

УДК 621.3.07

## ПЕРЕРАБОТКА ЯДЕР ГОРЬКОГО МИНДАЛЯ И ПОЛУЧЕНИЕ ЭКСТРАКТОВ НА ИХ ОСНОВЕ\*

© А.Ж. Хамидов, Х.Р. Тухтаев, С.Н. Аминов, Б.Ж. Азимова\*\*

Ташкентский фармацевтический институт, ул. Айбека, 45, Ташкент,  
700095 (Узбекистан), e-mail: baxt\_gulim@rocketmail.com

Продукты переработки ядер (семян) горького миндаля представляют практический интерес в качестве фунгицидных, антимикробных и противовирусных веществ, а также находят применение в медицине и косметике для различных целей. Изучен состав и некоторые технологические свойства порошка семян горького миндаля (*Amygdalus communis* L. varietas amara DC.), выращенного в горных районах (Бостанлык) Узбекистана. Для получения порошка из семян холодным прессованием отделяли жирное масло. Жмых подвергали обезжириванию органическими растворителями, остаток высушивали и измельчали. Методом газожидкостной хроматографии установлено наличие 3.24% амигдалина в составе измельченного порошка горького миндаля. Спектральный анализ порошка горького миндаля показал присутствие Mg, P, Ca, K, Si, Sr, Fe, Mn, B, Cu и других элементов. Содержание азота порошка, определенного по методу Дьюма, оказалось равным 5.72 ( $\pm 0.2$ )%. Из порошка горького миндаля с выходом 10.5 и 13.2% получены водные и этанольные экстракты. Хроматографический анализ состава экстрактов показал наличие 0.0029% амигдалина в водном и 27.2% в этанольном экстрактах. Из исследуемого порошка горького миндаля выделен белок с выходом 35.25 $\pm$ 0.2%. Белок был очищен диализом, центрифугированием и идентифицирован методом ИК-спектроскопии. Данные аминокислотного анализа состава гидролизата белка горького миндаля показали наличие глицина, аспарагиновой кислоты, аргинина, глутамина, аланина и других аминокислот. Порошок семян горького миндаля, экстракты и выделенный из него белок представляют практический интерес для косметологической практики.

*Ключевые слова:* порошок горького миндаля, водная и этанольная экстракция, амигдалин, белок, гидролиз белка, аминокислотный состав, хроматография.

### Введение

Литературные данные последних лет показывают о важности продуктов переработки горького миндаля, которые представляют интерес в качестве фунгицидов, бактерицидов и антимикробных веществ, а также находят применение в медицине и косметике. Эфирные масла горького миндаля, где основным компонентом является бензальдегид, рекомендованы как фунгициды для сельского хозяйства [1]. Наиболее подробно изучено и широко применяется масло горького миндаля [2–6]. При постоянном его применении наружно значительно замедляется процесс старения кожи благодаря защите ее от ультрафиолетового излучения, нормализации работы сальных желез и предотвращению расширения пор. Горький миндаль пред-

Хамидов Арифжон Жахонгирович – ассистент кафедры неорганической, физической и коллоидной химии, e-mail: baxt\_gulim@rocketmail.com

Тухтаев Хаким Рахманович – доктор фармацевтических наук, профессор кафедры неорганической, физической и коллоидной химии, e-mail: tuxtayev52@inbox.ru

Аминов Сабирджан Нигматович – доктор химических наук, профессор кафедры неорганической, физической и коллоидной химии, e-mail: baxt\_gulim@rocketmail.com

Азимова Бахтигуль Жавли кизи – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры неорганической, физической и коллоидной химии, e-mail: baxt\_gulim@rocketmail.com

ставляет собой эффективное средство при затяжном кашле, очищает внутренние органы, помогает при одышке, плеврите и останавливает кровавую рвоту. Ибн Сино рекомендовал лечить шум и боли в ушах с помощью растертого горького миндаля или миндального масла, а также предлагал использовать его, смешав с вином, для мытья головы и для избавления от перхоти. Масло миндаля используется в качестве растворителя для приготовления линиментов. Оно образует стабильные эмульсии в присутствии анионных поверхностно-активных

\* Данная статья имеет электронный дополнительный материал (приложение), который доступен читателям на сайте журнала. DOI: 10.14258/jcprtm.2021027775s

\*\* Автор, с которым следует вести переписку.

