

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

3 (67)

ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 2019 г.
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2019

В. Д. НАЗАРОВА, А. У. БЕКТЕМИСОВА,
Н. Е. КАРАБЕКОВА, Н. В. УСКОВ, Л. С. МИХАЛЬЧУК

Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева,
Петропавловск, Республика Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В РАСТЕНИИ *LINOSYRIS VILLOSA*

Аннотация. Липиды, как белки и углеводы, являются основными органическими веществами клеток живых организмов. Они выполняют энергетическую, строительную, защитную функции. Липиды являются также ценными компонентами продуктов питания, определяют в продуктах питания пищевую, биологическую ценность и вкусовые качества. В растениях накапливаются, главным образом, в семенах и плодах. У животных и рыб липиды концентрируются в мозговой и нервной тканях. В состав липидов входят ненасыщенные и насыщенные кислоты. К ненасыщенным кислотам относятся олеиновая, линолевая, линоленовая кислоты. Из всех непредельных кислот, содержащихся в природных жирах, наиболее распространена олеиновая кислота. Из предельных кислот наиболее распространена в природе пальмитиновая кислота. Она присутствует во всех жирах, ее количество составляет до 50%. В качестве спирта в состав жиров входит трехатомный спирт-глицерин.

Выделение липидов из природных объектов вели в аппарате Сокслета методом экстракции органическими растворителями (спирт, бензол, ацетон, хлороформ и их смесь (хлороформ-спирт в соотношении 1:1)). Выделенные липиды исследовали качественными реакциями и путем определения аналитических констант (йодное, кислотное, эфирные числа и число омыления). Установили, что в растении *Linosyris villosa* присутствуют только глицерофосфолипиды.

Ключевые слова: растение *Linosyris villosa*, экстрагенты (бензол, спирт, ацетон, хлороформ, смесь хлороформ-спирт 1:1), константы жира (йодное, кислотное, эфирные числа и число омыления), глицерофосфолипиды.

Липиды вместе с белками и углеводами, составляют основную массу органических веществ, содержащихся в клетке. Их широко используют при получении многих продуктов питания, так как они являются важными компонентами, полупродуктов и готовых продуктов питания. Липиды определяют в продуктах питания пищевую, биологическую ценность и вкусовые качества [1]. Липиды не растворимы в воде, но хорошо растворимы в органических растворителях [2]. В растениях липиды накапливаются, главным образом, в семенах и плодах. Содержание их в разных культурах различно (таблица 1).

У животных и рыб липиды концентрируются в мозговой и нервной тканях [3]. В растениях количество липидов зависит от сорта, места и условий их произрастания, а у животных – от вида, состава корма и условий содержания [4].

Таблица 1 – Содержание липидов в зерновых культурах

Культура	Содержание, %	Культура	Содержание, %
Подсолнечник	35	Пшеница	2,7
Лен	29	Рожь	2,5
Конопля	32	Кукуруза	5
Соя	20	Хлопчатник	28
Мак	45	Арахис	49

По химическому строению липиды являются производными жирных кислот и спиртов. Липиды делят на две основные группы: простые и сложные. К простым липидам относятся жиры, воска и стериды. Сложные липиды содержат в своём составе фосфорную кислоту и аминокислоты [5].

По строению и способности к гидролизу липиды разделяют на омыляемые и неомыляемые. Омыляемые липиды при щелочном гидролизе образуют мыла. В состав жиров входят, главным образом, триацилглицерины, диацилглицерины и моноацилглицерины [1].

В состав ацилглицеринов входят ненасыщенные и насыщенные кислоты. К ненасыщенным кислотам относятся олеиновая, линолевая, линоленовая кислоты. Из всех непредельных кислот, содержащихся в природных жирах, наиболее распространена олеиновая кислота. В очень многих жирах олеиновая кислота составляет больше половины от всей массы кислот. К насыщенным кислотам относятся капроновая, пальмитиновая, стеариновая, лауриновая, миристиновая. Из предельных кислот наиболее распространена в природе пальмитиновая кислота. Она присутствует во всех жирах составляет до 50% от всего содержания кислот. Стеариновая кислота содержится в больших количествах только в запасных жирах растений и животных.

Триацилглицерины (ТАГ), молекулы которых содержат одинаковые остатки жирных кислот, называются простыми, а различные остатки кислот – смешанными. Природные жиры и масла содержат, главным образом, смешанные триацилглицерины.

