax seeds depend on the breed genotype, soil structure, and climate conditions for cultivation. During testing period it has been established that the oil content of seeds that belong to the breeds LM-98, Uralskii and Raciol is 41.5–46.5 %, and that the tested flax breeds significantly differ in the content of PUFA. The ratio of ω -3: ω -6 fatty acids in the seeds of LM-98 is 1:26; in the seeds of Uralskii breed is 3:1; and in the seeds of Czech flax breed Raciol is 1:1.2. Full fat flax flour has been prepared using raw flax seeds. This flour has been used in the “Chainyi” cupcake receipt. The flax flour of L-98 breed has been used in the concentrations: 20, 30 and 40 %; the flour made of Uralskii and Raciol seeds has been added in the amount of 5, 10 and 15 %. According to SanPiN 2.3.2.2804-10 (Sanitary Regulations and Standards), the specified levels of food enrichment must be not less than 15 % and not more than 50 % of the norm of physiological need (in 100 g of a product) in an average daily ration. According to the norms of physiological nutrition, adults need about 1.2 g of omega-3 fatty acids per day. The addition of the flour prepared of the LM-98 flax seeds in the “Chainyi” cupcake receipt in the amount of 30 % allows to obtain the food products with good organoleptic properties, meeting the daily needs in ω -3 fatty acids for

16.25 %, which make them belong to nutritional category of food. Flour confectionery products, which contain 5 % of flax flour made of Uralskii seeds, not deviating too much in form, structure, taste and smell, are able to meet the need of adults in omega-3 polyunsaturated fatty acids for 56.67 %. The use of flax flour made of Raciol seeds in the concentrations of 5–10 % considerably improves the organoleptic properties of cupcake samples and allows to meet the need in ω -3 fatty acids for 29.17–58.33 %.

Keywords: linseed flax, flax flour, omega-3 fatty acids, flour confectionery, fortified products, daily needs, organoleptic indicators.

References

1. Vorob'eva I.S., Vorob'eva V.M., Kochetkova A.A. et al. [Specialized Food Products: General and Specific Definitions and Characteristics]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2012, no. 12, pp. 16–18. (in Russ.)
2. *GOST 15052-2014 Keksy. Obshchie tekhnicheskie usloviya. Mezhhgosudarstvennyy standart* [GOST 15052-2014 Cupcakes. General Specifications. Interstate Standard]. Pput into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of November 19, 2014 No. 1660-st.
3. Zaporozhnaya L.I., Gammel' I.V. [Characteristics and Biological Role of Essential Polyunsaturated Fatty Acids]. *Meditsinskiy sovet* [Medical Advice], 2012, no. 1, pp. 134–136. (in Russ.)
4. Zubtsov V.A., Minevich I.E. [Biological and Physicochemical Bases for the Use of Flax Flour For the Development of Bakery Products]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Agricultural Raw Materials], 2011, no. 3, pp. 10–13. (in Russ.)
5. Kolotov A.P., Sinyakova O.V. [Linseed Flax – A Promising Crop for the Sverdlovsk region]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* [Russian Agrofood Policy], 2014, no. 3, pp. 36–38. (in Russ.)
6. Kolotov A.P., Sinyakova O.V. [Influence of the Agrometeorological Conditions of the Crop Season on the Formation of the Crop Capacity of Linseed Flax]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2015, no. 6 (136), pp. 6–9. (in Russ.)
7. Kolotov A.P., Guseva L.V., Sinyakova O.V. [Economic Efficiency of Cultivation of Linseed Flax in the Middle Urals]. *APK Rossii* [Russian Agrofood Policy], 2015, vol. 72, no. 2, pp. 135–140. (in Russ.)
8. Kolotov A.P., Sinyakova O.V., Kiprushkina N.A. [The Results of the Introduction of the Linseed Flax Culture in the Middle Urals]. *APK Rossii* [Russian Agrofood Policy], 2016, vol. 23, no. 2, pp. 282–287. (in Russ.)
9. Kolotov A.P. [Influence of Abiotic Factors on the Formation of the Above-Ground Mass and the Yield of Linseed Flax]. *APK Rossii* [Russian Agrofood Policy], 2016, vol. 23, no. 4, pp. 798–804. (in Russ.)
10. Minevich I.E. *Razrabotka tekhnologicheskikh resheniy pererabotki semyan l'na dlya sozdaniya funktsional'nykh pishchevykh produktov* [Development of the Technological Solutions for Processing Flax Seeds For the Creation of Functional Food Products: extended abstract of Cand. Sci. (Eng.) Dissertation]. Moscow, 2009. 27 p.
11. *MR 2.3.1.2432-08 Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii* [MR 2.3.1.2432-08 Norms of Physiological Needs for Energy and Food Substances for Various Populations of the Russian Federation].
12. Pashchenko L.P., Prokhorova A.S., Kobtseva Ya.Yu., Nikitin I.A. [Characteristics of Flax Seeds and Their Use in Food Production]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Agricultural Raw Materials], 2004, no. 7, pp. 56–57. (in Russ.)
13. Pavlov A.V. *Sbornik retseptur muchnykh konditerskikh i bulochnykh izdeliy dlya predpriyatiy obshchestvennogo pitaniya* [Collection of Recipes for Flour Confectionery and Bakery Products for Public Catering Enterprises]. St. Petersburg, 1998. 300 p.
14. Machikhina L.I., Meleshkina E.P., Priezzheva L.G. et al. [Creation of Manufacturing Technology of New Food Products Made of Flax Seeds]. *Khleboprodukty* [Cereal products], 2012, no. 6, pp. 54–58. (in Russ.)
15. Sulimma Ya.V. [Development of the Recipe for Bakery Products Using Flax Flour]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2011, no. 4, pp. 190–193. (in Russ.)