веществ [6]. Кашица миндаля эффективна в косметике. Порошок горького миндаля хорошо очищает кожу от веснушек, пигментных пятен. Состав горького миндаля зависит от сорта, места выращивания. Содержит важные микро- и макроэлементы, обладает антимикробными и антиоксидантными свойствами [7–10]. Водный, метанольный и этанольный экстракты горького миндаля обладают ингибирующим эффектом против ряда бактерий, в том числе таких как *Staphulococcus aureus* и *Eshcherichia coli* [11, 12]. Во всех частях миндаля (стеблях, побегах, корнях и семенах несозревших плодов) присутствует в основном моногликозид пруназин, а в семенах горького миндаля накапливается амигдалин [13]. Практическое значение имеет также семенная оболочка миндаля, которая богата полифенолами [14]. Получение, очистка и применение амигдалина, выделенного из горького миндаля, являются предметом исследования [15–21], однако главным тормозящим фактором широкого его применения в медицине является токсичность препарата. Сведения о химическом составе порошка, экстрактов и белка горького миндаля необходимы для разработки косметических и фармацевтических препаратов на их основе.

Комплексная переработка семян горького миндаля, выращенного в условиях жаркого климата, с получением экстрактов из жмыха и белка на его основе представляет интерес для фармацевтической и парфюмерно-косметической промышленности.

Цель исследования – определение химического состава порошка горького миндаля, получение водного и этанольного экстрактов, выделение и анализ белка из семян горького миндаля с установлением его аминокислотного состава.

### **Экспериментальная часть**

Объектом исследования служили семена горького миндаля, полученные из косточек горького миндаля, заготовленных в Бостанлыкском районе Ташкентской области Республики Узбекистан (сбор 2017 г). После удаления скорлупы из семян методом холодного прессования отжимали масло на установке «Akita jr». Остаток сушили при 40 °С до постоянной массы и измельчали в блендере. Средний размер частиц порошка устанавливали на основе ситового анализа.

Содержание азота в семенах горького миндаля определяли по методу Дьюма. Влажность порошка горького миндаля определяли по методике, описанной в литературе [22]. Определение зольности проводили путем сжигания навески в муфеле при температуре 600–800 °С в течение 2–3 ч до полного удаления органических веществ в золе.

Для определения содержания амигдалина в экстрактах использовали метод ВЭЖХ-масс-спектрометрии. Разделение проводилось на ВЭЖХ Agilent Technologies-1260 (USA) на колонке с обращенной фазой 2.1 × 150 мм (3.5 μ) Eclipse XDB (Agilent Technologies, USA). Методом ESI-масс-спектрометрии (электроспрей) получали масс-спектры веществ, используя масс-спектрометр 6420 Triple Quad LC/MS (Agilent Technologies, USA). Регистрацию масс-спектров образцов проводили с положительной ионизацией. Были выбраны следующие параметры масс-спектрометра: диапазон сканирования – 30-1100 м/z, расход газа осушителя – 4 л/мин, температура газа – 350 °С, давления газа на игле распылителя – 20 psi, температура испарителя – 350 °С, напряжение на коронарные иглы – 4 микроампер, напряжение на капилляре – 4500 В.

ИК-спектр белка горького миндаля в таблетках с КВг записаны (4000–400 см<sup>-1</sup>) на ИК-Фурье-спектрофотометре System 2000 фирмы Perkin-Elmer.

*Определение минерального состава порошка горького миндаля.* Элементный состав образцов горького миндаля проводили методом ICP-масс спектрального анализа на приборе ICP-MS (масс-спектрометр с индукционно-связанной плазмой) AT 7500. Для этого от порошка отбирали навески массой по 0.1 г в трех повторностях в термостойкие колбочки, приливали по 10 мл концентрированной азотной кислоты (HNO<sub>3</sub>), 1 мл хлорной кислоты (HClO<sub>4</sub>) и разлагали при нагревании на плитке до получения сухой массы (до постоянной массы).

Подготовленные таким образом пробы анализировали на масс-спектрометре с индукционно-связанной плазмой в режиме «Semiquant» по методу «TEST.M». Параметры прибора: мощность плазмы – 1200 Вт, время интегрирования – 0.1 сек. Калибровка прибора и количественный расчет проводились на основании мультиэлементного калибровочного стандарта фирмы «AgilentTechnologist» на 22 элемента (табл. 1).