Чистые ацилглицерины – бесцветные вещества без вкуса и запаха. Окраска, запах и вкус природных жиров определяется наличием в них специфических примесей, характерных для каждого вида жира [2]. Температуры плавления и затвердевания ацилглицеринов не совпадают, что обусловлено наличием нескольких кристаллических модификаций. По современным представлениям, молекулы триацилглицерина имеют форму вилки, кресла, стержня [1, 2].

Температура плавления триглицеринов, содержащих остатки транс-ненасыщенных кислот, выше, чем у ацилглицеринов, содержащих остатки цис-ненасыщенных кислот с тем же числом атомов углерода [2].

Смеси индивидуальных ацилглицеринов либо образуют твердые растворы (то есть смешанные кристаллы), либо дают «эвтектики» (механические смеси кристаллов) [6].

Разница в температурах плавления глицеридов разного состава лежит в основе демаргаринизации – выделения из смеси наиболее высокоплавкой фракции глицеридов.

Другой важной группой простых липидов являются воски. Воски широко распространены в природе. В растениях они покрывают тонким слоем листья, стебли, плоды, предохраняя их от смачивания водой, высыхания, действия микроорганизмов. Содержание восков в зерне и плодах невелико.

В состав липидов растительных масел и жиров входят гликолипиды. Гликолипиды – это большая и разнообразная по строению группа нейтральных липидов, в состав которых входят остатки моноз. Они в небольших количествах содержатся в растениях, животных и микроорганизмах. Гликолипиды участвуют в построении мембран и определяют качество зерна.

Важнейшими представителями сложных липидов являются фосфолипиды. Их молекулы построены из остатков спиртов, жирных кислот, фосфорной кислоты и некоторых других соединений [1, 2].

Фосфолипиды делят на две группы – запасные (резервные) и структурные (протоплазматические). Запасные липиды, в основном жиры, обладают высокой калорийностью. Они являются энергетическим строительным резервом организма. Высокая калорийность жира позволяет организму в экстремальных ситуациях существовать за счёт его запасов «жировых депо». До 90% всех видов растений содержат запасные липиды, главным образом, в семенах. Они являются защитными веществами и помогают растению переносить неблагоприятное воздействие внешней среды. Запасные липиды животных и рыб, концентрируясь в подкожной жировой ткани, защищают организм от травм [6, 7].

Структурные липиды образуют сложные комплексы с белками, углеводами, из которых построены мембраны клеток и клеточных структур, и участвуют в разнообразных сложных процессах, протекающих в клетках. Связанные липиды выделяются из растений гидрофильными полярными растворителями или их смесями: хлороформ-метанол, хлороформ-этанол, которые разрушают некоторые белково-липидные и гликолипидные соединения [9, 10].

В пищевой промышленности состав и качество жиров и масел определяется с помощью разнообразных аналитических «чисел». Наибольшее значение имеют числа: кислотное, омыления и йодное [1-3].

Кислотное число используют при расчете количества щелочи, необходимой для рафинации жиров и масел [6].

Число омыления позволяет судить о средней молекулярной массе входящих в состав липидов жирных кислот и определить при мыловарении количество щелочи, необходимое для омыления жира [7, 8].

Йодное число – это показатель, характеризующий неопределённость жирных кислот, входящих в состав жира [2].

Растительные жиры и масла являются обязательным компонентом пищи, источником энергетического материала для человека. Это незаменимые

факторы питания, определяющие его биологическую эффективность. Человек должен употреблять 30-33% жиров.

Длительное ограничение жиров в питании приводит к отклонениям в физиологическом состоянии организма: нарушается деятельность центральной нервной системы, снижается устойчивость организма к инфекциям, сокращается продолжительность жизни. Избыточное потребление жиров нежелательно, оно приводит к ожирению, сердечно-сосудистым заболеваниям [6, 7].

В питании имеет значение содержание полиненасыщенных кислот. К таким кислотам относятся линолевая, линоленовая и арахидоновая. Биологически наиболее активны арахидоновая и линолевая кислоты; линоленовая кислота усиливает действие линолевой кислоты. В 1928 г. Гоген и Гантер предложили считать эти 3 кислоты витамином F. Линоленовая и линолевая кислоты не синтезируются в организме человека, арахидоновая – синтезируется из линолевой кислоты при участии витамина B₆. Поэтому они получили название «незаменимых». Принадлежность высших ненасыщенных жирных кислот к витаминам признаётся не всеми, так как неизвестна их каталитическая функция в организме и отсутствие явных признаков авитаминоза у человека. Однако при исключении этих кислот из корма животных были получены яркие симптомы F-авитаминоза: сухость кожного покрова, выпадение волос, задержка роста, потеря чувствительности и онемение конечностей.

