

ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КУПАЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

А.Н. Никитенко, С.А. Ламоткин, М.И. Леснева, А.В. Стрибуть, В.О. Мартинчик, Г.Н. Ильина, Белорусский государственный технологический университет

Растительные масла представляют собой сложные многокомпонентные системы, которые в зависимости от вида различаются составом жирных кислот, фосфолипидов, каротиноидов, природных антиоксидантов и других физиологически активных соединений [1].

Одним из способов повышения биологической ценности жирового продукта является оптимизация его жирнокислотного состава по содержанию и соотношению полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) [2]. Роль ПНЖК в жизнедеятельности организма определяется участием в качестве структурных элементов биологических мембран клеток в регулировании кровяного давления, обмена веществ, агрегации тромбоцитов. Также ПНЖК влияют на обмен холестерина, стимулируя его окисление и выведение из организма, оказывают действие на стенки кровеносных сосудов, участвуют в метаболизме витаминов группы В, стимулируют защитные механизмы и устойчивость к инфекционным заболеваниям и другим повреждающим факторам. Особенно важной является роль ПНЖК в начале синтеза ряда высокоактивных соединений: простагландинов, тромбоксанов, лейкотриенов, липоксинов, протектинов [3–5].

Научно доказанным фактом считается отрицательное влияние избытка ПНЖК в рационе человека: жирные кислоты семейства арахидоновой кислоты (C20:4, ω -6) подавляют синтез кислоты другого семейства – эйкозапентаеновой (C20:5, ω -3). Кроме того, повышенное содержание жирных кислот увеличивает риск воз-



никновения воспалительных процессов в сосудах, сердечно-сосудистых заболеваний, бронхиальной астмы, аллергических ринитов [6].

Согласно «Требованиям к потреблению пищевых веществ и энергии для различных групп населения Республики Беларусь», содержание ПНЖК в рационе должно составлять 5–10 % от калорийности суточного рациона [7]. ГУ НИИ питания РАМН считает оптимальным в суточном рационе взрослого человека соотношение ω -6 : ω -3 жирных кислот 10:1. В случаях патологии липидного обмена рекомендуемое соотношение данных ПНЖК может быть (3–5):1 [8].

Анализ статуса и особенностей питания современного человека позволяет сделать вывод о том, что в среднем соотношение ω -6 к ω -3 жирных кислот в рационе составляет от 10:1 до 30:1. Таким образом, существует вероятность постоянного дефицита ПНЖК семейства ω -3.

Результаты исследований жирнокислотного состава природных масел на протяжении ряда лет указывают на отсутствие идеального масла, обеспечивающего поступление в организм человека необходимых жирных кислот в нужном количестве и правильном соотношении [9]. Одним из способов решения проблемы нехватки физиологических функциональных ингредиентов в питании человека является создание купажей жированных растительных масел с требуемым соотношением ω -6 и ω -3 жирных кислот [9].

Исследования ряда авторов указывают на то, что наиболее распространены для составления купажей являются подсолнечное, рапсовое и кукурузное масла, в которых отмечено высокое содержание ω -6 жирных кислот [9–11]. Несмотря на специфический вкус, широкое применение в качестве источника ω -3 кислот получили льняное и рыжиковое масла [12, 13].

Поскольку на безопасность пищевых продуктов воздействует ряд технологических параметров (температура, состав среды и др.), целью данной работы было изучение влияния температурного воздействия на окисление купажей растительных масел со сбалансированным жирнокислотным составом в условиях инертной среды и в присутствии кислорода воздуха.

В качестве базовых для составления купажей были использованы масла, произведенные в Республике Беларусь: подсолнечное (рафинированное дезодорированное высшего сорта), кукурузное (рафинированное дезодорированное). Также для создания купажей применяли льняное (нерафинированное высшего сорта), рыжиковое (нерафинированное пищевое) масла с высоким содержанием α -линоленовой кислоты [9].