*Выделение суммарного белка из измельченного порошка горького миндаля* [23, 24]. Для выделения белка из семян горького миндаля образец измельчали и обезжировали гексаном. 5 г обезжиренного и из-

мельченного горького миндаля экстрагировали 0.2 моль/л гидроксидом натрия (1 : 10). Экстракцию проводили при постоянном перемешивании на магнитной мешалке в течение 1 ч. Полученный экстракт центрифугировали на рефрижераторной центрифуге РС-6, при 3000 об./мин. в течение 20 мин. Затем раствор (супернатант) собирали, осадок удаляли из пробирок. Полученный над осадочный раствор обрабатывали сухим сульфатом аммония. Выделенный белок в виде суспензии оставляли на 16 ч в холодильнике. Затем центрифугировали при 6000 об./мин в течение 30 мин. Осадок собирали, растворяли в минимальном объеме воды и проводили диализ в проточной воде в течение 24 ч (для очистки от примесей). После диализа проводили лиофилизацию до образования осадка в виде белой массы.

*Выделение свободных аминокислот.* Осаждение белка и пептидов водного экстракта производили в центрифужных стаканах. Для этого к 1 мл исследуемого образца добавляли 1 мл (точный объем) 20% трихлоруксусной кислоты. Через 10 мин осадок отделяли центрифугированием при 8000 об./мин в течение 15 мин. Отделив 0.1 мл надосадочной жидкости, лиофильно высушивали.

*Для проведения аминокислотного анализа* 5 мг обезжиренного порошка горького миндаля гидролизуют 5 мл 5.7 моль/л HCl при 110 °C 24 ч без доступа воздуха. Гидролизат упаривали, сухой остаток растворяли в смеси триэтиламин-ацетонитрил-вода при соотношении 1 : 7 : 1 и высушивали. Эту операцию повторяли дважды для нейтрализации кислоты. Реакцией с фенилтиоизоцианатом получали фенилтиокарбонилпроизводные (ФТК) по методу, описанному в литературе [25].

*Анализ ВЭЖХ (фенилтиокарбомаил) производных свободных аминокислот.* Синтез ФТК проводили по методу Steven A., Cohen Daviel. Идентификацию ФТК-аминокислот проводили на хроматографе Agilent Technologies 1200 на колонке 75x4.6 mm Discovery HS C18. Раствор А: 0.14 М CH<sub>3</sub>COONa + 0.05% ТЭА рН 6.4, раствор В: CH<sub>3</sub>CN. Скорость потока – 1.2 мл/мин, поглощение – 269 нм. Градиент %/мин: 1–6% / 0–2.5 мин; 6–30% / 2.51–40 мин; 30–60% / 40.1–45 мин; 60–60% / 45.1–50 мин; 60–0% / 50.1–55 мин.

### Обсуждение результатов

После удаления околоплодной оболочки, масла и обезжиривания получили порошок горького миндаля. Образец сушили при температуре 40 °C до постоянной массы. Порошок представляет собой белую массу со слабым запахом. Средний размер частиц порошка горького миндаля оказался равным 1.23±0.05 мм. При растворении в воде порошок превращается в суспензию с характерным запахом горького миндаля. Прессование при получении масла горького миндаля можно осуществить, не удаляя околоплодную оболочку. Тогда при высушивании образуется порошок желтого цвета. Некоторые технологические свойства порошка горького миндаля приведены в таблице 1.

Потеря в массе при высушивании порошка составляет 6.5±0.25% (с оболочкой 6.3±0.25%). Выделение экстрактивных веществ из воды (при соотношении порошок : вода 1 : 10) составляет 13.2±0.35%. При использовании в качестве экстрагента этанола (соотношение порошок экстрагент 1 : 10) выход составляет 10.5±0.25%. Эти данные для порошка горького миндаля с оболочкой незначительно больше. Содержание амигдалина в порошке без оболочки составляет 3.24% (в порошке с оболочкой – 3.21%).

Методом ВЭЖХ-масс-спектрометрии разделили компонентный состав спиртового экстракта порошка горького миндаля. Установлено, что регистрация масс-спектров с положительной ионизацией дает возможность сканировать молекулярный фрагмент амигдалина [M+H]<sup>+</sup>=458. Время удерживания образца, содержащего 0.27 мг (100%) амигдалина, составляет 9.056 мин. (рис. 1 электронного приложения), тогда как 0.27 мг порошок горького миндаля содержит 3.24% амигдалина (рис. 2 электронного приложения). Время удерживания порошка, указанного на спектрах ВЭЖХ-масс-спектрометрии, составляет 8.879 мин.

Регистрация порошка водного экстракта горького миндаля имеет время удерживания 9.383 мин, а содержание амигдалина в образце – 0.0029% (рис. 3 электронного приложения). На рисунке 4 электронного приложения приведен хроматомасс-спектр спиртового экстракта амигдалина. Регистрация амигдалина в составе порошка имеет величину возникает при времени удерживания 8.879 мин, а содержание амигдалина равно 27.86%.

