

Ақылжан Туралиевич Кожабергенов – ассоциированный профессор кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов», Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Қазақстан; e-mail: kozhabergenov79@mail.ru.

Венера Серикбаевна Жамурова – ассоциированный профессор кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов», Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Қазақстан; e-mail: winni80@mail.ru.

Information about the authors

Perizat Bakytzhanovna Ashimova – Doctoral student of the Department of Food Biotechnology; Almaty Technological University, Kazakhstan; e-mail: ashimova_perizat@mail.ru.

Asiya Demeukhanovna Serikbayeva – Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology and Food Safety, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan; e-mail: serikbayeva@yandex.kz.

Galia Tleukhanovna Tumenova – Professor of the Department of Food Security. Kazakhstan; e-mail: g.tumenova@mail.ru.

Akylzhan Turalievich Kozhabergenov – Associate Professor of the Department of Technology and Food Safety, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan; e-mail: kozhabergenov79@mail.ru.

Venera Serikbaevna Zhamurova – Associate Professor of the Department of Technology and Food Safety, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan; e-mail: winni80@mail.ru.

Редакцияға енуі 07.10.2024

Өңдеуден кейін түсуі 02.12.2024

Жариялауға қабылданды 03.12.2024

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-4\(16\)-31](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-4(16)-31)

FTAXP: 31.27.21



Н. Мұратжанқызы^{1*}, Ә.Л. Қасенов², С.Д. Токаев², Г.Б. Абдилова¹, Б.А. Лобасенко³

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,

071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

²С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,

010011, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62

³Кемерово мемлекеттік университеті,

650000, Ресей Федерациясы, Кемерово қ., Красная к-сі, 6

*e-mail: nazerkemuratzhankyzy1990@gmail.com

ЖЕРГІЛІКТІ ЖЕРДЕ ӨСЕТІН ШЫРҒАНАҚ ӨНІМІНІҢ ДӘРУМЕНДІК ҚҰРАМЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа: Бұл мақалада тамақ өнімдерін құнды дәрумендермен және минералдармен одан әрі байыту үшін зерттеу объектісі ретінде алынған жергілікті жерде өсетін жабайы шырғанақ өнімін талдау нәтижесі сипатталады.

Шырғанақ бірқатар маңызды биологиялық белсенді қосылыстардың құнды көзі болып табылады. Оның жемістерінде суда және майда еритін витаминдер, липидтер, полифенолдар, көмірсулар, амин қышқылдары және минералдар бар. Дегенмен, оның құрамында жоғары физиологиялық белсенділігі бар және бірқатар ауруларды емдеуде қолданылатын бірегей майдың болуына байланысты үлкен қызығушылық тудырады.

Аналитикалық мақсатта қолданылатын тиімділігі жоғары сұйық хроматографсына қысқаша сипаттама берілді. Талдау үшін дәрумендердің стандартты ерітінділері, фосфор қышқылы, сұйық хроматографияға арналған ацетонитрил қолданылды. Дәрумендерді анықтау тәсілінде талданатын сынаманы дайындаудан бастаймыз және талдау жасаудың сатылы жолы көрсетілді.

Талдау нәтижесіндегі тағамдық құндылығы сақиналы диаграмма түрінде берілді және шырғанақ құрамында айтарлықтай, яғни 81-89 % судың болатындығы байқалды, сондықтан ол шырынды жемістер тобына кіреді. Шырғанақ құрамында ағзаның дұрыс қалыптасуына пайдалы майда және суда еритін дәрумендер (Е, В тобы) мен макро- және микро- элементтерге бай екендігі анықталды.

Түйін сөздер: шырғанақ, дәрумендер, минералдық құрам, жоғары тиімді сұйықтық хроматографы (ЖТСХ), сынаманы дайындау әдісі.

Кіріспе

Адамның тамақтануы-ағзаның тіндерін қалпына келтіру және құру, олардың өсуі, дамуы және қалыпты жұмыс істеуі үшін негізгі биологиялық қажеттілігі. Тұрақты тамақтану метаболикалық процестердің үздіксіздігін, қалыпты денсаулық пен жұмысқа қабілеттілігін арттырады. Қалыпты өмір сүру үшін дұрыс тамақтану керек, яғни ағзаны жеткілікті мөлшерде ақуыздармен, көмірсулармен, майлармен, дәрумендермен, микроэлементтермен қамтамасыз ететін өнімдердің жиынтығы болуы керек. Осындай өнім топтарының бірі-жемістер мен жидектер, олардың тағамдық қасиеттері мен таралуына байланысты өңдеу өнеркәсібі кәсіпорындары үшін маңызды шикізат базасы бола алады [1, 2].

