

THE AMINO- AND FATTY ACID COMPOSITION OF SEEDS *CANAVALIA ENSIFORMIS* (L.) DC

Zh.N. Uvaniskanova^{*}, G.A. Seitimova¹, G.Sh. Burasheva¹, M.I. Choudhary²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Faculty of Chemistry and Chemical Technology,
Almaty, Kazakhstan

²International Center for Chemical and Biological Sciences, H.E.J. Research Institute of Chemistry and
Dr. Panjwani Center for Molecular Medicine and Drug Research, University of Karachi,
Karachi, Pakistan

*E-mail: zhuldyz.uvaniskanova@gmail.com

Abstract: *Introduction.* This study aims to analyze the amino- and fatty acid composition of *Canavalia ensiformis* (L.) DC. seeds using various analytical methods. The findings will support the development of a biologically active composition with potential applications in pharmaceuticals. *Objectives.* The study focuses on evaluating the amino- and fatty acid composition of *Canavalia ensiformis* seeds. *Methods.* Seed quality assessment was performed in accordance with the requirements of the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan. The *Canavalia ensiformis* seeds were extracted and subsequently fractionated using solvents with progressively increasing polarity. Chromatographic methods, including HPLC and GC-MS, were employed to analyze the amino and fatty acid composition. *Results and Discussion.* An optimal solvent was selected for the extraction process. The fatty acid composition was assessed through methylation, and a comparative analysis of amino acids in the butanol and aqueous extracts was conducted. *Conclusion.* The results provide a comprehensive understanding of the composition of *Canavalia ensiformis* seeds and offer insights into their potential use in developing biologically active compositions. This research holds significance for the pharmaceutical industry, as it opens new avenues for creating plant-based drugs with possible therapeutic benefits.

Keywords: *Canavalia ensiformis*, maceration, GC-MS, fatty acid, amino acid.

<i>Uvaniskanova Zhuldyz Naimangazykyzy</i>	Master of engineering sciences; Email: zhuldyz.uvaniskanova@gmail.com
<i>Seitimova Gulnaz Absattarovna</i>	PhD, Associated Professor; Email: sitigulnaz@mail.ru
<i>Burasheva Gaukhar Shahmanovna</i>	Doctor of Chemical Sciences, Professor; Email: gauharbur@mail.ru
<i>Muhammad Iqbal Choudhary</i>	D.Sc., PhD., Professor; Email: iqbal.choudhary@iccs.edu

Citation: Zh.N. Uvaniskanova, G.A. Seitimova, G.Sh. Burasheva, M.I. Choudhary. The amino- and fatty acid composition of seeds *canavalia ensiformis* (L.) DC. *Chem. J. Kaz.*, **2024**, 4(88), 103-112. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2024-4.2710-1185.53>

АМИНО- И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ СЕМЯН КАНАВИЛИИ МЕЧЕВИДНОЙ (CANAVALLIA ENSIFORMIS (L.) DC)**Ж.Н. Уванисканова^{1*}, Г.А. Сейтимова¹, Г.Ш. Бурашева¹, М.И. Чаудхари²**

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, факультет химии и химической технологии, Алматы, Казахстан

²Международный центр химических и биологических наук, Н.Е.Д. научно-исследовательский институт химии и Центр молекулярной медицины и исследований лекарств имени доктора Панжевани, Университет Карачи, Карачи, Пакистан