Таблица 1. Технологические свойства порошка горького миндаля

Технологические свойства	Размер частиц, мм	Потеря в массе при высушивании, %	Выход экстрактивных веществ, %		Содержание амигдалина, %
			в этаноле	в воде	
Порошок без оболочки	1.23±0.05	6.5±0.25	10.5±0.25	13.2±0.35	3.24
Порошок с оболочкой	1.27±0.04	6.3±0.25	10.7±0.25	13.7±0.32	3.21

Среднее значение влажности порошка горького миндаля оказалось равным 6.135%. Установлено, что зольность порошка горького миндаля – 5.91%. Содержание азота, определенное по методу Дюма, в порошке горького миндаля была равна 5.72 ( $\pm 0.2$ )%.

ICP-масс-спектральный анализ показывает наличие Mg, P, Ca, K, Si, Sr, Fe, Mn, B, Cu и других элементов в порошке горького миндаля (табл. 2).

Для изучения химического состава белка, полученного из семян косточек горького миндаля, проводили следующие операции: измельчение сырья, перевод белка в растворенное состояние (экстракция), выделение белка, его очистка и установление индивидуальности полимера. Общее содержание белка в составе горьком миндале оказалось равным  $35.25 \pm 0.2\%$ . Белок горького миндаля представляет собой белый порошок, растворимый в воде, pH 1% раствора – 5.23.

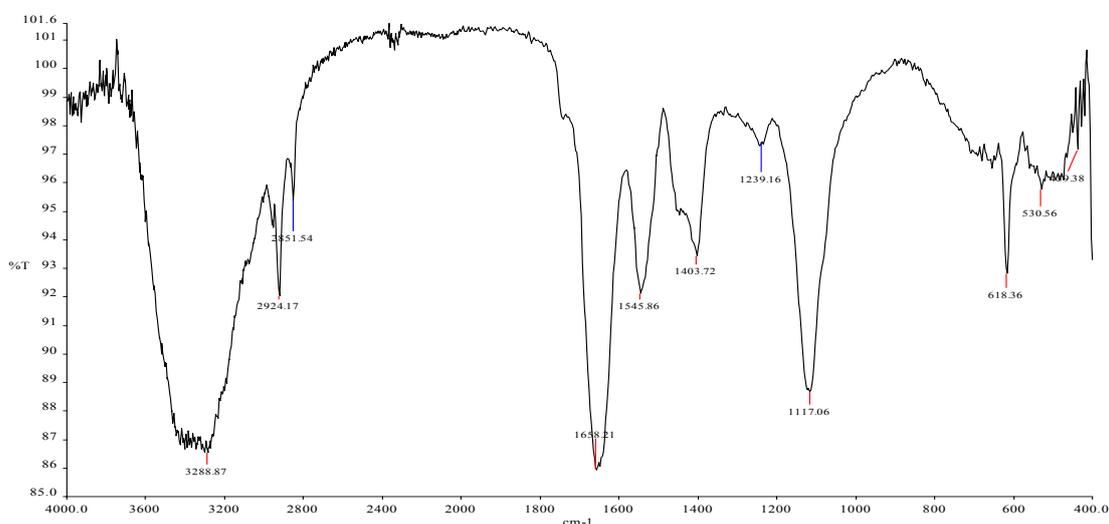
Для подтверждения подлинности белка был снят его ИК-спектр в таблетках с бромидом калия в интервале полос поглощения  $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ . Как следует из ИК-спектра (рис.), широкая полоса поглощения при  $3288\text{ см}^{-1}$  соответствует полосе поглощения NH-группы. Полоса поглощения при  $2924\text{ см}^{-1}$  может быть отнесена к деформационным колебаниям CH группы ( $\nu_{\text{CH}}$ ) и полоса поглощения при  $2851\text{ см}^{-1}$  – к колебаниям  $-\text{CH}_3$  групп ( $\nu_{\text{CH}_3}$ ). Полоса поглощения в области  $1658\text{ см}^{-1}$  обусловлена валентными колебаниями аминокарбонильных групп пептидной связи. В спектре найдены полосы поглощения при  $1545\text{ см}^{-1}$ , связанные с полосой амидной группой, плоские деформационные колебания CH группы при  $1403\text{ см}^{-1}$  и валентные колебания C-N связи при  $1219$  и  $1117\text{ см}^{-1}$ .