В растительных маслах и их купажах исследовали:

- жирнокислотный состав методом газо-жидкостной хроматографии

на приборе «Хроматэк Кристалл 5000», оснащенный ПИД-детектором, кварцевой капиллярной колонкой длиной 100 м, диаметром 0,25 мм, с нанесенной фазой – цианопропилфенилполисилоксан, газ-носитель – азот, объем вводимой пробы – 1 мкл по ГОСТ 30418 [14];

- приготовление метиловых эфиров жирных кислот – по ГОСТ 31665 [15]. Начальная температура термостата колонок – 140 °С в течение 4 мин, затем запрограммированный подъем температуры со скоростью 3 °С/мин до 180 °С – изотермический режим на протяжении 40 мин. Далее запрограммированный подъем температуры со скоростью 3 °С/мин до 240 °С – изотермический режим в течение 25 мин. Идентификацию компонентов выполняли с помощью эталонных смесей жирных кислот, по индексам удерживания на основе литературных данных. Количественное определение жирных кислот в исследуемых образцах проводили методом

внутренней нормализации с использованием программного обеспечения Unichrome®;

- органолептические показатели: цвет (в проходящем и отраженном свете на белом фоне), вкус (при 40 °С), запах (при температуре не ниже 50 °С) комиссией в составе четырех обученных дегустаторов по 5-балльной шкале, основываясь на принципах, изложенных в СТБ ИСО 6564, ГОСТ Р 5496 и ГОСТ ISO 11037 [16–18];

- физико-химические показатели: кислотное число – титриметрическим методом по ГОСТ 31933 [19], перекисное число – по СТБ ГОСТ Р 51487 [20].

Для оценки влияния среды на процессы, протекающие при нагревании купажей масел, образцы подвергали активному аэрированию в стеклянных пробирках азотом и кислородом со скоростью 100 см³/мин. Исследование термоокисления купажей проводили при температуре 100 °С в течение 8 ч. Пробы для испытаний

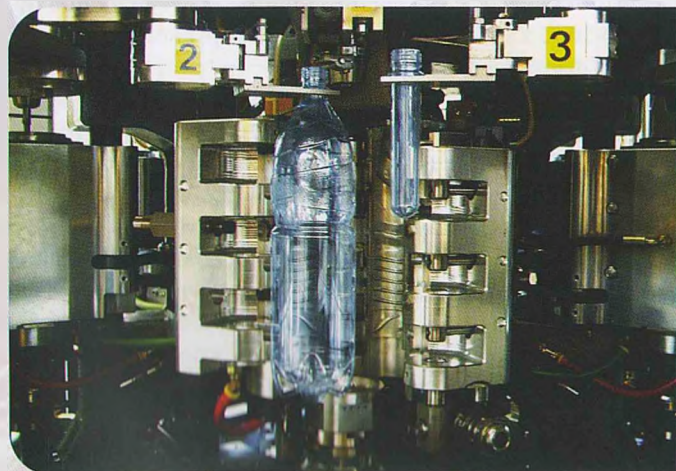


Оборудование линий розлива. Запчасти. Сервисное обслуживание

ООО «Макспол» молодая компания основанная в 2014 году.

Основным направлением деятельности компании являются:

1. Капитальный ремонт автоматов выдува
2. Изготовление и поставка запасных частей к автоматам выдува
3. Разработка дизайна и изготовление пресс-форм облегченных ПЭТ бутылок
4. Изготовление конвейерных систем (воздушные, пластинчатые)
5. Изготовление запасных частей к импортному оборудованию по образцам.



КАЧЕСТВО ВЫПОЛНЯЕМЫХ РАБОТ • КОНКУРЕНТНАЯ СТОИМОСТЬ • УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ СЕРВИСНЫХ ИНЖЕНЕРОВ • ОПЕРАТИВНОСТЬ

352380, Краснодарский край, г. Кропоткин, ул. Московская, д. 273/1
 тел. +7 (988) 380-88-44, +7 (918) 377-08-97, e-mail: maxpol93@bk.ru, www.maxpol23.ru

Таблица 1. Жирнокислотный состав растительных масел и купажей

Наименование жирной кислоты	Содержание жирных кислот, мас. %					
	кукурузное масло	льняное масло	рыжиковое масло	кукурузно-льняной купаж	кукурузно-рыжиковый купаж	подсолнечно-рыжиковый купаж
Гексадекановая (пальмитиновая) C16:0	3,6	5,8	5,6	7,2	5,3	6,0
Октадекановая (стеариновая) C18:0	1,4	2,6	3,3	1,7	2,0	3,0
Октадеценвал (олеиновый) C18:1	34,0	20,0	18,0	30,0	30,4	25,2
Октадекадиеновая (линолевая) C18:2	52,0	22,0	24,0	51,0	49,0	55,0
Октадекатриеновая (линоленовая) C18:3α	3,0	47,0	37,7	5,6	6,9	5,5
Докозеновая кислота (эруковая) C22:1	–	–	2,1	0,1	0,3	0,2
Неидентифицированные соединения	6,0	2,6	9,3	4,4	6,1	4,8
Соотношение ω-6 : ω-3	17:1	1:2,1	1:1,5	9,1:1	7,1:1	10:1