*E-mail: zhuldyz.uvaniskanova@gmail.com

Резюме: *Введение.* Настоящее исследование направлено на изучение аминокислотного состава семян *Canavalia ensiformis* (L.) DC с применением различных методов анализа. Результаты исследования будут использованы для создания биологически активной композиции с возможностью её применения в фармацевтике. *Целью* данной работы является оценка аминокислотного состава семян *Canavalia ensiformis*. *Методы исследования.* Доброкачественность семян проводилась в соответствии требованиями Государственной фармакопеи Республики Казахстан. Семена *Canavalia ensiformis* экстрагировали, после чего проводили обработку с последовательным повышением полярности растворителей. В данном исследовании аминокислотный состав семян проанализирован методами ВЭЖХ и ГХ-МС. *Результаты и обсуждения.* Проведен подбор оптимального растворителя. Изучен жирнокислотный состав методом метилирования. Кроме того, проведён сравнительный анализ аминокислот бутанольного и водного экстрактов. *Заключение.* Полученные результаты способствуют изучению состава семян *Canavalia ensiformis* и позволяют прогнозировать применение в разработке биологически активных композиций. Настоящее исследование имеет важное значение для фармацевтической отрасли, поскольку открывает новые возможности для создания препаратов на основе растительных компонентов с потенциальной терапевтической активностью.

Ключевые слова: *Canavalia ensiformis*, мацерация, ГХ-МС, жирные кислоты, аминокислоты.

<i>Уванисканова Жұлдыз Наймангазықызы</i>	<i>Магистр технических наук</i>
<i>Сейтимова Гульназ Абсаттаровна</i>	<i>PhD, ассоциированный профессор</i>
<i>Бурашева Гаухар Шахмановна</i>	<i>Доктор химических наук, профессор</i>
<i>Мухаммад Икбал Чаудхари</i>	<i>PhD, доктор, профессор</i>

1. Введение

Несмотря на значительный прогресс в использовании синтетических препаратов, средства природного происхождения занимают всё более важное место в клинической практике. Растительные фармакологически активные компоненты, как правило, обладают высокой биодоступностью, минимизируют побочные эффекты и характеризуются низкой токсичностью. Лекарственные растения содержат не только активные, но и вспомогательные и балластные вещества, которые совместно формируют общий терапевтический эффект, дополняя и усиливая действие активных компонентов [1]. Среди растительного сырья бобовые культуры особенно ценятся как источник белка, незаменимых аминокислот, пищевых волокон, витаминов группы В и минералов [2]. В связи с этим растёт интерес к изучению бобовых культур, обладающих уникальными фармакологически

активными компонентами, которые могут служить основой для создания эффективных и безопасных препаратов.

Canavalia ensiformis (L.) DC. относится к отряду *Fabales*, семейству *Fabaceae* Lindl., подсемейству *Faboideae*, произрастает в Центральной Америке и в Западной Индии и широко культивируется в тропических и субтропических регионах [3, 4]. В биохимических исследованиях семена *C. ensiformis* являются перспективным источником растительного белка, в частности конканавалина А (класс лектинов), который обладает способностью связываться с углеводными остатками на поверхности клеток [5-7]. Уреаза и лектин из *C. ensiformis* являются широко изученными белками и яркими примерами важности биологически активных соединений этого вида растений [8-10].

2. Экспериментальная часть

Объектом исследования являются семена *Canavalia ensiformis*, собранные во время плодоношения в окрестностях г. Карачи (Пакистан).

Измельчённые семена *C. ensiformis* (10 кг) экстрагировали путем мацерации в течение 72 часов при комнатной температуре, 80%-ным этанолом, трехкратно. Этанольный экстракт концентрировали на ротационном испарителе до получения густого экстракта (427 г). Густой экстракт растворяли в воде, а затем последовательно обработали следующими растворителями: *n*-гексан (85 г), дихлорметан (3.67 г), этилацетат (2.66 г) и *n*-бутанол (49 г). Каждый экстракт концентрировали. Качественный состав экстрактов исследовали методом тонкослойной (ТСХ) и бумажной (БХ) хроматографией.

Выделение метилпроизводных жирных кислот. Гексановый экстракт семян 200 мкл поместили в круглодонную колбу, добавили 4 мл 0.5М КОН в метаноле. Содержимое присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на водяной бане до кипения (15 мин.). После этого добавили 1,6 мл раствора HCl в метаноле (соотношение 4:1) и продолжали кипячение в течение 25 минут. Затем смесь охладили, добавили 8 мл дистиллированной воды, а затем 6 мл *n*-гексана. Содержимое колбы перенесли в стеклянную пробирку, обеспечив отделение слоя гексана. Гексановый слой осушили сульфатом натрия и отфильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0.45 мкм.