16. Tsyganova T.B., Minevich I.E., Zubtsov V.A., Osipova L.L. [Prospects For the Use of Flax Seeds and Flax Flour]. *Khlebopechenie Rossii* [Bakery in Russia], 2014, no. 4, pp. 18–19. (in Russ.)

17. Michaela Ludvíková and Miroslav Griga. Transgenic Flax/Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Expectations and Reality. *Czech J. Genet. Plant Breed*, 51, 2015 (4), pp. 123–141. DOI: 10.17221/104/2015-CJGPB

18. Wróbel-Kwiatkowska M., Czemplik M., Kulma A., Żuk M., Kaczmar J., Dyminska L., Hanuza J., Ptak M., Szopa J. New biocomposites based on bioplastic flax fibers and biodegradable polymers. *Biotechnology Progress*, 2012, 28, pp. 1336–1346.

19. Zanzwar A.A., Hegde M.V., Bodhankar S.L. Cardioprotective activity of flax lignan concentrate extracted from seeds of *Linum usitatissimum* in isoprenaline induced myocardial necrosis in rats. *Interdisciplinary Toxicology*, 2011, 4, pp. 90–97. DOI: 10.2478/v10102-011-0016-8

20. Żuk M., Prescha A., Stryczewska M., Szopa J. Engineering flax plants to increase their antioxidant capacity and improve oil composition and stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2012, 60, pp. 5003–5012. DOI: 10.1021/jf300421m

Svetlana P. Merenkova. Candidate of Sciences (Veterinary), Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University (Chelyabinsk), dubininup@mail.ru

Anatolii P. Kolotov. Candidate of Sciences (Agriculture), Deputy Director for Science, Ural National Research University of Agriculture (Yekaterinburg), ankolotov@yandex.ru

Received 25 April 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Меренкова, С.П. Разработка технологии обогащенных мучных кондитерских изделий на основе использования продуктов переработки семян льна масличного / С.П. Меренкова, А.П. Колотов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 2. – С. 49–59. DOI: 10.14529/food170207

FOR CITATION

Merenkova S.P., Kolotov A.P. Development of the Technology of Fortified Flour Confectionary Products Based on the Use of Linseed Flax Derivatives. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2017, vol. 5, no. 2, pp. 49–59. (in Russ.) DOI: 10.14529/food170207