Соңғы жылдары шырғанақ экологиялық құндылығы мен денсаулыққа әсер етудің қолайлы әлеуетіне байланысты бүкіл әлемде танылды. Құрамында шырғанақ бар азық-түлік өнімдері көптеген Еуропа елдерінде пайдалы тағам ретінде танымал бола бастады. Шырғанақ шырындар, кәмпиттер, желе, джемдер, алкогольдік немесе алкогольсіз сусындар мен сүт өнімдерін қоса алғанда, нарықтағы әртүрлі тағамдардың ингредиенті ретінде қолданылады. Қазақстанда жабайы өсетін шырғанақтарының едәуір қоры бар.

Шырғанақ тамақ өнеркәсібінде, медицинада және халық шаруашылығының басқа салаларында кеңінен қолданылады. Оның жемістерінде суда және майда еритін дәрумендер (А, В1, В2, В3, В6, С), липидтер, полифенолдар, көмірсулар, амин қышқылдары, минералдар бар [3].

Шырғанақтың жабайы түрлері еліміздің көптеген аймақтарында кеңінен өседі және мәдени сорттар сияқты тамақ және өңдеу өнеркәсібі үшін құнды шикізат ретінде пайдаланылуы мүмкін, өйткені олардың құрамында биологиялық белсенді заттар жеткілікті [4].

Зерттеу объектілері мен әдістері

Зерттеу объектісі ретінде жергілікті жерде өсетін шырғанақ өнімі алынды.

Сынамалардағы дәрумендерді анықтау Shimadzu LC-20 Prominence сұйық хроматографында (сурет 1), градиентті элюирлеумен жүргізілді. Дәрумендерді бөлу үшін 25 см*4,7 мм supelco C18 хроматографиялық баған қолданылды. Жұмыс кезінде негізгі бағанды ластанудан қорғау үшін бағаналды бағанмен жабдықталған. Сынамалар автосамплермен енгізілді. Енгізілген сынаманың көлемі 10 мкл болды. Жұмыста дәрумендердің стандартты ерітінділері (Sigma-Aldrich, АҚШ), фосфор қышқылы 85% (Sigma-Aldrich, АҚШ), «ЖТСХ» PR-V Германия сұйық хроматографияға арналған ацетонитрил қолданылды [5, 6].

Сынама дайындау: Дәрумендерді анықтау тәсілінде талданатын өнімнің ілмегінен анықталатын дәруменді алу, сығындыны сүзу, центрифугалау, сондай-ақ баған үшін баған, газсыздандырғыш және термостатты қолдана отырып, ТЖСХ әдісімен сынаманы хроматографиялау жүзеге асырылады, мұнда жылжымалы фаза а- (0,6% – фосфор қышқылы) рН 1,5-1,8 жылжымалы фаза пайдаланылады; жылжымалы фаза Б-ацетонитрил.



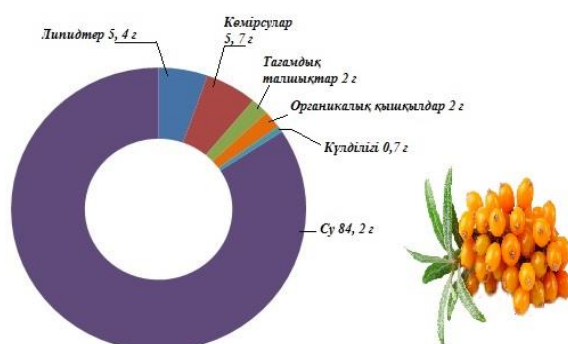
Сурет 1 – Жоғары тиімді сұйықтық хроматографы (ЖТСХ)