Состав жирных кислот анализировали на хроматографе Agilent 7890N, оснащенным масс-детектором Agilent system Triple Quad 7000A, в режиме EI при 70 эВ (диапазон m/z 40-600 а.е.м) с температурой ионов 250 °С и датчиком Agilent. Информационная система ChemStation. ГХ оснащен колонкой AGILENTDB-35-MS (30 м×320 мкм×0.25 мкм), инжектором без деления, нагреваемым при 200 °С, и пламенно-ионизационным детектором (FID) при 230 °С.

Аминокислотный состав экстрактов семян изучали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентной

детекцией (ВЭЖХ-FLD) с использованием жидкостного хроматографа Agilent 1200 (Agilent Technologies, США). Разделение проводили на хроматографической колонке Kinetex EVO C18 (4.6 ± 100 мм, 2.6 мкм) (Phenomenex, США). Проба подготовка экстрактов семян проводили согласно МВИ МН 1363-2000 [11].

Условия хроматографии:

Подвижная фаза А	AcN:MeOH:H ₂ O (45:45:10)
Подвижная фаза Д	10 мМ Na ₂ HPO ₄ , 10 мМ Na ₂ B ₄ O ₇ , 0.5 мМ NaN ₃ (рН=8.2)
Скорость потока	1.150 мл/мин
Температура колонки	40°С
Объем инъекции	5 мкл
Время остановки	16 мин

3. Результаты и обсуждение

Доброкачественность семян *Canavalia ensiformis* определяют по общепринятым методикам установленным в Государственной фармакопее РК I издания (Таб. 1). Влажность и общая зольность, являются ключевыми факторами контроля качества исследуемых растительных объектов [12].

Экстрактивные вещества в растительном сырье – это биологически активные соединения, извлекаемые с помощью различных растворителей. Такой подход позволяет определить оптимальный подбор растворителя для максимального выхода экстрактивных веществ, что важно для получения качественных растительных экстрактов. По результатам анализа, наибольший выход экстрактивных веществ выявлено при использовании 80%-ного раствора этанола (25.86%).

Таблица 1 – Показатели доброкачественности семян *Canavalia ensiformis*

Наименование растительного сырья	Влажность, %	Общая зола, %	Экстрактивность в 30% этаноле, %	Экстрактивность в 50% этаноле, %	Экстрактивность в 80% этаноле, %
<i>Canavalia ensiformis</i>	6.51	3.87	17.96	23.81	25.86

Гексановый экстракт семян *Canavalia ensiformis* исследован методом ГХ-МС, результате идентифицированы 13 соединений (Табл. 2). Наибольшее содержание в гексановом экстракте имеют два основных соединения – лупеол (42.04%), обладающий антиоксидантными и противовоспалительными свойствами [13], и 2-пирролидинон, 1-(9-октадецениловый) (18.92%).

Таблица 2 – ГХ-МС анализ гексанового экстракта семян *Canavalia ensiformis*.

