УДК 664.346.4

Л.В. Терещук, А.С. Мамонтов, К.В. Краева, М.А. Субботина

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ЖИРОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ СПРЕДОВ

Представлены материалы о влиянии липидного комплекса жиров и масел на организм человека и их роль в физиологии питания. Рассмотрены вопросы нарушения пищевого статуса при потреблении жиров: избыточного потребления насыщенных жиров, трансизомеров жирных кислот и холестерина, дефицита полиненасыщенных жирных кислот и фосфолипидов. Представлены сведения о маслах и жирах в современной структуре питания. Рассмотрены аспекты создания сбалансированных жировых композиций с учетом норм физиологических потребностей современного человека в липидах и их структурных компонентах. Осуществлен сравнительный анализ жирнокислотного состава молочного жира, а также природных масел различных жирнокислотных групп и модифицированных жиров. Осуществлено комбинирование молочного жира с растительными маслами и жирами различных жирнокислотных групп, что позволило приблизить жирнокислотный состав создаваемого продукта к «гипотетически идеальному жиру». Содержание полиненасыщенных жирных кислот в разработанных композициях соответствует формуле «гипотетически идеального жира» и составляет от 10 до 15 %, при этом соотношение между ω6/ω3 жирными кислотами составляет 10:1, что соответствует норме потребности здорового человека. При корректировке оптимального соотношения молочный жир : растительное масло были учтены не только медико-биологические требования по потреблению той или иной эссенциальной кислоты, но и структурно-реологические характеристики вырабатываемого продукта. Представлены данные по конструированию жировых основ из молочного жира, природных и модифицированных растительных масел и жиров, обеспечивающих заданные потребительские свойства функциональных молочно-жировых продуктов.

Потребление жиров, пищевой статус, насыщенные, мононенасыщенные, полиненасыщенные жирные кислоты, сбалансированные жировые композиции, конструирование жировых основ.

Введение

Разработка новых технологий в пищевой промышленности и создание широкой гаммы качественно новых продуктов с направленным изменением химического состава и свойств является важным направлением современной нутрициологии, способствующим улучшению питания населения и сохранению здоровья [4].

Среди основных положений при проектировании состава сбалансированных продуктов указывается на необходимость целенаправленного изменения жирнокислотного состава липидной фракции с целью максимального приближения ее к оптимальному соотношению между насыщенными, мононенасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами.

В концепции развития ассортимента сливочно-растительных спредов выделяется ряд направлений, приоритетными из которых являются: направленное регулирование жирнокислотного состава продукта посредством внесения в рецептуру растительных масел или композиций немолочных жиров; снижение калорийности за счет изменения соотношения между жиром и нежировыми компонентами в пользу последних; допустимость и целесообразность использования улучшителей качества жировых основ, в том числе стабилизаторов структуры, антиокислителей и других, основные принципы выбора которых в первую очередь ориентированы на функциональные ингредиенты.

Комбинирование молочного жира и растительных масел обеспечивает потенциальную возможность взаимного обогащения входящих в состав этих продуктов ингредиентов по одному или нескольким эссенциальным факторам и позволяет создавать продукты сбалансированного состава, в том числе специально разработанных целевых разновидностей.

Таким образом, оптимизация состава и свойств с целью создания продуктов, наиболее полно соответствующих формуле сбалансированного питания, предопределяет направления разработки новых технологий. Проектирование состава продуктов и рационов с учётом требований сбалансированности по жирнокислотному, аминокислотному, минеральному и витаминному составу является предметом приоритетных научных исследований и практических разработок [4].

Биологическая эффективность липидов определяется, с одной стороны, структурными характеристиками жирных кислот, с другой – их соотношением и содержанием в жирах различных по своей природе и функциональной направленности компонентов.

Особая роль в составе жира принадлежит эссенциальным полиненасыщенным жирным кислотам – линолевой $C_{18:2}$, линоленовой $C1_{8:3}$ и арахидоновой $C_{20:4}$. Эти жирные кислоты, как и некоторые аминокислоты белков, относятся к незаменимым, не синтезируемым в организме, и потребность в них может быть удовлетворена только за счет пищи. Арахидоновая кислота синтезируется из линолевой при участии пиридоксина (витамина B_6), а также токоферолов. При этом токоферол не только содействует превращению линолевой кислоты в арахидоновую, но и активизирует её. Эти высоконепредельные полиненасыщенные жирные кислоты относятся по своим биологическим свойствам к жизненно необходимым нутриентам, в связи с чем их позиционируют как комплекс витамина F [4].