Талданатын өнім – шырғанақты біртекті күйге келтіріп, 0,0005 г аспайтын қателікпен өлшейміз. В1, В2, В6 дәрумендерінің экстракциясын алу үшін 16 мл 0,01 моль/дм³ HCl енгіземіз. Шырғанақтың дәл навескасы сыйымдылығы 250 мл шыны колбаға салынады, экстрагентпен құйылады және ультрадыбыстық ваннаға салынады, содан кейін араластырғыш құрылғыда 15 минут салқындатылады. Центрифугалау 7500-8000 айн/мин жылдамдықта 4-5 минут жүргізіледі, содан кейін центрифугат 25 мл колбаға құйылады. Центрифугалау арқылы жуу 10 мл экстрагентпен 1 рет жүзеге асырылады. Біріктірілген

центрифугат ионсыздандырылған сумен белгіленеді және механикалық қоспалардан тазарту үшін тесік диаметрі 0,45 мкм мембраналық сүзгі арқылы сүзіледі. Алынған сорғыш виалкаларға ауыстырылады және кері фазалық нұсқаны, градиентті элюирлеуді пайдаланып талдайды, баған температурасы 200°C, ағынның элюирлеу жылдамдығы – 0,8 мл/мин. Спектрофотометриялық детекторға қарағанда нафлуориметриялық детекторда дәрумендердің бөлінуі жақсы жүреді. Хроматография шарттарын тағайындау кезінде біз 2 детекторды қосатындықтан, флуори детекторында жақсы бөлуді байқай аламыз. Үлгілердегі дәрумендердің концентрациясы 100 грамм өнімге есептеледі.

Ғылыми нәтижелер және оларды талқылау

Зерттеу барысында тамақ өнімдерін құнды дәрумендер мен минералдармен одан әрі байыту үшін жергілікті жерде өсетін шырғанақтың құрамы талданды. Зерттеу нәтижесі бойынша жеміс жұмсағы жемістің орташа есеппен 85%, қабығы 8,73%, тұқымы 6,27% құрады (сурет 2). Шікі массадағы липидтердің жалпы мөлшері жұмсағы үшін 6,8%, қабығы үшін 8,5% және тұқымдар үшін 6,1% құрады. Шырғанақ жемістерінің тағамдық құндылығы 2-суретте көрсетілген және орташа есеппен 5,4 г липидтер, 5,7 г көмірсулар, 2 г диеталық талшық, 2 г органикалық қышқылдар, 0,7 г күл, 84,2 г су құрады. Шырғанақ жемістерінің энергетикалық құндылығы 76,2 кКал.



Сурет 2 – Сынама жемістерінің тағамдық құндылығы

Шырғанақ құрамында ағзаның дұрыс қалыптасуына пайдалы майда және суда еритін дәрумендер (Е, В тобы) мен макро- және микро- элементтерге бай екендігі анықталды. Токоферолдардың құрамы бойынша шырғанақ жемісі барлық жеміс-жидек дақылдарынан асып түседі (мүкжидекті қоспағанда) (1, 2 кесте).

1 кесте – Шырғанақтың дәрумендік құрамы

Сынама атауы	Дәрумендік құрам, мг/кг		
	В6 (пиридоксин)	В1 (тиамин)	Е (токоферол)
Шырғанақ	0,423649	0,019851	4,423533

Калий – су балансын реттейді және қан қысымын қалыпты ұстайды. Кальций – сау сүйектер мен тістер үшін өте маңызды. Магний – энергия алмасуына және бұлшықеттердің релаксациясына қатысады. Темір – гемоглобинді көтеруге және анемияның алдын алу үшін маңызды. Және де мырыш, мыс, марганец бар [7, 8].

2 кесте – Шырғанақтың минералды құрамы

Спектр	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Fe
Бірінші	32,8	16,6	4,6	6,2	8,2	8,2	2,8	15,4	2,4	2,9
Екінші	33,5	16,2	2,5	6,7	7,5	8,1	4,6	15,1	3,7	2,1
Үшінші	19,7	10,5	4,2	9,1	12,1	11,7	8,2	20,9	3,7	-

Қорытынды

Шырғанақ жемістері Е дәруменіне, каротиноидтарға, фитостеролдарға және ішкі және жергілікті ауруларды емдеуге пайдалы емдік қасиеттері бар маңызды май қышқылдарына бай.

Шырғанақта жүрек, тері проблемалары, тері инфекциялары, қабыну, буын ауруы, депрессия және т.б. үшін қолданылатын әртүрлі қоректік заттар бар. Шырғанақ қанды

бақылауда ұстауға және 2 типті қант диабетінен қорғауға көмектеседі. Адамдарға жүргізілген шағын зерттеу теңіз шырғанағын жеу тамақтанғаннан кейін бірден инсулин секрециясын бақылауға көмектесетінін көрсетеді [9].