Время удержания (мин)	Линейный индекс удерживания	Содержания, (%)	Наименование соединения	Брутто формула
22	1978	3.2	Этиловый эфир пальмитиновой кислоты	$C_{18}H_{36}O_2$
26	2185	6.3	Этиловый эфир олеиновой кислоты	$C_{20}H_{38}O_2$
26.2	2453	9.09	Пальмитоил этаноламид	$C_{18}H_{37}NO_2$
30.2	1389	1.69	Метилдодециловый эфир	$C_{13}H_{28}O$
32.5	2618	18.92	2-Пирролидинон, 1-(9-октадецениловый)	$C_{22}H_{41}NO$
32.6	2356	4.69	Пирролидин, 1-(1-оксо-7,10-гексадекраденильный)	$C_{20}H_{35}NO$
33.1	2572	1.18	Брассидиновая кислота	$C_{22}H_{42}O_2$
34.4	1431	8.44	2-диметиламиноэтиловый эфир октановой кислоты	$C_{12}H_{25}NO_2$
34.6	2330	1.96	2Н-Бензооксиренобензофуран-9-метил	$C_{19}H_{32}N_2O_3$
34.9	2453	0.5	Ацетат (эфир) дасикарипидана-1-метанола	$C_{20}H_{26}N_2O_2$
35.3	2705	0.87	2-Моноолеин	$C_{21}H_{40}O_4$
38.1	3942	1.11	1-Гептатриакотанол	$C_{37}H_{76}O$
46.8	2848	42.04	Лулеол	$C_{30}H_{50}O$

Получение метилпроизводных гексанового экстракта позволило идентифицировать 33 соединения методом ГХ-МС (Таб. 3). Высокое содержание *транс*-вакценовой кислоты (44.64%), являющейся важной ненасыщенной жирной кислотой, обладающей антиоксидантными и противовоспалительными свойствами [14], открывает возможности для её применения в области нутрицевтики.

Кроме того, обнаружено преобладание метиловых эфиров пальмитиновой (21.81%) и линолевой (15.8%) кислот, которые играют важную роль в метаболизме и могут оказывать влияние на здоровье человека.

Таблица 3 – Жирно-кислотный состав гексанового экстракта семян *Canavalia ensiformis* с помощью ГХ-МС анализа

Время удержания (мин)	Линейный индекс удерживания	Содержания (%)	Наименование соединения	Брутто формула
41.3	1680	0.32	Метилловый эфир миристиновой кислоты	C ₁₅ H ₃₀ O ₂
44	2085	0.02	Метилловый эфир олеиновой кислоты	C ₁₉ H ₃₆ O ₂
44.5	2085	0.05	Метилловый эфир олеиновой кислоты	C ₁₉ H ₃₆ O ₂
44.6	1779	0.29	Метилловый эфир пентадекановой кислоты	C ₁₆ H ₃₂ O ₂
47.5	1886	0.73	Метилловый эфир пальмитолеиновой кислоты	C ₁₇ H ₃₂ O ₂
47.7	1886	0.64	Метилловый эфир пальмитолеиновой кислоты	C ₁₇ H ₃₂ O ₂
48	1878	21.81	Метилловый эфир пальмитиновая кислоты	C ₁₇ H ₃₄ O ₂
50.8	1986	0.11	Метилловый эфир цис-10-гептадеценной кислоты	C ₁₈ H ₃₄ O ₂
50.9	1986	0.02	Метил-9-гептадеценат или 9-17:1	C ₁₈ H ₃₄ O ₂
51.1	1978	0.2	Метилловый эфир гептадекановой кислоты	C ₁₈ H ₃₆ O ₂
52.5	2041	0.15	Метил-2-гидроксигексадеканат	C ₁₇ H ₃₄ O ₃
54	2085	44.64	Метилловый эфир <i>транс</i> -вакценовой кислоты	C ₁₉ H ₃₆ O ₂
54.2	2093	15.8	Метилловый эфир линолевой кислоты	C ₁₉ H ₃₄ O ₂
54.3	2085	0.04	Метилловый эфир олеиновой кислоты	C ₁₉ H ₃₆ O ₂
54.7	2101	7.32	Метилловый эфир линоленовой кислоты	C ₁₉ H ₃₂ O ₂
61	2284	0.54	Метилловый эфир 11-эйкозеновой кислоты	C ₂₁ H ₄₀ O ₂
61.6	2276	0.16	Метилловый эфир эйкозеновой кислоты	C ₂₁ H ₄₂ O ₂
75.7	2475	0.12	Метилловый эфир докозеновой кислоты	C ₂₃ H ₄₆ O ₂
77.4	2402	0.59	Метилловый эфир 9,10-дигидрокси-, октадекановой кислоты	C ₁₉ H ₃₈ O ₄
79.3	2510	0.05	Метил 21-метилдокозаноат	C ₂₄ H ₄₈ O ₂
81.2	2674	0.57	Метилловый эфир тетракозеновой кислоты	C ₂₅ H ₅₀ O ₂
82.3	3093	0.1	2,2,4-Триметил-3-(3,8,12,16-тетраметилгептадецил-3,7,11,15-тетраметил)-циклогексанол	C ₃₀ H ₅₂ O
82.5	2773	0.12	Метилловый эфир пентакозеновой кислоты	C ₂₆ H ₅₂ O ₂