Наиболее важным биологическим свойством полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) является их участие в качестве структурных элементов в высокоактивных биологических комплексах, таких как фосфолипиды, липопротеиды и другие ПНЖК – необходимый элемент в образовании миелиновых оболочек соединительной ткани. Из арахидоновой кислоты в организме синтезируются простагландины – гормоноподобные органические соединения, которые участвуют в регулировании внутриклеточного обмена, кровяного давления, агрегации тромбоцитов, оказывают воздействие на гладкую мускулатуру и жизненно важные секреторные функции [8]. Установлена связь ПНЖК с обменом холестерина, выражающаяся в способности повышать его выведение из организма путем перевода в лабильные, легко растворимые формы, тем самым предупреждая и ослабляя атеросклероз. Считают, что при отсутствии или недостатке ПНЖК холестерин образует с насыщенными кислотами сложные эфиры, трудно окисляющиеся при обмене веществ, которые, вследствие химической стойкости, накапливаются в крови и откладываются на стенках артерий. Эссенциальные кислоты при их достаточном количестве образуют с холестерином сложные эфиры, которые при обмене веществ окисляются до низкомолекулярных веществ и легко выводятся из организма [2,10].

В связи с этим возникает необходимость увеличения в рационе ПНЖК для предупреждения сердечно-сосудистых и других заболеваний. Кроме этого ПНЖК повышают устойчивость организма к инфекционным заболеваниям. Это действие выражается в угнетении жизнедеятельности болезнетворных микроорганизмов вследствие внедрения этих кислот в клетки бактерий и вытеснения бактериальных липидов.

ПНЖК оказывают нормализующее действие на стенки кровеносных сосудов, повышают их эластичность, снижают проницаемость, участвуют в обмене витаминов группы В (пиридоксина, тиамина) и холина, который в условиях недостаточности ПНЖК снижает или полностью теряет свои липотропные свойства. Получены данные о стимулирующей роли ПНЖК на защитные механизмы организма, в частности, повышении устойчивости к инфекционным заболеваниям и действию γ-радиации. Все эти функции выполняют только цисизомеры ПНЖК.

Среди продуктов питания наиболее богаты ПНЖК растительные масла, содержание в них линолевой кислоты достигает 50–60 %, значительно меньше ее в спредах – до 20 %, крайне мало до 3–5 % в животных жирах [2, 4].

Рекомендуемое соотношение ω6/ω3 составляет в рационе здорового человека 10:1, для лечебного питания от 3:1 до 5:1 [5].

Наряду с большим количеством работ, подтверждающих положительное влияние ПНЖК на организм человека, и в первую очередь их антисклеротическую направленность, имеются исследования, показывающие и отрицательное воздействие на организм рационов, весь жировой комплекс которых представлен исключительно растительным маслом. Избыточное поступление в организм линолевой кислоты нежелательно, что связано с ее высокой окисляемостью и способностью образовывать свободные радикалы, тормозящей нормальное протекание обменных процессов в организме [6].

Ни один из жиров, взятый в отдельности, не может полностью обеспечить потребность организма в пищевых веществах. Животные жиры, в том числе молочный жир, содержат витамины А и Д, а также лецитин, обладающий липотропным действием. Однако в них мало незаменимых ПНЖК и присутствует холестерин. Растительные масла содержат достаточное количество ПНЖК и токоферолы (витамин Е). В них отмечено наличие β-ситостерина, способствующего нормализации холестеринового обмена в организме, и незначительное содержание витаминов А и Д.

Представленная выше характеристика основных компонентов жиров свидетельствует, что животные и растительные жиры в равной степени необходимы человеку, в связи с чем вопрос создания биологически полноценных комбинированных жировых продуктов представляется актуальным и практически значимым.

Оптимальной в биологическом отношении формулой сбалансированности жирных кислот может служить следующие соотношение: 10–20 % – полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), 30–40 % – насыщенных жирных кислот (НЖК) и 50–60 % – мононенасыщенных кислот (МНЖК). В среднем это обеспечивается при соотношении в рационе 50 % животных и 50 % растительных жиров.

Приведённые соотношения между липидными фракциями существенно зависят от целевого назначения разрабатываемой жировой композиции и могут изменяться в определенном диапазоне.

Цель и задачи исследования

Целью работы является исследование влияния соотношения молочного жира, природных и модифицированных масел и жиров в составе жировых основ эмульсионных продуктов на показатели качества готового продукта.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: изучение, анализ и систематизация научно-технической литературы по теме исследования; изучение и сравнительная оценка физико-химических показателей пальмового масла и продуктов его фракционирования, определение содержания твердых триглицеридов, температуры плавления, твердости продуктов фракционирования пальмового масла; изучение влияния структурно-реологических показателей продуктов фракционирования пальмового масла на технологические характеристики жировых основ спредов.

Объект и методы исследования

При выполнении работы в соответствии с поставленными задачами исследований использовали общепринятые и оригинальные методы исследований. Все исследования проводились в 3–4-кратной повторности и обрабатывались статистически. В экспериментальной части приведены средние значения показателей.

Были проведены исследования физико-химических, органолептических и структурно-реологических показателей природных и модифицированных жиров и масел и молочного жира. Также объек-

том исследования являлись образцы полученных жировых композиций.

