

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СОСТАВ МАСЛЯНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ СЕМЯН АМАРАНТА

Шмалько Н.А., канд. техн. наук, доц.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
Российская Федерация, г. Краснодар

Аннотация. Способы получения и состав масляных экстрактов из семян амаранта отличаются своеобразием в связи с целевым их назначением. С целью извлечения неомыляемых липидов из семян амаранта рекомендованы современные промышленные способы, в том числе основанные на фракционировании основных групп глицеридов масел. В пищевых целях рекомендуется использовать масляные экстракты из семян амаранта в составе купажированных растительных масел, отличающихся стабилизированным от окисления при хранении жирнокислотным составом.

Ключевые слова. Масляный экстракт, семена амаранта, способ получения, состав.

METHODS OF OBTAINING AND COMPOSITION OIL EXTRACTS OF AMARANTH SEEDS

Shmalko N.A., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.

FSBEI HE «Kuban State Technological University»

Abstract. Methods of production and composition of oil extracts of amaranth seeds differ in originality due to their intended purpose. In order to extract unsaponifiable lipids from amaranth seeds, modern industrial methods, including those based on the fractionation of the main groups of glycerides of oils, are recommended. For food purposes, it is recommended to use oil extracts from amaranth seeds as part of blended vegetable oils, which differ from oxidation stabilized during storage by fatty acid composition.

Keyword. Oil extract, amaranth seeds, preparation method, composition.

Среди продуктов комплексной переработки семян амаранта [1] наибольшее внимание уделяется вопросу получения масляных экстрактов как рецептурных компонентов пищевых растительных масел с высокой биологической эффективностью. В промышленности определены состав и качество масляных экстрактов, полученных при различных способах извлечения [2]. Наиболее востребованные целевые масляные и углекислотные экстракты из семян амаранта используют для обогащения пищевых растительных масел (кукурузного, подсолнечного, соевого, оливкового, льняного, тыквенного и т.п.) с целью применения в профилактических целях. В качестве лечебного средства масляные экстракты из семян амаранта применяют для коррекции болезней различной этиологии, включая сердечно-сосудистые и онкологические заболевания, нарушения обмена веществ, эрозивно-язвенные поражения желудочно-кишечного тракта и др. [3].

Масличность и влажность семян амаранта как объекта исследования методом импульсного ядерного магнитного резонанса по ГОСТ Р 8.620-2006 в лабораторном эксперименте не превышают 8,0 % и 13,6 %. Жирнокислотный состав семян амаранта, определяемый по ГОСТ Р 51483-99 методом газовой хроматографии, отличается в общем жирнокислотном составе содержанием преимущественно ненасыщенных жирных кислот: до 38,28 % мононенасыщенных (из них массовая доля олеиновой кислоты составляет 37,0 %), 39,80 % полиненасыщенных (из них массовая доля линолевой кислоты составляет 39,3 %). Доля насыщенных жирных кислот в общем жирнокислотном составе не превышает 22,0 %, из них пальмитиновая кислота содержится до 15,81 %, стеариновая кислота – до 4,29 % [4].

В известной литературе [1] на процесс получения масляных экстрактов из семян амаранта указаны оптимальные условия подготовки сырья, включающие проведение его предварительной влаготермической обработки при температуре плюс 100÷105 °С и влажности 10÷12 %, и последующее лепесткование на вальцовом станке с зазором между валками 0,2÷0,3 мм. Современный способ выделения зародышевой фракции из семян амаранта с последующим использованием в масложировой промышленности включает «анатомический» размол семян амаранта [5], учитывающий специфическое морфологическое строение его семянки и позволяющий разделить ее на анатомические части путем предварительного плющения для разрыва оболочек и нарушения связи между ними для получения лепестка.

Тепловая обработка сырья улучшает качество получаемого масла (таблица 1) вследствие ингибирования активности липолитических ферментов в мятке [1].

Таблица 1

Влияние вида обработки зерна амаранта на качество масла

Показатели	Исходная мятка	Вид обработки	
		тепловая	влажотепловая
Начальная температура мятки, °С	20	20	20
Конечная температура мятки, °С	20	105	105
Начальная влажность мятки, %	9,2	9,2	12,2
Конечная влажность мятки, %	9,2	4,6	8,7
Кислотное число масла, мг КОН/г	8,2	9,6	3,7

Способы извлечения масляных экстрактов из семян амаранта определяют их компонентный состав и полноту выделения при экстракции [2].

При проведении экстракции гексаном и диэтиловым эфиром степень выделения липидных компонентов из семян амаранта очень высока (таблица 2) по причине отделения нежелательных свободных жирных кислот и пигментов. Степень извлечения неомыляемых веществ, в том числе сквалена, составляет 90,0 %, токоферолов – 80,0 %, при этом неомыляемая фракция представлена скваленом на 70,0 %. Длительность экстракции липидов из лепестка амаранта гексаном при соотношении материал: экстрагент – 1: 2 составляет 60 мин на каждой ступени экстракции при температуре плюс 50 °С. Удаление экстрагента производится под вакуумом при температуре плюс 80 °С.