Для оценки питательной ценности и сбалансированности аминокислотного состава белка горького миндаля был проведен количественный анализ аминокислот в изученном образце методом хроматографии. Для этого образец белка подвергали гидролизу и получили следующий состав аминокислот (табл. 3).

Результаты анализа хроматографии показывают, что в составе белка (100 г) имеется 224.62 мг/г глутаминовой кислоты, 77.51 мг/г аспарагиновой кислоты, 79.15 мг/г аргинина, 44.42 мг/г глутамина, 41.95 мг/г аланина, 40.76 мг/г изолейцина, 32.4 мг/г цистеина и другие жизненно важные аминокислоты. Глицин является регулятором обмена веществ, нормализует и активизирует процессы защитного торможения центральной нервной системы, уменьшает психоэмоциональное напряжение, повышает умственную работоспособность. Данные анализа свидетельствует о том, что белок горького миндаля имеет высокую питательность и может быть рекомендован для усиления мужской силы. В 100 г белка содержание аргинина доходит до 79.15 мг, что указывает на питательную ценность белка горького миндаля.

Таблица 2. Содержание минеральных веществ в измельченном миндале (на 100 г продукта / % от массы золь)

Элементы	Al	Si	Ca	Na	K	Fe	Mg
Содержание, %	0.1	3	8	3	5	0.06	20
Элементы	P	Ba	Sr	B	Mn	Cu	Cr
Содержание, %	12	0.01	0.2	0.06	0.03	0.01	0.04



ИК-спектр белка горького миндаля

Таблица 3. Результаты аминокислотного анализа в гидролизате белка горького миндаля

Аминокислота	Из гидролизата белка, мг/г	Аминокислота	Из гидролизата белка, мг/г
Аспарагиновая кислота	77.51	Пролин	26.24
Глутаминовая кислота	224.62	Тирозин	23.38
Серин	19.88	Валин	33.90
Глицин	26.21	Метионин	4.36
Аспарагин	26.53	Изолейцин	40.76
Глутамин	44.42	Лейцин	31.73
Цистеин	32.40	Гистидин	12.45
Треонин	16.76	Триптофан	3.63
Аргинин	79.15	Фенилаланин	5.14
Аланин	41.95	Лизин	3.15

Такие белки ценны для питания мышц человека, особенно для спортсменов. Белок горького миндаля способен стимулировать гормон роста, приводит к омоложению организма, уменьшает подкожный жир человека. Он необходим для быстрой регенерации тканей, лечения суставов и профилактики иммунодефицита.

**Выводы**

1. Установлен элементный состав порошка горького миндаля после удаления масла. Хроматографическим методом установлено наличие 3.24% амигдалина в обезжированном порошке горького миндаля.
2. Найдено, что водный экстракт содержит 0.0029% амигдалина и в этанольном экстракте его содержание достигает до 27.86%.
3. Из порошка горького миндаля выделен и очищен белок с выходом 35.25±0.2%. Белок идентифицирован по ИК-спектроскопии и установлен аминокислотный состав белка горького миндаля после гидролиза, позволяющий оценить его пищевую ценность.