Рис. 1. Профилограмма органолептической оценки запаха купажей растительных масел

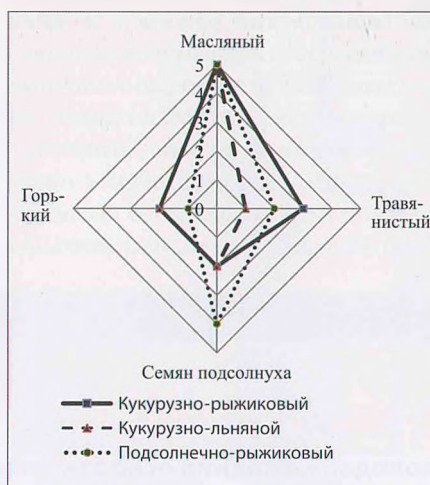


Рис. 2. Профилограмма органолептической оценки вкуса купажей растительных масел

отбирали каждые 2 ч. Такой температурный режим был выбран как наиболее характерный для большинства технологических процессов [1, 2, 9].

С учетом существующих рекомендаций [8] по соотношению ω-6 и ω-3 жирных кислот, перед составлением купажей выполнены исследования жирнокислотного состава растительных масел. Результаты исследований состава жирных кислот приведены в табл. 1.

Как видно из представленных данных (табл. 1), жирнокислотный состав масел в основном представлен пальмитиновой, стеариновой, олеиновой и линолевой кислотами. Результаты газохроматографических исследований показали, что наибольшее количество линолевой кислоты содержится в кукурузном, а линоленовой – в льняном и рыжиковых маслах. Полученные результаты о составе растительных

масел коррелируют с известными литературными сведениями [2]. Однако ни одно из изученных масел не соответствовало рекомендациям [8] по соотношению ω-6 и ω-3 жирных кислот.

Поэтому далее был выполнен расчет состава двухкомпонентных купажей масел. Для этого использовалась методика, учитывающая требуемое соотношение ω-6 к ω-3 ПНЖК исходя из их исходного содержания в маслах [9].

Расчет состава купажей показал, что для достижения оптимального соотношения ПНЖК необходимо обеспечить следующее количество масел в купажах: кукурузное и льняное – 95:5, кукурузное и рыжиковое – 81,4:18,6, подсолнечное и рыжиковое – 86:14. Сравнение количественного содержания растительных масел в купажах с данными

А.Н. Скорюкина и О.В. Табакаевой [12, 13] показало, что соотношения близки.

При составлении купажей смешивание растительных масел выполняли поэтапно, добавляя каждое из них при скорости вращения мешалки не менее 100 об/мин, температуре 35–40 °С в течение 15 мин.

Приведенные в табл. 1 результаты исследования состава жирных кислот триглицеридов купажей растительных масел свидетельствуют о том, что купажирование растительных масел позволило получить образцы с содержанием линолевой и линоленовой кислот на уровне (53±3) мас. % и (6±1) мас. % соответственно, а также обеспечить соотношение ω-6 и ω-3 жирных кислот, удовлетворяющее рекомендуемому (5–10) : 1 для питания человека [8].

Органолептическая оценка составленных купажей показала, что их цвет, вкус, запах соответствовали требованиям, предъявляемым к растительным маслам. Образцы масел были прозрачными, светло-желтого цвета. Результаты оценки запаха и вкуса купажей растительных масел отражены на рис. 1, 2.

Как видно из профилограмм (рис. 1, 2), травянистый аромат был характерен для подсолнечно-рыжикового купажа, в то время как при оценке вкуса данный дескриптор практически не проявлялся. Травянистый оттенок вкуса в слабой степени присутствовал в кукурузно-рыжиковом купаже. Термоокисление купажей при температуре 100 °С в различных средах в течение 8 ч практически не повлияло на изменение органолептических показателей.

Также изменение качества купажей растительных масел после нагревания в среде азота и в присутствии кислорода воздуха оценивали по показателям кислотного и перекисного чисел (рис. 3, 4) и содержанию жирных кислот (табл. 2).