Витамин F, представляющий собой 3 кислоты, участвует в регуляции обмена липидов. Особенно важно, что непредельные высшие жирные кислоты способствуют выведению из организма животных и человека холестерина, а это препятствует развитию атеросклероза. В последние годы широко о себе заявила арахидоновая кислота: она оказалась предшественником нового типа гормонов – простагландинов.

Простагландины – соединения с широким спектром гормонального действия. Данные о их существовании относятся к 1930 г., хотя свое название они получили только в 1957 г., когда С.Бергстрем выделил их в кристаллическом состоянии. Простагландины оказались производными полиеновых жирных кислот, с 20-ю углеродными атомами. В зависимости от строения циклической части молекулы различают природные простагландины A, B, C, D, E, F, G, и H, а число двойных связей в боковых цепях перечисленных типов простагландинов обозначают цифровыми индексами, например E₂, содержит 2 двойные связи в боковой цепи. В настоящее время известно около 30 природных простагландинов и синтезировано около 500 их аналогов. Действие простагландинов отличается крайне разнообразными физиологическими и фармакологическими эффектами. В связи с этим они находят всё более широкое применение при создании новых лекарственных средств.

Линоленовая кислота образует другие полиненасыщенные жирные кислоты. В состав полиненасыщенных кислот семейства омега-3 входит

α -линоленовая кислота. Линолевая и арахидоновая кислоты входят в семейство омега-6. Соотношение омега-6/омега-3 в рационе составляет для здорового человека соотношение 10:1, для лечебного питания – от 3:1 до 5:1 [10].

Арахидоновая кислота в продуктах питания содержится в незначительном количестве, а в растительных маслах ее практически нет. В большом количестве арахидоновая кислота содержится в яйцах- 0,5%, субпродуктах 0,2-0,3%, в мозговом веществе - 0,5% и свином сале.

По современным представлениям наиболее целесообразно использовать в каждый отдельный приём жиры, имеющие сбалансированный состав, а не потреблять жирные продукты различного состава в течение суток [8-10].

Важной в питании группой липидов являются фосфолипиды, участвующие в построении клеточных мембран и транспорте жира в организме, они способствуют лучшему усвоению жиров и препятствуют ожирению печени. В ходе технологического процесса липиды исходного сырья претерпевают разнообразные превращения. Значительные изменения происходят в липидном комплексе. Все это сказывается на составе, а также на их пищевой и биологической эффективности [8].

Не менее сложные процессы протекают при хранении продуктов питания. Так, при хранении пшеничной муки идут процессы гидролитического и окислительного прогоркания. Образующиеся продукты взаимодействуют с белками, влияя на хлебопекарное достоинство пшеничной муки. При развитии окислительных процессов в продуктах питания накапливаются нежелательные для организма человека вещества, которые вызывают патологию. Следовательно, сохранность липидов от окисления является важной задачей для человека [8, 10].

Известно, что поступление в организм достаточного количества жирных кислот уменьшает нагрузку на сердечно-сосудистую систему. Жирные кислоты используются при лечении многих серьезных заболеваний. Это бронхиальная астма, аритмия, сахарный диабет, язва желудка, повышенное кровяное давление, повышенный уровень холестерина и триглицеридов [11]. Простагландины являются модуляторами. Они воздействуют на стероидные гормоны и участвуют в регуляции иммунной системы, повышают тонус мышц, влияют на сократительную способность. Введение в организм миллионной доли грамма простагландинов оказывает мощное действие на функции почти всех органов и систем. Это обстоятельство позволило создать лекарственные формы на основе простагландинов, например, простин, сулпростин [12-14].

Объектом нашего исследования являлось растение *Lynosyris villosa* (грудница мохнатая) Северо-Казахстанской популяции, собранная в фазу цветения. Химический состав растения изучается впервые. В народной медицине *Lynosyris villosa* применяется при лечении бронхиальной астмы, стенокардии, болезнях печени, зубной и ревматических болях. На основе растения получены лекарственные формы мазь, настойка, лейкопластыри, которые обладают противовоспалительным, антидерматитным, антисепти-

ческим действиями. Представляет интерес дальнейшее исследование химического состава лекарственного растения, в частности, изучение липидов, которые в последние годы вызывают живой интерес у ученых, как класс природных соединений, проявляющий широкий спектр биологического действия.