**Список литературы**

1. Geng H., Yu X., Lu A., Zhou B., Zhong L., Zhao Zh. Extraction, Chemical Composition, and Antifungal Activity of Essential Oil of Bitter Almond // *Int. J. Mol. Sci.* 2016. Vol. 17. N9. Pp. 1–14. DOI: 10.3390/ijms17091421.
2. Ma Y., Zhao Z., Li K., Ma X., Shi Q., Zhu H. Physicochemical property and fatty acid composition of bitter almond oil // *J. Chin. Cereals Oils Assoc.* 2008. Vol. 23. Pp. 99–102.
3. Kiu L., Yu X., Zao Zh., Zao L.X. Efficient Salt-aided Aqueous Extraction of Bitter Almond Oil // *J. of the Sci. of Food and Agric.* 2017. Vol. 97. N11. Pp. 63–69. DOI: 101002/isfa.8245.
4. Roncero J.M., Álvarez-Ortí M., Pardo-Giménez A, Gómez R, Rabadán A, Pardo J.E. Virgin almond oil: Extraction methods and composition // *Grasas Aceites.* 2016. Vol. 67. N3. e143. DOI: 10.3989/gya.0993152.
5. Zeeshan A. The Uses and Properties of Almond Oil // *Complement Ther. Clin. Pract.* 2010. Vol. 16. N1. Pp. 10–12. DOI: 10.1016/j.ctcp.2009.06.15.
6. Хамидов О.Ж., Тухтаев Х.Р., Аминов С.Н. Хроматографический анализ масла горького миндаля и свойства эмульсий, полученный на его основе // *Фармацевтический журнал.* 2019. №3. С. 71–76.
7. Li K., Shi Q., Zhu H., Tang D. Chemical compositions in bitter almond // *J. Northwest For. Univ.* 2004. Vol. 19. Pp. 124–126.
8. Li K., Shi Q., Zhu H., Tang D. Study on main nutrient composition of bitter almond // *Acta Agric. Boreal. Occident. Sin.* 2003. Vol. 12. Pp. 119–121.
9. Keser S., Demir E., Yilmaz O. Some Bioactive Compounds and Antioxidant Activities of the Bitter Almond Kernel (*Prunus dulcis* var. *amara*) // *J. of the Chem. Soc. of Pakistan.* 2014. Vol. 36. N5. Pp. 922–930.
10. Abtahi H., Ghazavi A., Karimi M. Synergistic Antimicrobial Effect of Tribulus terrestris and Bitter Almond Extracts // *J. Res. Med. Sci.* 2014. Vol. 16. N12. Pp. 55–58.
11. Abtahi H., Ghazavi A., Karimi M., Mollaghasemi S., Mosayebi G. Antimicrobial Activities of Water and Methanol Extracts of Bitter Apricot Seeds // *J. of Med. Sci.* 2008. Vol. 8. N4. Pp. 433–436. DOI: 10.3923/jms.2008.
12. Goma E.Z. In vitro antioxidant, antimicrobial, and antitumor activities of bitter almond and sweet apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernels // *Food science and biotechnology.* 2013. Vol. 22. N2. Pp. 455–463. DOI: 10.1007/s10068-013-0101-1.
13. Thodberg S., Del Cueto G., Mazzeo R., Pavan S., Lotti C., Dictnta F., Jakobsen Neilson E.H., Moller B.L., Sanchez-Perez R. Elucidation of the Amygdalin Pathway Reveals the Metabolic Basis of Bitter and Sweets Almonds (*Prunus dulcis*) // *Plant. Physiol.* 2018. Vol. 178. N3. Pp. 1096–1111. DOI: 10.1104 / pp.18.00922.
14. Isfahlan A.J., Mahmoodzadeh A., Hassanzadeh A., Heidar R. Antioxidant and antiradical activities of phenolic extracts from Iranian almond (*Prunus amygdalus* L.) hulls and shells // *Turk. J. Biol.* 2010. Vol. 34. Pp. 165–173. DOI: 10.3906/biy-0807-21.

15. Savic I.M., Nikolic V.D., Savic-Gajic I.M., Nikolic L.B., Ibric S.R., Gajic D.G. Optimization of technological procedure for amygdalin isolation from plum seeds (*Pruni domesticae semen*) // *Front. Plant Sci.* 2015. Vol. 6. P. 276. DOI: 10.3389/fpls.2015.00276.
16. Koo J.Y., Hwang E.Y., Cho S., Lee J.H., Lee Y.M., Hong S.P. Quantitative determination of amygdalin epimers from *Armeniaca* semen by liquid chromatography // *J. Chromatogr. B.* 2005. Vol. 814. Pp. 69–73. DOI: 10.1016/j.jchromb.2004.10.019.
17. Moradi B., Heidari-Soureshjani S., Asadi-Samani M., Yang Q. Characteristics of Bitter Almond // *Int. J. of Pharm. and Phytop. Research.* 2017. Vol. 7. N2. Pp. 1–9. DOI: 10.24896/eijppr.2017721.
18. Hwang E.Y., Lee J.H., Lee Y.M., Hong S.P. Reverse-phase HPLC separation of D-amygdalin and neoamygdalin and optimum conditions for inhibition of racemization of amygdalin // *Chem. Pharm. Bull.* 2002. Vol. 50. N10. Pp. 1373–1375. DOI: 10.3390/molecules22091425.
19. Qadir M., Fatima K. Review on Pharmacological Activity of Amygdalin // *Arch. Can. Res.* 2017. Vol. 5. N4. P. 160. DOI: 10.21767/2254-6081.1000160.
20. Li G.H., Liu Q., Sun F.J., Yang S.B. The influences of different processing methods on the toxicity and effect of relieving cough and asthma of *Semen Armeniaca* Amarum // *J. Chin. Mater. Med.* 2007. Vol. 29. Pp. 1247–1250. DOI: 10.3390/molecules22091425.
21. Juengel E., Tomas A., Rutz J., Makarevic J., Tsaur I., Nelson K., Haferkamp A., Blaheta R.A. Amygdalin inhibits the growth of renal cell carcinoma cells in vitro // *Int. J. Mol. Med.* 2016. Vol. 37. N2. Pp. 526–632. DOI: 10.3892/ijmm.2015.2439.
22. Jasval V., Paalanively J., Ramalingam C. Effects of the Gut microbiota on Amygdalin and its use as an anti-cancer therapy: Substantial review on the key components involved in altering dose efficacy and toxicity // *Biochem. and Biophys. Reports.* 2014. Vol. 14. Pp. 125–132. DOI: 10.1016/j.bbrep.2018.04.008.
23. Государственная фармакопея. 11-е изд. М., 1990. 154 с.
24. Ермаков А.И., Арасимович В.В. Методы биохимического исследования растений. М., 1982. 430 с.
25. Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии. М., 1980. 125 с.