Продолжение таблицы 3

83.2	3094	0.07	Этиловый изо-аллохолат	$C_{26}H_{44}O_5$
83.5	2872	0.15	Метилвый эфир гексаказановой кислоты	$C_{27}H_{54}O_2$
85.6	3094	0.05	Этиловый изо-аллохолат	$C_{26}H_{44}O_5$
85.8	3094	0.02	Этиловый изо-аллохолат	$C_{26}H_{44}O_5$
88.3	2739	0.21	Стигмастерол	$C_{29}H_{48}O$
89.1	2731	0.09	β -Стигмастерол	$C_{29}H_{50}O$
90.4	3942	0.14	1-Гептатриакотанол	$C_{37}H_{76}O$
90.9	3094	0.04	Этиловый изо-аллохолат	$C_{26}H_{44}O_5$
91	3145	0.06	7,8-Эпоксиланостан-11-ол, 3-ацетокси-	$C_{32}H_{54}O_4$
91.4	2848	4.8	Лулеол	$C_{30}H_{50}O$

Ряд исследований [15–16] направлены на изучение аминокислотного состава семян с использованием методов, таких как замачивание, автоклавирование и применение различных растворителей, что связано с важной ролью аминокислот как структурных компонентов семян. Это послужило основанием для анализа аминокислотного состава экстрактов семян *C. ensiformis*, полученных на основе полярных растворителей, в результате которого идентифицировано 17 аминокислот (Табл. 4).

Таблица 4 – Аминокислотный состав бутанольного и водного экстрактов семян *Canavalia ensiformis*

Наименование аминокислот	мг/100 г	
	Водный экстракт	Бутанольный экстракт
Аспарагиновая кислота	1158.06	1221.31
Глутаминовая кислота	2049.82	2464.91
Серин	324.04	483.05
Гистидин	1114.32	2534.57
Глицин	284.52	744.37
Треонин	173.13	697.56
Аргинин	2317.14	889.38
Аланин	158.24	-
Тирозин	1363.71	566.09
Цистин	6837.45	-
Валин	-	580.59
Метионин	167.54	501.94
Триптофан	2639.54	426.57
Фенилаланин	2480.84	1079.38
Изолейцин	-	642.61
Лейцин	335.78	-
Лизин	132.48	258.59

Водный экстракт демонстрирует высокое содержание цистина (6837.45 мг/100 г) и триптофана (2639.54 мг/100 г), в то время как бутанольный экстракт содержит гистидин (2534.57 мг/100 г) и аспарагиновую кислоту (1221.31 мг/100 г). Валин и изолейцин не

обнаружены в водном экстракте, тогда как аланин, цистин и лейцин не выявлены в бутанольном экстракте. Это может свидетельствовать о низкой растворимости данных аминокислот в указанных растворителях, что подчеркивает важность правильного выбора экстрагента для эффективного извлечения аминокислот.

4. Заключение

1. Впервые начаты исследования химического состава семян *Canavalia ensiformis* (L.) DC заготовленные в г. Карачи (Пакистан), определена доброкачественность.

2. В результате анализа гексанового экстракта семян *Canavalia ensiformis* методом ГХ-МС обнаружены 13 соединений, с высоким содержанием лупеола (42.04%).