Компонентный состав экстрактов масла амаранта и степень их извлечения при экстракции

Наименование компонента	Экстрагент				
	гексан	диэтиловый эфир	жидкая двуокись углерода	хладон II	масло подсолнечное рафинированное дезодорированное
Массовая доля, % экстракта	7,15	7,35	5,41	6,40	–
неомыляемых веществ	10,50	10,80	10,07	4,10	5,60
скавалена	6,80	6,40	7,08	следы	4,50
стеролов	3,10	3,18	1,90	1,31	1,30
фосфорсодержащих веществ в пересчете на стеароолецитин	2,20	3,17	0,01	1,05	0,03
восков и воскоподобных веществ	0,20	0,35	–	–	–
Массовая доля, мг %					
токоферолов	148,0	135,0	112,0	121,0	73,0
хлорофиллов	6,70	6,92	1,63	2,45	1,21
Массовая доля коричневых пигментов, мг/кг	9,10	8,05	3,15	5,64	3,25

Экстракция липидов диэтиловым эфиром приводит к увеличению содержания в экстракте неомыляемых веществ за счет повышения массовой доли стеролов, фосфорсодержащих и воскоподобных веществ. Процесс извлечения масляных экстрактов проводится при температуре плюс 20 °С, а удаления экстрагента – при 30 °С.

Селективным экстрагентом, извлекающим широкий спектр биологически активных веществ, является жидкая двуокись углерода (CO₂). Для проведения CO₂-экстракции компонентов из семян амаранта на камеральной экстракционной установке периодического действия приняты параметры: давление экстракции, МПа – 5,8; температура экстракции, °С – 18; продолжительность экстракции, мин – 360; соотношение материал: растворитель – 1:2. Удаление экстрагента осуществляется его испарением при понижении давления в экстракторе до атмосферного.

Экстракция липидов хладоном II (полярным экстрагентом) приводит к неполному извлечению неполярных углеводородов, в частности скавалена, что снижает ценность получаемого экстракта. Процесс экстракции хладоном II проводят при следующих параметрах: температура экстракции, °С – 20; температура растворителя, не более, °С – 35; продолжительность экстракции каждой ступени, мин – 60; соотношение материал : растворитель – 1:10.

Для масляной экстракции в качестве экстрагента используют рафинированное дезодорированное подсолнечное масло с кислотным числом

0,3 мг КОН, цветностью 12 мг J₂ и содержанием неомыляемых веществ 0,4 %. С целью максимального экстрагирования липидов рекомендуется применять метод реперколяции в батарее перколяторов, сущность которого заключается в разделении сырья на части и экстрагировании его каждой последующей порции вытяжкой, полученной из предыдущей. Экстракция проводится при температуре 50 °С при суммарном соотношении экстрагент: материал – 1:3. После каждой ступени экстракции жидкая фаза отжимается на гидравлическом прессе под давлением 10 МПа.

С целью очистки масляных экстрактов рекомендуется проводить адсорбционную рафинацию, где в качестве сорбентов применяется смесь активированного угля с активированным бентонитом в количестве 2,0 % к массе экстракта (уголь 0,5 %, бентонит 1,5 %). Рафинацию осуществляют по общепринятой технологии, включающей гидратацию водой без применения ортофосфорной кислоты (так как в составе фосфолипидов содержится более 80,0 % гидратируемых форм), щелочную нейтрализацию, промывку, сушку, адсорбционную очистку (отбелку) и фильтрование, что позволяет полностью удалить хлорофиллы и ряд других красящих веществ (таблица 3).

Таблица 3

Показатели качества экстрактов масла амаранта при различных экстрагентах

Наименование показателя	Экстрагент				
	гексан	диэтиловый эфир	жидкая двуокись углерода	хладон П	масло подсолнечное рафинированное дезодорированное
Кислотное число, мг КОН/г	7,40	16,30	4,80	4,00	0,80
Перекисное число, ½ O ммоль/кг	8,10	7,90	5,90	6,80	5,40
Цветность, мг J ₂	67,30	64,20	47,30	54,60	37,20
Плотность, г/см ³ (ρ ₂₀)	0,914	0,938	0,930	0,924	0,920
Коэффициент рефракции, n ²⁰ _D	1,4752	1,4698	1,4723	–	–

Способы получения масляных и СО₂-экстрактов не требуют сложного аппаратного оформления ввиду отсутствия процессов рафинации экстрактов и дистилляции растворителя. Масляный экстракт семян амаранта пригоден к употреблению в пищу без дополнительной обработки, СО₂-экстракт семян амаранта в связи с высоким содержанием сквалена применяют в составе БАД липидной природы [6].