*Поступила в редакцию 20 мая 2020 г.*

*После переработки 5 октября 2021 г.*

*Принята к публикации 30 января 2021 г.*

**Для цитирования:** Хамидов А.Ж., Тухтаев Х.Р., Аминов С.Н., Азимова Б.Ж. Переработка ядер горького миндаля и получение экстрактов на их основе // *Химия растительного сырья.* 2021. №2. С. 301–307. DOI: 10.14258/jcrpm.2021027775.

*Khamidov A.J., Tukhtaev H.R., Aminov S.N., Azimova B.J.\* PROCESSING OF BITTER ALMOND KERNELS AND OBTAINING EXTRACTS BASED ON THEM*

*Tashkent pharmaceutical Institute, pr. Aybeka, 45, Tashkent, 700095 (Uzbekistan),  
e-mail: baxt\_gulim@rocketmail.com*

Mountain almond kernels (seed) processing products are of practical interest as fungicidal, antimicrobial and antiviral substances, and also find application in medicine and cosmetics for various purposes. The composition and some technological properties of seeds of mountain almond seed (*Amygdalus communis L. varietas amara DC.*). Cultivated in the mountain zones (Bostanlyq) of Uzbekistan were studied. To obtain seeds from cold pressing, fatty oil was separated. The cake was degreased with organic solvents, the residues were dried and ground. Using gas-liquid chromatography, the presence of 3.24% amygdalin in the composition of crushed powder of bitter almonds was established. Spectral analysis of bitter almond powder showed the presence of Mg, P, Ca, K, Si, Sr, Fe, Mn, B, Cu and other elements. The nitrogen content of the powder determined by the Dume method was 5.72 ( $\pm 0.2$ )%. Aqueous and ethanol extracts were obtained from bitter almond powder with a yield of 10.5 and 13.2%. Chromatographic analysis of the composition of the extracts showed the presence of 0.0029% amygdalin in aqueous and 27.2% in ethanol extracts. Protein with a yield of 35.25 $\pm$ 0.2% was isolated from the studied powder of bitter almonds. The protein is purified by dialysis, centrifugation and identified by IR spectroscopy. The amino acid analysis of the composition of the hydrolyzate protein of bitter almonds showed the presence of glycine, aspartic acid, arginine, glutamine, alanine and other amino acids. Bitter almond seed powder, extracts and protein isolated from it are of practical interest for cosmetology practice.

*Keywords:* bitter almond powder, water and ethanol extraction, amygdalin, protein, protein hydrolysis, amino acid composition, chromatography.

---

\* Corresponding author.