3. Впервые изучен жирнокислотный состав гексанового экстракта, в результате идентифицировано 33 соединения.

4. Проведен сравнительный анализ аминокислот бутанольного и водного экстрактов. В результате обнаружены 17 аминокислот, с преобладанием глутаминовой кислоты в водном 2049.82 мг/100 г и 2464.91 мг/100 г в бутанольном экстракте.

Финансирование: Данное исследование финансировано Министерством образования и науки Республики Казахстан (докторантская стипендия Жұлдыз Уванискановой).

Благодарности: Ж.У. выражает благодарность Научно-исследовательский институт химии Н.Е.Д. и Центр молекулярной медицины и исследований лекарственных средств имени доктора Панджвани при Университете Карачи (г. Карачи, Пакистан), за предоставленные условия для проведения её исследований.

Конфликт интересов: Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СЕМСЕР ТӘРІЗДІ КАНАВИЛИЯ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ (*CANAVALIA ENSIFORMIS* (L.) DC) АМИН ЖӘНЕ МАЙ ҚЫШҚЫЛЫ ҚҰРАМЫ

Ж.Н. Уванисканова^{1*}, *Г.А. Сейтимова*¹, *Г.Ш. Бурашева*¹, *М.И. Чаудхари*²

¹Әль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Химия және химиялық технологиялық факультеті, Алматы, Қазақстан

²Химия және биология ғылыми-зерттеу институты, доктор Пэнджвани дәрілік заттар мен препараттарды молекулалық зерттеу орталығы, Карачи университеті, Карачи, Пакистан

*E-mail: zhuldyz.uvaniskanova@gmail.com

Түйіндемe: *Kіріспе.* Бұл зерттеу әртүрлі талдау әдістерін қолдана отырып, *Canavalia ensiformis* (L.) DC. тұқымдарының амин және май қышқылдарының құрамын зерттеуге бағытталған. Зерттеу нәтижелері фармацевтикада қолдану мүмкіндігі бар биологиялық белсенді композицияны жасауға негіз болады. *Зерттеу мақсаты.* *Canavalia ensiformis* тұқымдарының амин және май қышқылының құрамын бағалау. *Зерттеу әдістері.* Тұқымның шынайлығы ҚР МФ талаптарына сәйкес жүргізілді. *Canavalia ensiformis* тұқымдары экстрактланды, оны еріткіштердің полярлығының жоғарылауымен фракциялау жүргізілді. Амин және май қышқылдарының құрамы ЖЭСХ және ГХ-МС хроматографиялық әдістерді қолдану арқылы талданады. *Нәтижелер мен талқылаулар.* Оңтайлы еріткіш түрі таңдалды. Май қышқылының құрамы метилдеу әдісімен зерттелді. Сонымен қатар, бутанол мен су сығындыларының аминқышқылдарына салыстырмалы талдау жасалды. *Қорытынды.* Алынған нәтижелер *Canavalia ensiformis* тұқымдарының құрамын

неғұрлым толық зерттеуге ықпал етеді және оның биологиялық белсенді композицияларды әзірлеуде қолданылуын болжауға мүмкіндік береді. Зерттеу жұмысының фармацевтика саласындағы маңыздылығы, емдік белсенділігі бар өсімдік негізіндегі препараттарды жасаудың жаңа мүмкіндіктерін ашады.

Түйінді сөздер: *Canavalia ensiformis*, мацерация, ГХ-МС, май қышқылдары, амин қышқылдары.