Для получения масляного экстракта семян амаранта экстракционным способом в условиях промышленности ВНИИЖ разработал технологический регламент, в котором предусматривается подготовка сырья к экстракции в виде гранул с помощью двухшнековых экструдеров и извлечения масла экстракции

онным бензином с высоким содержанием гексановой фракции, что обеспечивает переход в масляную фазу 90,0÷95,0 % сквалена от исходного содержания его в семянке [7].

Сравнение жирнокислотного состава хлопкового и пальмового масел с составом сырого амарантового масла (масляного экстракта) показало схожесть их состава и свойств (табл. 4). Распределение насыщенных (твердых) жирных и ненасыщенных (жидких) жирных кислот у них идентично, в связи с этим был предложен режим фракционирования масляного экстракта семян амаранта по аналогии с таковым для хлопкового и пальмового масел.

Таблица 4

Сопоставление жирнокислотного состава масел [8]

Жирные кислоты	Обозначение	Содержание в масле, %		
		амарантовом	хлопковом	пальмовом
Миристиновая	14:0	0,6	0,9	1,2
Пентадекановая	15:0	–	–	–
Пальмитиновая	16:0	24,2	20-22	46,8
Пальмитинолеиновая	16:1	1,3	0,8	–
Стеариновая	18:0	2,5	2,6	3,8
Олеиновая	18:1 цис	21,0*	30-35	38-50
Вакценовая	18:1	1,0	–	–
Линолевая	18:2	48,0	40-45	10,0
Линоленовая	18:3	0,8	Сл.	–
Арахидиновая	20:0	0,2	0,1-0,6	–
Эйкозеновая	20:1	0,3	Сл.	0,3

*уточненное автором расчетное значение.

За основу взят метод разделения хлопкового масла на фракции, используя прием дробной кристаллизации в органических растворителях, главным образом в ацетоне при пониженных температурах. Получаемая твердая глициридная фракция содержит 34,0÷36,0 % насыщенных, главным образом пальмитиновой, кислот и 8,0÷12,0 % – линоленовой; низкоплавкая фракция жирных кислот – 1,0÷2,0 % насыщенных кислот и 71,0÷74,0 % линолевой. Выход низкоплавкой фракции равен 32,5÷36,0 %, высокоплавкой фракции – 40,0÷42,0 %. Глицеридный состав хлопкового масла в % следующий: насыщенные жирные кислоты – 44,0 %; мононенасыщенные жирные кислоты – 13,0 %, полиненасыщенные жирные кислоты – 43,0 %.

В итоге фракционирования хлопкового масла получается до 80,0 % «зимнего» и около 20,0 % стеарина с температурой плавления до плюс 40 °С. Выявлено, что добавка к исходному маслу в качестве «затравки» 0,5 % твердой фракции, а присутствие в масле лецитина, даже в количестве 0,02 %, сильно задерживает процесс кристаллизации. Применяется также фракционирование хлопкового масла методом кристаллизации с мочевиной.

Фракционирование пальмового масла представляет собой целый ряд технологических операций: первое фракционирование; разделение фракций; второе фракционирование; разделение фракций с помощью водного раствора

ПАВ; промывка средней и жидкой фракций; сушкой фракций, при этом не применяют органические растворители, что значительно упрощает состав оборудования и повышает уровень техники безопасности.

Рассмотренные способы фракционирования традиционных масел вполне подходят для фракционирования амарантового масла (кроме кристаллизации с мочевиной – этот метод использован только в лабораторных условиях). Однако в зависимости от объемов перерабатываемого амарантового масла применяются разные способы фракционирования. Для небольших объемов (до 5 кг в смену) более всего применимо фракционирование с растворителями; для средних (5÷50 кг в смену) – низкотемпературное фракционирование из расплава. При объемах свыше 50 кг в смену подходит метод фракционирования из расплава с последующим разделением фракций с помощью сепараторов на основе применения электролитов и ПАВ.

При переработке средних объемов амарантового масла путем низкотемпературного разделения с использованием вакуумного фильтра масло подогревают до температуры плюс 55÷60 °С в баке и насосом подают в рассольный охладитель, где оно охлаждается от плюс 50÷60 до плюс 23÷25 °С, и затем – в кристаллизатор. Туда же помещают частично кристаллизованное масло, оставленное от предыдущего цикла кристаллизации и служащее в качестве «затравки», в количестве 5÷8 % от массы загружаемого сырья.