## References

1. Geng H., Yu X., Lu A., Zhou B., Zhong L., Zhao Zh. *Int. J. Mol. Sci.*, 2016, vol. 17, no. 9, pp. 1–14. DOI: 10.3390/ijms17091421.
2. Ma Y., Zhao Z., Li K., Ma X., Shi Q., Zhu H. *J. Chin. Cereals Oils Assoc.*, 2008, vol. 23, pp. 99–102.
3. Kiu L., Yu X., Zao Zh., Zao L.X. *J. of the Sci. of Food and Agric.*, 2017, vol. 97, no. 11, pp. 63–69. DOI: 101002/isfa.8245.
4. Roncero J.M., Álvarez-Ortí M., Pardo-Giménez A., Gómez R., Rabadán A., Pardo J.E. *Grasas Aceites*, 2016, vol. 67, no. 3, e143. DOI: 10.3989/gya.0993152.
5. Zeeshan A. *Complement Ther. Clin. Pract.*, 2010, vol. 16, no. 1, pp. 10–12. DOI: 10.1016/j.ctcp.2009.06.15.
6. Khamidov O.Zh., Tukhtayev Kh.R., Aminov S.N. *Farmatsevticheskiy zhurnal*, 2019, no. 3, pp. 71–76. (in Russ.).
7. Li K., Shi Q., Zhu H., Tang D. *J. Northwest For. Univ.*, 2004, vol. 19, pp. 124–126.
8. Li K., Shi Q., Zhu H., Tang D. *Acta Agric. Boreal. Occident. Sin.*, 2003, vol. 12, pp. 119–121.
9. Keser S., Demir E., Yilmaz O. *J. of the Chem. Soc. of Pakistan*, 2014, vol. 36, no. 5, pp. 922–930.
10. Abtahi H., Ghazavi A., Karimi M. *J. Res. Med. Sci.*, 2014, vol. 16, no. 12, pp. 55–58.
11. Abtahi H., Ghazavi A., Karimi M., Mollaghasemi S., Mosayebi G. *J. of Med. Sci.*, 2008, vol. 8, no. 4, pp. 433–436. DOI: 10.3923/jms.2008.
12. Goma E.Z. *Food science and biotechnology*, 2013, vol. 22, no. 2, pp. 455–463. DOI: 10.1007/s10068-013-0101-1.
13. Thodberg S., Del Cueto G., Mazzeo R., Pavan S., Lotti C., Dictnta F., Jakobsen Neilson E.H., Moller B.L., Sanchez-Perez R. *Plant. Physiol.*, 2018, vol. 178, no. 3, pp. 1096–1111. DOI: 10.1104 / pp.18.00922.
14. Isfahlan A.J., Mahmoodzadeh A., Hassanzadeh A., Heidar R. *Turk. J. Biol.*, 2010, vol. 34, pp. 165–173. DOI: 10.3906/biy-0807-21.
15. Savic I.M., Nikolic V.D., Savic-Gajic I.M., Nikolic L.B., Ibric S.R., Gajic D.G. *Front. Plant Sci.*, 2015, vol. 6, p. 276. DOI: 10.3389/fpls.2015.00276.
16. Koo J.Y., Hwang E.Y., Cho S., Lee J.H., Lee Y.M., Hong S.P. *J. Chromatogr. B*, 2005, vol. 814, pp. 69–73. DOI: 10.1016/j.jchromb.2004.10.019.
17. Moradi B., Heidari-Soureshjani S., Asadi-Samani M., Yang Q. *Int. J. of Pharm. and Phytop. Research*, 2017, vol. 7, no. 2, pp. 1–9. DOI: 10.24896/eijppr.2017721.
18. Hwang E.Y., Lee J.H., Lee Y.M., Hong S.P. *Chem. Pharm. Bull.*, 2002, vol. 50, no. 10, pp. 1373–1375. DOI: 10.3390/molecules22091425.
19. Qadir M., Fatima K. *Arch. Can. Res.*, 2017, vol. 5, no. 4, p. 160. DOI: 10.21767/2254-6081.1000160.
20. Li G.H., Liu Q., Sun F.J., Yang S.B. *J. Chin. Mater. Med.*, 2007, vol. 29, pp. 1247–1250. DOI: 10.3390/molecules22091425.
21. Juengel E., Tomas A., Rutz J., Makarevic J., Tsaur I., Nelson K., Haferkamp A., Blaheta R.A. *Int. J. Mol. Med.*, 2016, vol. 37, no. 2, pp. 526–632. DOI: 10.3892/ijmm.2015.2439.
22. Jasval V., Paalanively J., Ramalingam C. *Biochem. and Biophys. Reports*, 2014, vol. 14, pp. 125–132. DOI: 10.1016/j.bbrep.2018.04.008.
23. *Gosudarstvennaya farmakopeya. 11 izd.* [State Pharmacopoeia. 11th ed.]. Moscow, 1990, 154 p. (in Russ.).
24. Yermakov A.I., Arasimovich V.V. *Metody biokhimeskogo issledovaniya rasteniy.* [Biochemical research methods of plants]. Moscow, 1982, 430 p. (in Russ.).
25. Kochetov G.A. *Prakticheskoye rukovodstvo po enzimologii.* [A practical guide to enzymology]. Moscow, 1980, 125 p. (in Russ.).

Received May 20, 2020

Revised October 5, 2021

Accepted January 30, 2021

**For citing:** Khamidov A.J., Tukhtaev H.R., Aminov S.N., Azimova B.J. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 2, pp. 301–307. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2021027775.