Отбор и подготовку проб жирового сырья проводили согласно требованиям ИСО 5555-91 «Масла и жиры животные и растительные. Отбор проб» и ИСО 661-89 «Масла и жиры животные и растительные. Подготовка испытуемой пробы».

Жирнокислотный состав масел и жиров определяли методом газожидкостной хроматографии. Определению жирнокислотного состава предшествует перевод жирных кислот в метиловые эфиры. Полученные хроматограммы метиловых эфиров жирных кислот идентифицировали и рассчитывали количественное содержание жирных кислот по площадям пиков в процентах, используя стандартную методику.

Определение содержания твердых триглицеридов в жирах проводили на спектрометре JBM PC/20 Series NMR Analyzer (Minispec) согласно ГОСТ Р 53158-2008 и ИСО 8292:2008. Метод ЯМР определяет процентное содержание твердых триглицеридов в образце жира при определенной температуре. Метод ЯМР обеспечивает возможность оценки массовой доли ТТГ с высокой точностью и воспроизводимостью получаемых данных и минимальной длительностью измерений.

Твердость (текстуру) жиров и жировых основ определяли на анализаторе текстуры «LFRA BROOKFELD», предназначенном для исследования реологических характеристик свойств твердых веществ, вязких жидкостей, порошков и гранулированных материалов.

Режим: Normal (измерение силы при сжатии)
Скорость: 2 мм/с
Расстояние: 10 мм
Триггер: 4 г
Зонд: Brookfield TA 15–45º Perspex конический

Метод основан на измерении нагрузки, вызывающей деформацию образца испытуемого продукта в стандартных условиях. Испытания проводятся путем однократных либо циклических воздействий на испытуемый образец путем сжатия или растяжения. В ходе теста в каждый момент времени измеряется усилие, которое необходимо приложить для деформации, вплоть до заданного момента окончания теста. Полученные зависимости позволяют оценить твердость, эластичность, прочность, вязкость, текучесть, консистенцию, адгезию и другие реологические параметры образцов.

Результаты исследования и их обсуждение

Нами использован метод оптимизации состава и свойств жировых основ спредов посредством смешения молочного жира с немолочными жирами различных жирнокислотных групп. Исследования по изучению химического состава и физико-химических свойств пищевых жиров и липокомплекса молочных продуктов позволили теоретически обосновать возможность использования жиров немолочного происхождения в производстве жиросодержащих молочных продуктов с частичной заменой молочного жира растительными маслами, модифицированными жирами или их смесями с учетом формулы сбалансированности жирнокислотного состава. Этот метод доступен и удобен для использования в производственных условиях.

На первом этапе был осуществлен анализ жирнокислотного состава природных и модифицированных жиров и масел, а также молочного жира (табл. 1).

Таблица 1

Жирнокислотный состав жиров и масел

Продукт	Жирные кислоты		
	насыщенные	мононенасыщенные	полиненасыщенные
Молочный жир	67,7	28,6	3,7
Подсолнечное масло	10,1	26,8	63,1
Соевое масло	14,7	20,9	61,2
Рапсовое масло низкоэруковое	7,0	59,1	33,9
Рапсовое масло высокоэруковое	3,1	73,4	23,5
Оливковое масло	12,5	70,9	16,6
Пальмовое масло	50,0	39,0	11,0
Гидрированный жир	13,0	82,0	5,0
Переэтерифицированный жир	27,0	50,0	23,0
Пальмовый олеин	35	53,5	11,5

Представленные данные позволяют сделать вывод, что в природе не имеется жиров и масел, которые полностью отвечают требованиям «гипотетически идеального жира». Жидкие растительные масла богаты полиненасыщенными жирными кислотами, при этом в их составе недостаёт насыщенных жирных кислот, количество которых в молочном жире достаточно велико. Таким образом, проблема создания новых видов жировых продуктов с использованием композиций молочного жира с растительными маслами и жирами является актуальной.

Исследования по повышению пищевой и биологической ценности молочного жира стали основой создания новой группы продуктов – спредов с модифицированной жировой фазой, включающей молочный и композиции немолочных жиров. Подбор компонентов жировой фазы должен осуществляться

в соответствии с научными принципами, основу которых составляет требование о сохранении пищевой ценности молочных продуктов и их органолептических показателей с возможной коррекцией негативных свойств молочного жира. Рациональное комбинирование нескольких источников липидов имеет значение с экономической точки зрения, так как позволяет предприятиям минимизировать затраты на сырье и снизить зависимость производства от сезонных колебаний поступления молока.

Таким образом, комбинирование молочного жира с растительными маслами и жирами той или иной группы дает возможность приблизить жирнокислотный состав создаваемого продукта к «гипотетически идеальному жиру». При корректировке оптимального соотношения молочный жир : растительное масло, важно учитывать не только структурно-реологические характеристики вырабатываемого продукта, но и медико-биологические требования по потреблению той или иной эссенциальной кислоты.