После заполнения кристаллизатора масло постепенно охлаждают рассолом, подаваемым в рубашку аппарата, при этом оно перемешивается мешалкой со скоростью перемешивания 5÷10 об/мин. Охлаждают масло от температуры плюс 23÷25 °С до плюс 10÷11 °С для дальнейшего образования и роста кристаллов высокоплавких глицеридов, поэтому подачу рассола в рубашку аппарата прекращают.

По окончании выдержки полученную суспензию кристаллов в масле направляют на непрерывно действующий вакуумный фильтр. Необходимая температура фильтрации (плюс 10÷11 °С) обеспечивается покачиваем через кожух охлажденного воздуха из воздухоохладителя. Первые мутные порции масла отводят в буферную емкость, откуда насосом направляют на повторное фильтрование. После получения прозрачного масла его сливают в приемную емкость жидкой фракции. Твердая фракция снимается с вакуумного фильтра и помещается в бак твердой фракции, днище которого обогревается горячей водой. Расплавленная твердая фракция направляется в бак готовой продукции.

Полученный масляный экстракт характеризуют следующие показатели: прозрачность при 40 °С – прозрачное; консистенция при 20 °С – полутвердая (мазеобразная); запах и вкус – свойственные данному маслу; температура плавления, °С – 32÷34; кислотное число – 10-12 мг КОН; температура застывания, °С – 16÷19; влажность – не более 0,2 %. Наличие в масляном экстракте значительного количества глицеридов типа динасыщенных-мононенасыщенных приводит к тому, что оно при комнатной температуре мутнеет и застывает в результате выпадения в осадок этих триглицеридов.

Однако в чистом виде масляный экстракт из семян амаранта не применяется, а добавляется для приема в пищу в состав биологически активных доба-

вок. Как правило, получение купажа на основе амарантового масла вследствие избытка в нем α -линоленовой кислоты обычно не приводит к получению состава, оптимального по соотношению жирных кислот.

Целесообразным является получение купажированных растительных масел на основе амарантового масла, составляющего не более 40,0÷50,0 % от общего количества, отличающихся высокой устойчивостью к окислению за счет содержания в смеси природных компонентов соевого, оливкового, кукурузного, льняного масел: β + γ + δ -фракций токоферолов и компонентов неомыляемой фракции, в том числе сквалена. Содержание перекисного числа в свежеприготовленных лабораторных образцах экстрактов не превышает 2 ммоль активного кислорода на 1 кг масла, при хранении в течение 3 месяцев – не более 10 ммоль [9].

Например, биологически активная добавка «Амарантовое масло «Сквален» (ООО «Лаборатория современного здоровья»), вырабатываемая по ТУ 9141-014-54382593-05 из серии «Масла растительные «Сибирский Янтарь», состоит из амарантового, соевого, льняного масел и стабилизирована соевым лецитином. Жирнокислотный состав БАД значительно не отличается от исходного масляного экстракта из семян амаранта, в которой большую долю жирных кислот занимают пальмитиновая (7,48 %), олеиновая (34,08 %) и линолевая (51,0 %) кислоты, обуславливая выбор производителей в области получения купажированных растительных масел.

Литература

1. Шмалько Н.А., Смирнов С.О. Комплексная переработка семян амаранта // Инновации в пищевой биотехнологии: сборник трудов Международного симпозиума; под общ. ред. А.Ю. Просекова; ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». Кемерово, 2018. С. 372-378.
2. Быков Ю.В. Разработка технологии извлечения масла из семян амаранта с высоким содержанием биологически ценных компонентов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб., 1999. 32 с.
3. Применение масла амаранта в диетотерапии сердечно-сосудистых заболеваний / Под ред. акад. РАМН, проф. В.А. Тутельяна. М., 2006. 32 с.
4. Шмалько Н.А. Характеристика состава и свойств липидов пшеничной и амарантовой муки // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 4 (23). С. 67-71.
5. Патент 2251455 РФ МПК⁷ А02С9/04 Способ помола семян амаранта / В.Г. Дулаев, А.Е. Медведев, А.И. Меньшенин, С.О. Смирнов; ГНУ ВНИИЗ, ОАО «АМАФОР». Заяв. № 2002134816/13; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 13.
6. Росляков Ю.Ф., Касьянов Г.И., Шмалько Н.А. Комплексная переработка семян амаранта с целью получения БАД широкого спектра действия // Успехи современного естествознания. 2004. № 9. С. 95-96.
7. Ключкин В.В. Пищевые продукты из семян люпина и амаранта // Масло-жировая промышленность. 1999. № 1. С. 20-22.
8. Мартишкин В.В. Технология и оборудование для переработки амарантового масла // Масла и жиры. 2006. № 2. С. 8-9.

9. Казаков Е.Ю., Клиндухова Ю.О., Шмалько Н.А., Росляков Ю.Ф. Новые виды композиций растительных масел с повышенной биологической эффективностью // Современные наукоемкие технологии. 2004. № 2. С. 151.