Шырғанақ шырынын алуға арналған жабдықты жетілдіру барысында жабайы шырғанақтың құрамын зерттеу маңызды этапқа жатады.

Шырғанақ шикізатын тамақ өнімдеріне қосу арқылы, өнімдер С дәрумені (316-1000 мг/100 г), А (11 мг/100 г), Е дәрумені (8-18 мг/100 г), Р дәрумені (1000 мг/100 г дейін), В1, В2, В9, РР және К дәрумендері, сондай-ақ әртүрлі микроэлементтер, фенолдық қосылыстар, органикалық қышқылдар сияқты құнды қоректік заттармен байытылады. Сонымен қатар, шырғанақ өнімін тамақ өнімдерін өндіруде қоспа ретінде пайдалану ассортиментті кеңейтеді, тағамдық құндылығы мен тұтынушылық сипаттамаларын арттыруға ықпал етеді [10].

Әдебиеттер тізімі

1. Tahseen F.M. Functional Food / F.M. Tahseen // A Review. European Academic Research. – 2016. – Vol. IV – September.
2. Functional foods and their impact on health. / M.M. Essa et al // Journal of Food Science and Technology. – 2023. – Vol. 60. – P. 820-834.
3. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmoceuticals / M.B. Lalit et al // Food Research International. – 2011. – № 44. – P. 1718-1727.
4. Никулина Е.О. Облепиховый шрот как функциональный ингредиент для создания продуктов функционального назначения. / Е.О. Никулина, Г.В. Иванова, О.Я. Кольман // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 10(109). – P. 98-105.
5. Сычев К.С. Практическое руководство по жидкостной хроматографии / К.С. Сычев. – Москва: Техносфера, 2010. – 272 с.
6. Высокоэффективная жидкостная хроматография поколения LC-20 буклет – [Электрон. ресурс]. – URL: <https://www.shimadzu.com/>.
7. Mineral Composition of Sea Buckthorn / Zh. Tokhtarov et al // Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences. – 2016. – № 7(4). – P. 1373-1377.
8. Nieder R. Macro- and Secondary Elements and Their Role in Human Health. / R. Nieder, D.K. Benbi, F.X. Reichl // In: Soil Components and Human Health. Springer, Dordrecht. – 2018. https://doi.org/10.1007/978-94-024-1222-2_6.
9. Рожнов Е.Д. Научно-практические основы технологий напитков из облепихи крушиновидной (*hipporhae rhamnoides* L.) повышенной стабильности: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.07 / Рожнов Евгений Дмитриевич; ФГБОУ ВО «Уральский гос. экон. уни-т»; науч. рук. М.Н. Школьников. – Екатеринбург. – 2021. – 367 с.
10. Использование порошка облепихи в производстве кондитерских изделий / Н.Н. Типсина и др. // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 5 – с. 223-228.

References

1. Tahseen F.M. Functional Food / F.M. Tahseen // A Review. European Academic Research. – 2016. – Vol. IV – September. (In English).
2. Functional foods and their impact on health. / M.M. Essa et al // Journal of Food Science and Technology. – 2023. – Vol. 60. – P. 820-834. (In English).
3. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmoceuticals / M.B. Lalit et al // Food Research International. – 2011. – № 44. – R. 1718-1727. (In English).
4. Nikulina E.O. Oblepikhovyi shrot kak funktsional'nyi ingredient dlya sozdaniya produktov funktsional'nogo naznacheniya. / E.O. Nikulina, G.V. Ivanova, O.YA. Kol'man // Vestnik KraSGAU. – 2015. – № 10(109). – R. 98-105. (In Russian).
5. Sychev K.S. Prakticheskoe rukovodstvo po zhidkostnoi khromatografii / K.S. Sychev. – Moskva: Tekhnosfera, 2010. – 272 s. (In Russian).
6. Vysokoeffektivaya zhidkostnaya khromatografiya pokoleniya LC-20 buklet – [Ehlektron. resurs]. – URL: <https://www.shimadzu.com/>. (In Russian).
7. Mineral Composition of Sea Buckthorn / Zh. Tokhtarov et al // Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences. – 2016. – № 7(4). – R. 1373-1377. (In English).