Известно, что гидрированные жиры обладают меньшей пищевой и биологической ценностью, чем исходные растительные масла. Во время гидрирования возможна цис-транс-изомеризация ненасыщенных жирных кислот, в результате линолевая и линоленовая кислоты становятся физиологически неактивными. Если транс-цис или цис-транс-линолевая кислота имеет пониженную биологическую активность, то транс-транс - линолевая совсем теряет ее и не превращается в арахидоновую, что может нарушить структуру биомембран и синтез простагландинов.

Исходя из вышеизложенного, нами предпринята попытка моделирования липидной составляющей жировых основ, которая по своему жирнокислотному составу была бы максимально приближена к «гипотетически идеальному жиру», характеризующегося следующим жирнокислотным составом: 30 % – насыщенных жирных кислот; 60 % – мононенасыщенных; 10 % – полиненасыщенных. При этом учитывается не только количественный, но и качественный состав жирных кислот. Обязательным ориентиром при конструировании жировой основы является содержание трансизомеризованных кислот.

Как показала практика, проектирование бинарных и многокомпонентных композиций с целью регулирования их жирнокислотного состава целесообразно проводить в два этапа: определение оптимальных соотношений ингредиентов и оценка эффективности липидной составляющей спроектированной композиции.

На первом этапе практических разработок в качестве сырьевых компонентов при проектировании жировых основ с целью оптимизации их жирнокислотного состава рассмотрены бинарные композиции, состоящие из молочного жира и жидких растительных масел различных жирнокислотных групп.

В табл. 2 представлены физико-химические показатели жировых основ, состоящих из молочного жира и жидких растительных масел. В композиции использованы масла различных жирнокислотных групп – линолево-линоленовой (соевое масло), линолево-олеиновой (подсолнечное масло), олеопальмитиновой (оливковое масло), эруковой (рапсовое масло). Доля растительного масла в бинарной композиции варьировалась в пределах от 5 до 25 %. Изменение количественного соотношения молочный жир: растительное масло существенно изменяет характеристики жировых основ, что в конечном итоге определяет назначение и область применения вырабатываемых продуктов. Внесение в композицию 20–25 % растительного масла, позволяет получить жировую основу, характеризующуюся достаточно мягкой консистенцией и имеющую твердость от 25–42 г/см, в зависимости от используемого масла. Наивысшее значение твердости имеет основа, в которой использовались частично гидрированные масла. Снижение доли растительного масла до 5–10 % позволяет получить продукт плотной консистенции с твердостью 80–98 г/см. Наилучшие качественные характеристики имеют композиции молочного жира с маслами – подсолнечным, рапсовым и частично гидрированными растительными маслами.

Таблица 2

Физико-химические показатели жировых основ
из молочного жира и жидких растительных масел

Доля молочного жира, %	Доля растительного масла, %	Показатели жировой основы комбинированного масла				
		температура плавления, ºС	твердость, г/см	жирнокислотный состав		
				НЖК	МНЖК	ПНЖК
С подсолнечным маслом						
95	5	30,9	93	64,9	28,5	6,6
90	10	29,8	77	62,1	28,3	9,6
85	15	28,7	61	59,3	28,1	12,6
80	20	27,6	45	56,5	27,9	15,6
75	25	26,5	30	53,7	27,8	18,5

Окончание табл. 2

Доля молочного жира, %	Доля растительного масла,%	Показатели жировой основы комбинированного масла				
		температура плавления, °С	Твердость, г/см	жирнокислотный состав		
				НЖК	МНЖК	ПНЖК
С рапсовым маслом						
95	5	31,2	96	64,6	30,2	5,2
90	10	30,2	81	61,6	31,7	6,7
85	15	29,4	67	58,6	33,2	8,2
80	20	28,6	52	55,5	34,8	9,7
75	25	27,8	37	52,5	36,3	11,2
С соевым маслом						
95	5	30,8	90	65,1	28,2	6,7
90	10	29,6	74	62,4	27,8	9,8
85	15	28,4	57	59,7	27,5	12,8
80	20	27,2	41	57,1	27,1	15,8
75	25	26,0	25	54,4	26,9	18,7
С оливковым маслом						
95	5	31,2	96	64,5	31,2	4,3
90	10	30,4	82	62,2	32,8	5,0
85	15	29,6	68	59,4	35,0	5,6
80	20	28,7	53	56,6	37,1	6,3
75	25	28,1	39	53,9	39,2	6,9

Анализ физико-химических показателей жировой основы, состоящей из композиции молочного жира и жидкого растительного масла, показывает невозможность получения продукта сбалансированного состава, имеющего требуемые температуру плавления и твердость, указанные в табл. 3.

Внесение растительного масла в количестве 10–15 % позволяет приблизить жирнокислотный состав продукта к гипотетически идеальному только по одному набору кислот – полиненасыщенных, в то время как содержание насыщенных и мононенасыщенных кислот изменяется незначительно.