При нагревании купажей растительных масел в инертной среде наиболее интенсивно увеличилось перекисное (рис. 3, а) и кислотное (рис. 3, б) число происходило в подсолнечно-рыжиковом купаже (на 74 и 108 % соответственно),

Таблица 2. Жирнокислотный состав купажей растительных масел после термического окисления (8 ч)

Наименование жирной кислоты	Содержание жирных кислот, мас. %		
	кукурузно-льняной купааж после обработки	кукурузно-рыжиковый купааж после обработки	подсолнечно-рыжиковый купааж после обработки
Гексадекановая (пальмитиновая) C16:0	7,2	5,3	6,0
Октадекановая (стеариновая) C18:0	1,7	2,0	3,0
Октадеценная (олеиновая) C18:1	30,0	30,0	25,0
Октадекадиеновая (линолевая) C18:2	50,0	48,0	55,0
Октадекатриеновая (линоленовая) C18:3 α	5,0	6,0	5,0
Докозеновая кислота (эруковая) C22:1	0,1	0,3	0,2
Неидентифицированные соединения	6,0	8,4	5,8
Соотношение ω -6 : ω -3	10:1	8:1	10:1

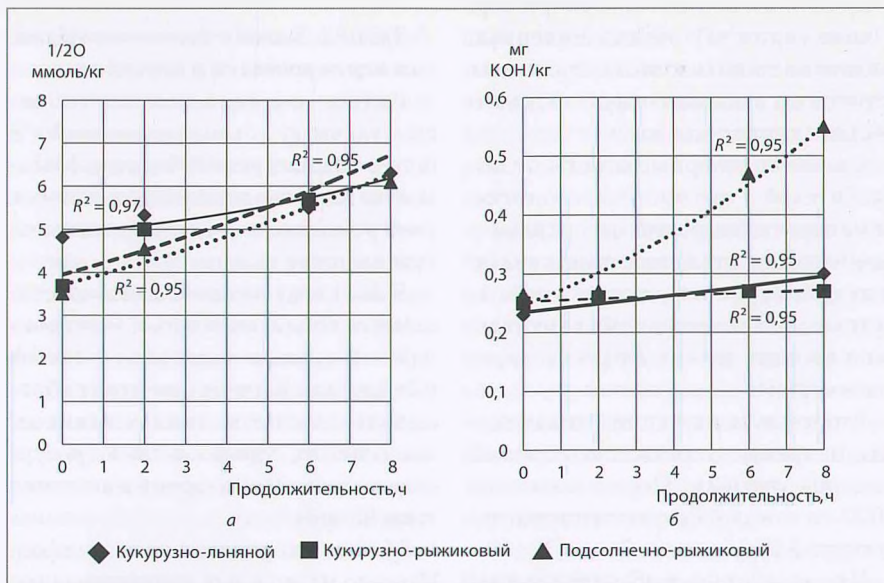


Рис. 3. Изменение содержания перекисного (а) и кислотного (б) чисел при термическом окислении купажей растительных масел в инертной среде



Рис. 4. Изменение содержания перекисного (а) и кислотного (б) чисел при термическом окислении купажей растительных масел в среде, содержащей кислород

но не превысило нормируемых значений ТР ТС 024/2011 [22]. В большей степени образование первичных продуктов окисления липидов купажей растительных масел наблюдалось при нагревании в среде, содержащей кислород (рис. 4). Самая высокая скорость роста перекисного числа была характерна для подсолнечно-рыжикового купажа, поэтому предельное установленное значение было превышено на 30 %. Тогда как кислотное число интенсивнее возрастало в кукурузно-льняном купаже и за период исследования достигло нормативного значения (0,6 мг КОН/кг).

Исследования состава жирных кислот (табл. 2) после термического окисления показали, что в течение 8 ч обработки в инертной среде и в присутствии кислорода воздуха существенных изменений содержания жирных кислот не было. Это указывает на тот факт, что окисление ненасыщенных жирных кислот в условиях эксперимента не произошло. Соотношение ω -6 и ω -3 ПНЖК осталось на рекомендуемом для сбалансированного питания уровне.

Проведенные экспериментальные исследования позволили сделать следующие выводы. Нагрев в инертной среде азота приводит к замедлению процессов термоокисления купажей растительных масел. Продолжительность нагревания купажей при доступе кислорода не должна превышать 6 ч, так как после этого периода времени наблюдается резкий подъем содержания первичных и вторичных продуктов окисления, а значения показателей перекисного и кислотного чисел превышают предельно допустимые. Нагревание в инертной среде и при доступе кислорода воздуха практически не влияет на соотношение ω -6 и ω -3 жирных кислот.

Кукурузно-льняной, кукурузно-рыжиковый и подсолнечно-рыжиковый купажи растительных масел перспективно использовать для производства сбалансированных по составу ПНЖК эмульсионных, жировых и молочных продуктов, смесей растительных масел, маргаринов, спредов, майонезов, соусов на основе растительных масел и др. 🔥

Список литературных источников находится в редакции