Для установления качества сырья определили фармакопейные показатели (влажность, зольность, количество экстрактивных веществ). Данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Фармакопейные показатели сырья

Органы растения	Влажность, %	Зольность, %	Объем экстракта, мл	Масса абсолютно сухой навески	Количество экстрактивных веществ, %
Надземная часть растения	6,50	5,61	110	0,935	23,53

Экстракцию липидов из воздушно-сухого сырья проводили в аппарате Сокслета органическими растворителями (этанол, бензол, ацетон, хлороформ и их смесями (хлороформ-этанол в соотношении 1:1). Содержание липидов в ацетоновом экстракте составило- 14,4%, в этанольном – 21,7%, в бензольном -18,8%, в хлороформном-15,8%, в смеси – 23,8%. Объединенные экстракты упарили досуха. Масса осадка составила 0,27г. Для липидов определили следующие аналитические показатели: 1) йодное число составило - 103; 2) число омыления -614; 3) Кислотное число -11; 4) Эфирное число - 603 [6]. Хлороформный экстракт исследовали на присутствие глицерина и холестерина. С помощью акролеиновой пробы доказали наличие глицерина в липидах грудницы мохнатой. Реакциями Шиффа, Витта, Сальковского подтвердили отсутствие холестерина [8]. Следовательно, в *Linosyris villosa* как мы предполагаем содержатся только глицерофосфолипиды.

REFERENCES

- [1] Shcherbakov V.G. Lipidy. Биохимия. Sankt-Peterbúrg; GIORD, 2004. P. 234-253.
- [2] Nechaev A.P. Lipidy. Pievaia himia. Sankt-Peterbúrg; GIORD, 2004. 187 p.
- [3] Granberg I.I. Jury. Organicheskaia himia. M.: Drofa, 2002. P. 393-394.
- [4] Chernenko T.V., Ýlchenko N.T., Glýshenkova A.I. Himicheskoe issledovanie CALLISIA FRAGRANCE // Himia prirod. soedin. 2007. N 3. P. 212-213.
- [5] Hatashvili N.S., Gogilashvili L.N., Iarosh E.A. Lipidy semian STERCULIA PLATANI FOLIA // Himia prirod. soedin. 2007. N 3. P. 262-263.
- [6] Kemertelidze E.P. Neutralnye lipidy semian CERCIS SILIQVASTRUM // Himia prirod. soedin. 2007. N 4. P. 318-319.
- [7] Isai S.V., Býsarova N.G., Drozdov A.L. Lipidy ploskogo morskogo eja SCAPHECHINUS MIRABILIS // Himia prirod. soedin. 2007. N 4. P. 320-323.
- [8] Kishchenko V.S., Ýpyr L.V., Pýzak O.A. Analiz lipofilnyh fraktsii listev i vetok ARME-NIACA VULGARIS // Himia prirod. soedin. 2007. N 6. P. 571-574.
- [9] Arípova S.F., Tashhodjaev B. Himicheskii sostav plodov CAPPAPIS SPINOSA // Himia prirod. soedin. 2007. N 2. P. 149-151.

- [10] Zaichkova S.G., Samyhna I.A., Novojilova T.I. Izýchenie lipidnogo i flavonoidnogo sostava obraztsov nekotoryh vidov roda China // Himiko-farmatsevticheski jýrnal. 2001. Vol. 35, N 5.
- [11] Kýrkin V.A., Aznagýlova A.V. Fitohimicheskoe issledovanie nadzemnoi chasti odývanchika lekarstvennogo // Himia rastitelnogo syria. 2017. N 1. P. 99-105.
- [12] Serebriannikova O.V., Strelnikova E.B., Rýsskih I.V., Preis Iý.I., Dýchko M.A. Himicheski sostav lipidov listostebelnyh mhov – torfoobrazovatelye evtrofnyh bolot Zapadnoi Sibiri Altaia // Himia rastitelnogo syria. 2016. N 1. P. 63-69.
- [13] Sleptsov I.V., Hlebnyi E.S., Jýravskaya A.N. Lipidy, jirnye kisloty i flavonoidy v listyah Amapanthus Remzoflexus, proizrastaiýaya v ýsloviyah tsentralnoi Iakýti. // Himia rastitelnogo syria. 2017. N 3. P. 77-84.
- [14] Makarchenko S.P., Shmakov V.N., Konenkina T.A., Dýdareva L.V. Jirnokislotny sostav lipidov kallýsov dvýh vidov listvennitsy // Himia rastitelnogo syria. 2014. N 2. P. 121-127.
- [15] Graskova I.F., Dýdareva L.V., Jivetev M.A., Stolbniakova A.V., Sokolova N.A., Voimkov V.K. Dinamika sezonnyh izmeneni jirnokislotnogo sostava, stepeni nenasyennosti jirnyh kislot i aktivnost atsillipidnyh desatýraz v tkaniyah nekotoryh lekarstvennyh rasteni, proizrastaiýih v ýsloviyah predbaikalia // Himia rastitelnogo syria. 2011. N 4. P. 223-230.
- [16] Velikorodov A.V., Kovalev V.B., Nosachev S.B., Tyrkov A.G., Morozova L.V. Jirnokislotny sostav masel semian nekotoryh dikorastýih i kýltivirýemyh rasteni Astrahanskoj oblasti, polýchennyh metodom sverhkriticheskoj flýuidnoj ekstraktsii // Himia rastitelnogo syria. 2018. N 2. P. 153-158.