Уванисканова Жұлдыз Наймангазықы	<i>Техника ғылымдарының магистрі</i>
Сейтимова Гульназ Абсаттаровна	<i>PhD, қауымдастырылған профессор</i>
Бурашева Гаухар Шахмановна	<i>Химия ғылымдарының докторы</i>
Мухаммад Икбал Чаудхари	<i>PhD, доктор, профессор</i>

Список литературы:

- Gordon M. Cragg, David J. Newman Natural products a continuing source of novel drug leads. *Biochim Biophys Acta.*, **2013**, 1830, 3670–3695. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2013.02.008>
- Божко С.Д., Ершова Т.А., Чернышова А.Н., Черногор А.М. Бобовые культуры - перспективное сырье для пищевой промышленности, *Жур. АПК*, № 2, **2020**, 59-64. DOI: <https://doi.org/10.24411/2311-6447-2020-10043>
- Abitogun A.S., Olasehinde E.F. Nutritional Evaluation of Seed and Characterization of Crude Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) OIL. *Jour. of Applied Chemistry.*, **2012**, 1, 36-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.9790/5736-0163640>
- Fiametta A. P., Vincenzo F., Norbert C.A. de Ruijter, Edoardo C. Chemical and microstructural characterization of easy- and hard-to-cook Jack bean (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) collections. *LWT*, **2023**, 189, 115451. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115451>
- Carlini C.R., Ligabue-Braun R. Ureases as multifunctional toxic proteins: A review. *Toxicon*, **2016**, 110, 90-109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2015.11.020>
- Morris J.B. Sword bean (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) genetic resources regenerated for potential medical, nutraceutical and agricultural traits. *Genetic Resou. and Crop.*, **2007**, 54, No.3, 585-592. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-006-0015-3>
- Bogoeva V. P., Petrova L. P., Trifonov A. A. New Activity of a Protein from *Canavalia ensiformis*. *Sci Pharm.*, **2014**, 82, 825–834. DOI: <https://doi.org/10.3797/scipharm.1404-09>
- Sá C.A., Vieira L.R., Pereira Almeida Filho L.C., Real-Guerra R., Lopes F.C., Souza T.M. et al. Risk assessment of the antifungal and insecticidal peptide Jaburetox and its parental protein the Jack bean (*Canavalia ensiformis*) urease. *Food Chem Toxic.*, **2020**, 136, 10977. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110977>
- Sridhar K.R., Seena S. Nutritional and antinutritional significance of four unconventional legumes of the genus *Canavalia* – A comparative study. *Food Chem.*, **2006**, 99, No.2, 267-288. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.049>
- Fiametta A.P., Christien W., Keumwoo L., Vincenzo F., Edoardo C. Proximate composition, microstructure, and protein and starch digestibility of seven collections of Jack bean (*Canavalia ensiformis*) with different optimal cooking times. *Food Research Inter.*, **2023**, 170, 112956. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112956>
- МВИ.МН 1363-2000. Метод по определению аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Минск. **2000**. 22 с.
- Государственная Фармакопея РК. Алматы, **2008**. 1, 591.
- Jun S.P., Inayat U.R., Kyonghwan C., Riaz A., Hyeon J.L., Myeong O.K. A Triterpenoid Lupeol as an Antioxidant and Anti-Neuroinflammatory Agent: Impacts on Oxidative Stress in Alzheimer's Disease, *Nutrients* **2023**, 15, 3059. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu15133059>
- Akhilraj B.C., Suresh J., Rajamani K., Kumar M., Gnanam R. GC-MS Investigation of Unidentified Pharmaceutical ability of Indigenous herbaceous vine, *Tinospora cordifolia*'s fruits, *Research J. Pharm. and Tech.*, **2024**; 17(2), 612-618. DOI: <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2024.00095>

15. Kanetro B., Muhamad R., Dwiayati P., Nurul H., *Curr. Res. Nutr Food Sci Jour.*, **2021**, 9(3), 812-822. DOI: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.9.3.09>

16. Yarlina, V.P., Djali, M. Andoyo, R. Lani, M.N. Rifqi, M. Effect of Soaking and Proteolytic Microorganisms Growth on the Protein and Amino Acid Content of Jack Bean Tempeh (*Canavalia ensiformis*), *Processes*, **2023**, 11, 1161. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr11041161>