Таким образом, бинарные жировые композиции не обеспечивают желаемую квоту соотношений контролируемых выходных данных и не позволяют спроектировать продукт с необходимым спектром показателей, заданного состава и качества.

Данное обстоятельство предполагает необходимость разработки жировой композиции, учитывающий два аспекта (сырьевой и технологический) и предусматривающий разумный компромисс при проектировании комбинированной жировой основы.

На следующем этапе проведено исследование по конструированию жировых основ, состоящих из молочного жира и твердых природных, а также модифицированных растительных жиров и масел.

Основными составляющими комбинированных жировых фаз являются молочный жир, природные и модифицированные растительные масла и жиры, физико-химические и реологические характеристики которых непосредственно предопределяют свойства готового продукта. Варьируя соотношения жировых компонентов, возможно получить широкий спектр комбинированных жировых фаз с необходимыми свойствами.

В мировой практике исследован и разработан широкий ассортимент молочных продуктов с использованием отверждённых модифицированных жиров, полученных в процессе гидрирования, переэтерификации, фракционирования. Разработка и освоение выпуска продуктов с комбинированной жировой фазой, с одной стороны, способствуют реализации требований сбалансированности питания по жирнокислотному составу, с другой – имеет перспективу с позиции снижения ресурсоемкости производства. Весьма важным является проведение исследований по изучению состава и свойств природных и модифицированных жиров и масел.

Учитывая требования по ограничению содержания трансизомеров в жировых продуктах, при исследовании жирнокислотного состава модифицированных жиров необходимо количественное определение жирных кислот, имеющих трансконфигурацию. Это является принципиальным при установлении регламентируемого количества гидрированного жирового сырья, используемого в рецептурной композиции комбинированных продуктов.

Таким образом, массовая доля трансизомеризованных жирных кислот в исходных сырьевых компонентах (гидрированных, гидропереэтерифицированных и переэтерифицированных жирах) определяет особенности конструирования жировой основы, при этом важно учитывать медико-биологические требования по содержанию составляющих липокомплекса в готовом продукте.

При подборе составляющих жировой фазы необходимо проводить комплексную оценку состава и свойств каждого из сырьевых компонентов, определяющих качество вырабатываемых комбинированных продуктов.

При конструировании жировой основы необходимо выделить два аспекта: первый направлен на решение проблемы создания сбалансированной по пищевой и биологической ценности продукции, в том числе для профилактического и диетического питания. Второй – технологический, позволяющий при изменении количественного соотношения жирового набора вырабатывать продукт с требуемыми структурно-реологическими показателями, заданного состава и свойств, с учётом назначения и специфики использования.

Важными физико-химическими показателями жировой основы являются: температура плавления, твердость и содержание твердой фазы в определенном интервале температур.

Температура плавления жировой фазы определяет легкоплавкость продукта, которая характеризуется полнотой расплавления жира при температуре тела человека. Этот показатель должен находиться в интервале температур до 36 ºС. Применение в жировой композиции высокоплавких жиров не расплавляющихся при температуре 35–36 ºС, ухудшает качественные показатели готового продукта, придавая ему салистый вкус [4].

Твердость жировой основы, определяемая при 15 ºС, корректируется содержанием твердой фазы и характеризует одно из важнейших свойств твердых жиров и масел – способность приобретать необходимую структуру при данной температуре. Чем выше содержание твердой фракции в данном жире, тем выше его твердость. При содержании твёрдой фракции 30, 40, 50 % твёрдость жировой основы составляет соответственно 75, 200, 300 г/см.

Содержание твердой фазы в интервале температур от 5 до 35 ºС определяет пластичность жировой продукции, которая характеризует способность жира под влиянием механического воздействия изменять форму без разрыва сплошности, т.е. способность сохранять форму после снятия напряжения. Жир с хорошей пластичностью не меняет в широком температурном интервале соотношения содержания твердых и жидких глицеридов. Высокие упругопластические свойства сливочного масла определяются составом его твердой фракции, которая неоднородна и переходит в жидкое состояние в широком интервале температур. В связи с этим сливочное масло легко деформируется при механическом воздействии.

Для диетического питания лиц с нарушениями липидного обмена жировые основы, как правило, содержат повышенное количество натурального растительного масла, при этом содержание линолевой кислоты составляет до 20 % от общего содержания жирных кислот. Жировые основы с повышенным содержанием глицеридов линолевой кислоты имеют пониженную твердость (30–50 г/см).

Вместе с тем внесение в жировую фазу большого количества жидких растительных масел снижает стойкость жиров к окислению. В связи с этим необходимо уделять особое внимание подбору эффективных композиций антиокислителей, определяющих стабильность жировой фазы продукта в процессе хранения.

Проводя комплексную оценку каждого из сырьевых факторов, следует отметить, что при конструировании жировой основы необходимо учитывать качество, состав и свойства каждого составляющего ингредиента.