8. Nieder R. Macro- and Secondary Elements and Their Role in Human Health. / R. Nieder, D.K. Benbi, F.X. Reichl // In: Soil Components and Human Health. Springer, Dordrecht. – 2018. https://doi.org/10.1007/978-94-024-1222-2_6. (In English).
9. Rozhnov E.D. Nauchno-prakticheskie osnovy tekhnologii napitkov iz oblepikhi krushinovidnoi (hippophae rhamnoides L.) povyshennoi stabil'nosti: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.07 / Rozhnov Evgenii Dmitrievich; FGBOU VO «Ural'skii gos. ehkon. uni-T»; nauch. ruk. M.N. Shkol'nikova. – Ekaterinburg. – 2021. – 367 s. (In Russian).
10. Ispol'zovanie poroshka oblepikhi v proizvodstve konditerskikh izdelii / N.N. Tipsina i dr. // Vestnik KraSGAU. – 2013. – № 5 – s. 223-228. (In Russian).

Н. Муратжанкызы^{1*}, А.Л. Касенов², С.Д. Токаев², Г.Б. Абдилова¹, Б.А. Лобасенко³

¹Университет имени Шакарима города Семей,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,

010011, Республика Казахстан, г. Астана, проспект Победы, 62

³Кемеровский Государственный университет,

650000, Российская Федерация, г. Кемерово, ул. Красная, 6

*e-mail: nazerkemuratzhankyzy1990@gmail.com

АНАЛИЗ ВИТАМИННОГО СОСТАВА ОБЛЕПИХОВОГО ПРОДУКТА МЕСТНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ

В данной статье описан результат анализа продукции местной дикорастущей облепихи, взятой в качестве объекта исследования для дальнейшего обогащения пищевых продуктов ценными витаминами и минералами.

Облепиха является ценным источником ряда важных биологически активных соединений. Его плоды содержат водорастворимые и жирорастворимые витамины, липиды, полифенолы, углеводы, аминокислоты и минералы. Тем не менее, он представляет большой интерес из-за наличия в нем уникального масла, которое обладает высокой физиологической активностью и используется при лечении ряда заболеваний.

Дано краткое описание высокоэффективного жидкостного хроматографа, используемого в аналитических целях. Для анализа использовались стандартные растворы витаминов, фосфорная кислота, ацетонитрил для жидкостной хроматографии. В методе определения витаминов мы начинаем с подготовки анализируемой пробы и показываем Пошаговый способ проведения анализа.

Пищевая ценность в результате анализа была дана в виде кольцевой диаграммы, и было замечено, что облепиха содержит значительное, то есть 81-89% воды, поэтому она входит в группу сочных фруктов. Установлено, что облепиха богата жирорастворимыми и водорастворимыми витаминами (группы E, B) и макро- и микроэлементами, полезными для правильного формирования организма.

Ключевые слова: облепиха, витамины, минеральный состав, высокоэффективный жидкостный хроматограф (ВЭЖХ), способ подготовки пробы.

N. Muratzhankyzy^{1*}, A. Kassenov², S. Tokayev², G. Abdilova¹, B. Lobasenko³

¹Shakarim University of Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A

²S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,

010011, Republic of Kazakhstan, Astana, Zhenis avenue, 62

³Kemerovo State University,

650000, Russian Federation, Kemerovo, Krasnaya Street, 6

*e-mail: nazerkemuratzhankyzy1990@gmail.com

DETERMINATION OF QUALITATIVE INDICATORS OF PRESS EQUIPMENT IMPROVEMENT FOR SEA BUCKTHORN JUICE PRODUCTION

This paper will describe the result of analysis of local wild sea buckthorn products taken as an object of research for further enrichment of food products with valuable vitamins and minerals.

Sea buckthorn is a valuable source of a number of important biologically active compounds. Its fruits contain water-soluble and fat-soluble vitamins, lipids, polyphenols, carbohydrates, amino acids and

minerals. Nevertheless, it is of great interest because of the presence of its unique oil, which has high physiological activity and is used in the treatment of a number of diseases.

A brief description of a high-performance liquid chromatograph used for analytical purposes is given. Standard solutions of vitamins, phosphoric acid, acetonitrile for liquid chromatography were used for analysis. In the method of vitamin determination we start with the preparation of the sample to be analyzed and show Step by Step method of analysis.