References

1. Gordon M. Cragg, David J. Newman Natural products a continuing source of novel drug leads. *Biochim Biophys Acta.*, **2013**, 1830, 3670–3695. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2013.02.008>

2. Bozhko S.D., Ershova T.A., Chernyshova A.N., Chernogor A.M., Бобовые культуры - перспективное сырье для пищевой промышленности, *Jour. APK.*, **2020**, № 2, 59-64. DOI: <https://doi.org/10.24411/2311-6447-2020-10043>

3. Abitogun A.S., Olasehinde E.F. Nutritional Evaluation of Seed and Characterization of Crude Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) OIL. *Jour. of Applied Chemistry.*, **2012**, 1, 36-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.9790/5736-0163640>

4. Fiametta A.P., Vincenzo F., Norbert C.A. de Ruijter, Edoardo C. Chemical and microstructural characterization of easy- and hard-to-cook Jack bean (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) collections. *LWT*, **2023**, 189, 115451. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115451>

5. Carlini C.R., Ligabue-Braun R. Ureases as multifunctional toxic proteins: A review. *Toxicon*, **2016**, 110, 90-109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2015.11.020>

6. Morris J.B. Sword bean (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) genetic resources regenerated for potential medical, nutraceutical and agricultural traits. *Genetic Resou. and Crop*. **2007**, 54, No.3, 585-592. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-006-0015-3>

7. Bogoeva V. P., Petrova L. P., Trifonov A. A. New Activity of a Protein from *Canavalia ensiformis*. *Sci Pharm.*, **2014**, 82, 825–834. DOI: <https://doi.org/10.3797/scipharm.1404-09>

8. Sá C.A., Vieira L.R., Pereira Almeida Filho L.C., Real-Guerra R., Lopes F.C., Souza T.M. et al. Risk assessment of the antifungal and insecticidal peptide Jaburetox and its parental protein the Jack bean (*Canavalia ensiformis*) urease. *Food Chem Toxic.*, **2020**, 136, 10977. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110977>

9. Sridhar K.R., Seena S. Nutritional and antinutritional significance of four unconventional legumes of the genus *Canavalia* – A comparative study. *Food Chem.*, **2006**, 99, No.2, 267-288. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.049>

10. Fiametta A.P., Christien W., Keumwoo L., Vincenzo F., Edoardo C. Proximate composition, microstructure, and protein and starch digestibility of seven collections of Jack bean (*Canavalia ensiformis*) with different optimal cooking times. *Food Research Inter.*, **2023**, 170, 112956. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112956>

11. MM 1363-2000. A method for determining amino acids in food products using high performance liquid chromatography. Minsk. **2000**. P. 22.

12. The State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan. Almaty, **2008**, 1, 591. (In Russian).

13. Jun S.P., Inayat U.R., Kyonghwan C., Riaz A., Hyeon J.L., Myeong O.K. A Triterpenoid Lupeol as an Antioxidant and Anti-Neuroinflammatory Agent: Impacts on Oxidative Stress in Alzheimer's Disease, *Nutrients.*, **2023**, 15, 3059. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu1513059>

14. Akhilraj B.C., Suresh J., Rajamani K., Kumar M., Gnanam R. GC-MS Investigation of Unidentified Pharmaceutical ability of Indigenous herbaceous vine, *Tinospora cordifolia*'s fruits, *Research J. Pharm. and Tech.*, **2024**, 17(2), 612-618. DOI: <https://doi.org/10.52711/0974-360X.2024.00095>

15. Kanetro B., Muhamad R., Dwiayati P., Nurul H., *Curr. Res. Nutr Food Sci Jour.*, **2021**, 9(3), 812-822. DOI: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.9.3.09>

16. Yarlina, V.P., Djali, M. Andoyo, R. Lani, M.N. Rifqi, M. Effect of Soaking and Proteolytic Microorganisms Growth on the Protein and Amino Acid Content of Jack Bean Tempeh (*Canavalia ensiformis*), *Processes*, **2023**, 11, 1161. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr11041161>