Отличительной особенностью переэтерифицированных жиров является высокая пластичность и способность кристаллизоваться в устойчивой мелкокристаллической полиморфной форме. Внесение таких жиров в жировую основу существенно улучшает структурно-механические свойства готовых сливочно-растительных спредов, позволяет получать разнообразную продукцию из ограниченного ассортимента жирового сырья.

Варьирование доли жидкого растительного масла оказывает существенное влияние на консистенцию жировой фазы, изменяя её от плотной до пластичной и мягкой. При этом количественное соотношение твердых жиров и жидких растительных масел не только влияет на структуру и консистенцию готового продукта, но и определяет эссенциальный фактор и степень сбалансированности жировой композиции.

Таким образом, важнейшие качественные показатели – температура плавления, содержание твердого жира, твердость определяются кристаллической структурой жировой основы, формирование которой обусловливает ряд взаимосвязанных факторов, определяющим из которых является химический состав рецептурной композиции, и в частности содержание насыщенных и ненасыщенных кислот.

В табл. 3 представлены состав и свойства жировых основ с использованием различных композиций молочного жира с природными и модифицированными маслами и жирами [4].

Анализ представленных композиций показывает, что на изменение структурно-реологических показателей в жировых моделях: молочный жир : переэтерифицированный жир : жидкое растительное масло; молочный жир : пальмовое масло : жидкое растительное, оказывает влияние массовая доля растительного масла, в связи с тем, что значения показателей твердости, температуры плавления, содержания твердых глицеридов для молочного, переэтерифицированного жиров и пальмового масла находятся в одном диапазоне и практически совпадают.

В связи с этим в данном блоке исследований изучали жировую систему: молочный жир : переэтерифицированный жир : пальмовый олеин.

Таблица 3

Жировые композиции с использованием молочного жира, растительных масел и модифицированных жиров

Компоненты жировой фазы	Количество компонентов	Температура плавления, °С	Твердость, г/см	Жирнокислотный состав, %			Содержание транс-изомеров, %
				НЖК	МНЖК	ПНЖК	
Молочный жир Пальмовое масло Подсолнечное масло	50 30 20	30,0	59	51,2	36,7	12,1	3,6
Молочный жир Пальмовое масло Рапсовое масло	30 50 20	30,7	61	47,0	39,7	13,3	1,2
Молочный жир Пальмовый олеин Переэтерифицированный жир	50 20 30	28,9	96	48,8	39,7	11,5	6,5
Молочный жир Пальмовый олеин Подсолнечное масло	50 40 10	28,6	65	48,9	37,4	13,7	2,0
Молочный жир Гидрированный жир Пальмовый олеин	20 23 57	29,2	86	36,4	53,6	10,0	7,7
Молочный жир Переэтерифицированный жир Пальмовый олеин	20 30 50	28,5	70	38,6	46,8	14,6	5,3
Молочный жир Переэтерифицированный жир	85 15	31	115	59,1	28,4	12,5	3,2
Молочный жир Переэтерифицированный жир Подсолнечное масло	50 45 5	30,9	97	46,5	38,3	15,2	2,1

Анализ результатов проведенных исследований позволил спроектировать многокомпонентные жировые основы с составом, соответствующим медико-биологическим требованиям. Количество насыщенных кислот, содержащихся в жировой композиции, составляет от 36 до 59 %, при этом на долю насыщенных жирных кислот со средней длиной углеродной цепи – каприловую $C_{8:0}$, каприновую $C_{10:2}$, лауриновую $C_{12:0}$ и миристиновую $C_{14:0}$ приходится от 20 до 35 %.

Эти жирные кислоты в достаточном количестве присутствуют только в молочном жире. Поступив в организм, они не депонируются, а подвергаются β-окислению. Превращение среднецепочечных жирных кислот оказывает выраженное влияние на биосинтез экзогенных жирных кислот и холестерина. Указанные особенности метаболизации среднецепочечных жирных кислот послужили основанием для использования их при конструировании жировых основ спредов. Содержание их в обычных рационах также не может не учитываться при оценке биологических качеств жирового компонента пищи.

Присутствие мононенасыщенных жирных кислот (до 55 %) повышает стойкость жировой фазы к окислению [2]. При этом содержание трансизомеров олеиновой кислоты в рецептурной композиции регламентируется и не превышает 8 %. Трансизомеризованные жирные кислоты менее подвержены окислению, чем цис-формы, тем самым повышают устойчивость к окислению полученных жировых композиций.

Содержание полиненасыщенных жирных кислот в разработанных композициях соответствует формуле «гипотетически идеального жира» и составляет от 10 до 15 %, при этом соотношение между ω6/ω3 жирными кислотами составляет 10:1, что соответствует норме потребности здорового человека.