Резюме

*В. Д. Назарова, А. Э. Бектемісова,
Н. Е. Қарабекова, Н. В. Усков, Л. С. Михальчук*

LINOSYRIS VILLOSA ӨСІМДІГІНЕН ЛИПИДТЕРДІ АНЫҚТАУ

Липидтер, ақуыздар мен көмірсулар сияқты, тірі ағзалардың жасушаларының негізгі органикалық заттарын құрайды. Олар энергиялық, құрылыстық, қорғаныш қызметтерін атқарады. Липидтер тағамның құнды құрамдас бөлігі болып табылады. Липидтер тамақ өнімдерінде тағамдық, биологиялық құндылықтар мен дәмді қасиеттерді анықтайды. Өсімдіктерде липидтер негізінен тұқымдар мен жемістерде жиналады. Жануарлар мен балықтарда липидтер ми мен жүйке ұлпаларында шоғырланған. Липидтердің құрамына қанықпаған және қаныққан қышқылдар кіреді. Қанықпаған қышқылдар қатарына олеин, линол, линолен қышқылдары жатады. Табиғи майлардағы барлық қанықпаған қышқылдардың ішінен олеин қышқылы ең кең таралған. Қаныққан қышқылдардан пальмитин қышқылы табиғатта кең таралған. Ол барлық майларда болады, олардың мөлшері 50% дейін жетеді. Спирт ретінде майлардың құрамына ұшатомды спирт-глицерин кіреді.

Липидтерді Сокслет аппаратында органикалық еріткіштермен (спирт, бензол, ацетон, хлороформ және хлороформ-спирт қоспасы 1:1 арақатынасында) экстракция арқылы табиғи нысандардан бөліп алады. Бөлініп алынған липидтерді сапалы реакциялармен және аналитикалық тұрақтылар (йодты, қышқылды, эфирлік сандар және сабындану саны) анықтау жолымен зерттелді. *Linosyris villosa* өсімдігінде глицерофосфолипидтердің бар екендігі анықталды.

Түйін сөздер: *Linosyris villosa* өсімдігі, экстрагенттер (бензол, спирт, ацетон, хлороформ, қоспа хлороформ-спирт 1:1), майдың тұрақтылары (йодты, қышқылды, эфирлік сандары және сабындану саны), глицерофосфолипидтер.

Summary

*V. D. Nazarova, A. U. Bektemisova,
N. E. Karabekova, N. V. Uskov, L. S. Mihalchuk*

DETERMINATION OF LIPIDS IN PLANT LYNOSYRIS VILLOSA

Lipids, like proteins and carbohydrates, are the main organic substances of the cells of living organisms. They perform energy, building, protective functions. Lipids are also valuable components of food. Lipids determine nutritional, biological value and taste qualities in food products. In plants, lipids accumulate mainly in seeds and fruits. In animals and fish, lipids are concentrated in the brain and nerve tissues. The composition of lipids includes unsaturated and saturated acids. The unsaturated acids include oleic, linoleic, linolenic acids. Of all the unsaturated acids contained in natural fats, oleic acid is the most common. Of the limiting acids, palmitic acid is most common in nature. It is present in all fats, its amount is up to 50%. As an alcohol, triatomic alcohol-glycerin is a part of fats.

Lipids were isolated from natural objects in the Soxhlet apparatus by extraction with organic solvents (alcohol, benzene, acetone, chloroform, and their mixtures (chloroform-alcohol in the ratio 1: 1). The selected lipids were studied by qualitative reactions and by determining analytical constants (iodine, acid, ester numbers and saponification numbers.) It was found that only glycerophospholipids are present in the *Linosyris villosa* plant.

Key words: *Linosyris villosa* plant, extractants (benzene, alcohol, acetone, chloroform, chloroform-alcohol mixture 1: 1), fat constants (iodine, acid, ester numbers and saponification number), glycerophospholipids.