Реализация принципа сбалансированности в соотношении между насыщенными, мононенасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами позволила спроектировать рецептуры жировых фаз с требуемыми структурно-реологическими и физико-химическими показателями.

Данные литературного обзора и комплекс проведенных испытаний по обсуждаемой проблеме позволяет сделать вывод, что производство продуктов с комбинированной жировой фазой может быть предметом дальнейших научных исследований и технологических разработок, направленных на обеспечение здорового питания.

Список литературы

1. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л.В. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 396 с.

2. Каменских, А.В. Исследование и разработка технологии сливочно-растительного спреда функционального назначения: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04: защищена 29.04.2008 / Каменских А.В. ; КемТИПП. – Кемерово, 2008. – 157 с.

3. Экспертиза масел, жиров и продуктов их переработки. Качество и безопасность / Е.П. Корнена, С.А. Калманович, Е.В. Мартовщук и др.; под общ. ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во. – 2007. – 272 с.

4. МР 2.3.1.2432- 08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации: утв. Роспотребнадзором 18.12.2008. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200076084 (дата обращения: 07.06.2014).

5. Савельев, И.Д. Разработка и исследование технологии функционального сливочно-растительного спреда с использованием эмульгаторов комплексных свойств: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 защищена: 20.01.11 / Савельев И.Д.; КемТИПП. – Кемерово, 2010. – 156 с.

6. Терещук, Л.В. Теоретические и экспериментальные исследования по созданию комбинированных масел из молочно-растительного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04: защищена 26.02.2002 / Терещук Л.В. – Кемерово, 2002. – 438 с.

7. Тутельян, В.А. Государственная политика здорового питания населения: задачи и пути реализации на региональном уровне: руководство для врачей / под ред. В.А. Тутельяна, Г.Г. Онищенко. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 288 с.

8. Tereshchuk, L.V. Aspects of production of functional emulsion foods / L.V. Tereshchuk, K.V. Starovoitova // Food and Raw Materials. – 2013. – № 2. – P. 67–75.

9. Tereshchuk, L. Theoretical and Practical Aspects of the Development of a Balanced Lipid Complex of Fat Compositions / L. Tereshchuk // Food and Raw Materials. – 2014. – № 2. – P. 59–67.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел/факс: (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

L.V. Tereshchuk, A.S. Mamontov, K.V. Kraeva, M.A. Subbotina

FORMULA OPTIMIZATION OF SPREAD FAT COMPOSITIONS

The effect of a lipid complex of fats and oils on a human organism and their role in physiology of nutrition are reviewed in the paper. Aspects of impairment of the nutritional status upon fat consumption, in particular, the excess consumption of saturated fats, trans-isomers of fatty acids, and cholesterol as well as the deficiency of polyunsaturated fatty acids and phospholipids, are discussed. The data on oil and fat in modern structure of nutrition are described. Aspects of the development of balanced fat compositions, taking into account norms of physiological requirements of modern people in lipids and their structural components, are reviewed. The comparative analysis of fatty-acid composition of milk fat, and of natural oils that belong to different fatty-acid groups and the modified fats is carried out. The combination of milk fat with vegetable oils and fats belonging to different fatty-acid groups made it possible to create a product with fatty-acid composition very close to «hypothetically ideal fat». The content of poly-nonsaturated fatty acids in the developed compositions corresponds to a formula of «hypothetically ideal fat» and makes 10–15 %, thus, the ratio between ω6/ω3 fatty acids makes 10:1 that meets a standard requirement of a healthy person. When correcting an optimum milk fat/ vegetable oilratio, we considered not only medical and biological requirements for consumption of this or that essential acid, but also texture and rheological characteristics of the developed product. The data on the construction of fat bases from milk fat, natural, and modified vegetable oils and fats that provide predetermined consumer properties of functional dairy fat products are presented.

Fat consumption, nutritional status, saturated, monounsaturated, polyunsaturated fatty acids; balanced fat composition; fat base construction.

References

1.Ipatova L.G., Kochetkova A.A., Nechaev A.P., Tutel'jan V.A. *Zhirovye produkty dlja zdorovogo pitanija. Sovremennyj vzgljad* [Fatty foods for a healthy diet. The modern view]. Moscow, DeLi print, 2009. 396 p.

2.Kamenskih A.V. *Issledovanie i razrabotka tehnologii slivochno-rastitel'nogo spreda funkcional'nogo naznachenija. Diss. kand. tekhn. nauk* [Research and development of technology creamy vegetable spread functionality. Cand. tech. sci. diss.]. Kemerovo, 2008. 157 p.

3.Kornena E.P., Kalmanovich S.A., Martovshhuk E.V. and other. *Jekspertiza masel, zhirov i produktov ih pererabotki. Kachestvo i bezopasnost'* [Examination of oils, fats and refined products. Quality and safety]. Novosibirsk, Sib. univ. izd-vo, 2007. 272 p.

4.*MR 2. 3. 1. 2432- 08. Normy fiziologicheskih potrebnostej v jenergii i pishhevyh veshhestvah dlja razlichnyh grupp naselenija Rossijskoj Federacii. Utv. Onishhenko G.G. 18.12.08* [Methodical Recommendations. MR 2. 3. 1. 2432- 08. Norms of physiological needs for energy and nutrients for different groups of the population of the Russian Federation. Approved by the Onishhenko G.G. 18.12.08]. Available at: http://docs.cntd.ru/document/1200076084/ (accessed 7 June 2011).

5. Savel'ev I.D. *Razrabotka i issledovanie tehnologii funkcional'nogo slivochno-rastitel'nogo spreda s ispol'zovaniem jemul'gatorov kompleksnyh svojstv.* Diss. kand. tekhn. nauk [Development and research of functional technology creamy vegetable spread with complex properties of emulsifiers. Cand. tech. sci. diss.]. Kemerovo, 2010. 156 p.

6.Tereshhuk L.V. *Teoreticheskie i jeksperimental'nye issledovanija po sozdaniju kombinirovannyh masel iz molochno-rastitel'nogo syr'ja.* Diss. dokt. tekhn. nauk [Theoretical and experimental studies on the establishment of a combined oil milky vegetable raw materials. Dr. tech. sci. diss.]. Kemerovo, 2002. 438 p.

7.Tutel'jan V.A., Onishhenko G.G. *Gosudarstvennaja politika zdorovogo pitanija naselenija: zadachi i puti realizacii na regional'nom urovne: Rukovodstvo dlja vrachej* [State policy of healthy nutrition of the population: Challenges and Strategies at the regional level: a guide for physicians]. Moscow, GJeOTAR-Media, 2009. 288 p.

8.Tereshchuk L.V., Starovoitova K.V. Aspects of production of functional emulsion foods. *Food and Raw Materials*, 2013, vol. 1, no. 2, pp. 67-75.

9. Tereshchuk L. V. Theoretical and Practical Aspects of the Development of a Balanced Lipid Complex of Fat Compositions. *Food and Raw Materials*, 2014, vol. 2, no. 2, pp. 59–67.

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

Дата поступления: 07.10.2014

УДК 633.162:663.43

М.Б. Хоконова, М.А. Устова

КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ И СОЛОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ АГРОТЕХНИКИ

На Северном Кавказе сосредоточено около половины всех посевных площадей ячменя. Производство зерна здесь исторически специализировалось в направлении использования на фуражные цели. Однако для пивоварения важно не столько количество, сколько качество зерна ячменя как сырья для этой отрасли. Данная работа посвящена сравнению параметров густоты посева семян с различным уровнем минерального питания в зависимости от их величины с учетом их влияния на пивоваренные качества зерна ячменя, солода и пивного сусла в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики. Проведенные исследования позволили установить, что как у озимых, так и у яровых сортов увеличение густоты посева с 450 до 550 семян/м^2 сопровождалось незначительным снижением крупности зерна. Экстрактивность заметно выше на фоне NPK у обеих форм ячменя. Определено, что по мере увеличения густоты посева снижалась растворимость белка солода. Она отрицательно коррелирует с содержанием белка в солоде, т.е. по мере повышения густоты посева в солоде содержится больше белка, но степень перехода белка в сусло уменьшается. Установлено, что лучшее качество зерна пивоваренного ячменя и сусла отмечается при густоте стеблестоя 500 семян/м^2 на фоне NPK.

Густота посева, качество, ячмень, солод, пивное сусло.

Введение

Производство пивоваренного ячменя в хозяйствах Кабардино-Балкарской Республики (КБР) выгодно и перспективно, поэтому дальнейшее увеличение площади посева и урожайности имеет важное значение. Как известно, зерно ячменя служит основным сырьем для пивоваренной промышленности. Однако в последние годы, в период перехода к рыночным отношениям, сельхозпредприятия столкнулись с некоторыми трудностями как по производству ячменя, так и по другим культурам.

Качество зерна пивоваренного ячменя зависит от густоты стояния растений, массы 1 тыс. зерен и количества их в колосе. Из этих слагаемых наиболее регулируемым является густота продуктивного стеблестоя, которая в свою очередь во многом зависит от норм высева. Оптимальная густота стояния, а вместе с тем и норма высева определяются и почвенно-климатическими условиями зоны, биологическими особенностями сорта и т.д.

В республике пивоваренные предприятия закупают импортный (например, из Германии) и поставляемый из других регионов солод.

В связи с этим теоретический и практический интерес представляют совершенствование и разработка технологических приемов по возделыванию пивоваренного ячменя, и прежде всего определения оптимальной густоты стояния растений.

Объект и методы исследования

Целью исследования явилось сравнение параметров густоты посева семян в зависимости от их величины, с учетом их влияния на пивоваренные качества зерна ячменя, солода и лабораторного сусла в условиях предгорной зоны КБР.