The nutritional value as a result of the analysis was given in the form of a ring diagram and it was observed that sea buckthorn contains considerable, that is, 81 - 89% water, so it belongs to the group of juicy fruits. It was found that sea buckthorn is rich in fat-soluble and water-soluble vitamins (groups E, B) and macro- and micro - elements useful for proper formation of the body.

Key words: sea buckthorn, vitamins, mineral composition, high-performance liquid chromatograph (HPLC), sample preparation method.

Авторлар туралы мәліметтер

Назерке Мұратжанқызы* – «Технологиялық машиналар және жабдықтар» білім беру бағдарламасының ізденушісі; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: nazerkemuratzhankyzy1990@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7713-9962>.

Әміржан Леонидович Қасенов – техника ғылымдарының докторы, «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының профессор м.а.; С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: a.kassenov@kazatu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-1128>.

Серик Дуйсенғалиевич Токаев – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының аға оқытушысы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: s.tokaev@kazatu.edu.kz.

Галия Бекеновна Абдилова – техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Технологиялық жабдықтар» кафедрасының меңгерушісі, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>

Борис Анатольевич Лобасенко – техника ғылымдарының докторы, «Өнеркәсіптік дизайн» кафедрасының профессоры, Кемерово мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: lobasenko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0245-7904>.

Сведения об авторах

Назерке Муратжанқызы* – соискатель образовательной программы «Технологические машины и оборудование»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: nazerkemuratzhankyzy1990@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7713-9962>.

Амиржан Леонидович Касенов – доктор технических наук, и.о. профессор кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина, Республика Казахстан; e-mail: a.kassenov@kazatu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-1128>.

Серик Дуйсенғалиевич Токаев – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств», Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина, Республика Казахстан; e-mail: s.tokaev@kazatu.edu.kz.

Галия Бекеновна Абдилова – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой «Технологическое оборудование», Университет имени Шакарима г. Семей, Республика Казахстан; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Борис Анатольевич Лобасенко – доктор технических наук, профессор кафедры «Промышленный дизайн», Кемеровский Государственный университет, Российская Федерация; e-mail: lobasenko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0245-7904>.

Information about the authors

Nazerke Muratzhankyzy – Co-applicant of the educational program «Technological Machines and Equipment»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: nazerkemuratzhankyzy1990@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7713-9962>.

Amirzhan Kassenov – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Technology of food and processing industries»; S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Republic of Kazakhstan; e-mail: a.kassenov@kazatu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-1128>.

Serik Tokaev – Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer of the department «Technology of food and processing industries», S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Republic of Kazakhstan; e-mail: s.tokaev@kazatu.edu.kz.

Galiya Abdilova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of «Technological Equipment», Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Boris Lobasenko – Doctor of Technical Sciences, Professor, Industrial Design Department, Kemerovo State University, Russian Federation; e-mail: lobasenko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0245-7904>.

Редакцияға енуі 02.12.2024

Өңдеуден кейін түсуі 07.12.2024

Жариялауға қабылданды 09.12.2024

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-4\(16\)-32](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-4(16)-32)



МРНТИ: 62.13.27

А.У. Исаева, С.С. Каримова*, А.И. Жумадулаева, Р.Б. Аралбаева, С.Б. Аширбаева

Шымкентский Университет,

160031, Республика Казахстан, г. Шымкент, Каратауский район, ул. Жибек жолы,
земельный участок № 6

*e-mail: saulet_ka@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ПРИМЕНЕНИИ ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ БИОМАССЫ

Аннотация: Лигноцеллюлозная биомасса (ЛЦБ) представляет собой важный ресурс для получения биотоплива и других высокоценных продуктов. Основными компонентами ЛЦБ являются целлюлоза и лигнин, которые сложно разлагаются. Исследования последних лет сосредоточились на применении целлюлозолитических микроорганизмов, таких как бактерии *Bacillus subtilis*, грибы *Trichoderma reesei* и *Penicillium oxalicum*, для эффективного расщепления этих компонентов. В статье представлен обзор современных достижений, включая применение глубоких эвтектических растворителей (DES), что показало улучшение доступности целлюлозы и повышение выхода сахаров до 80%. Применение агропромышленных отходов, таких как рисовая солома, в качестве субстрата для производства ферментов, способствует снижению стоимости производства и поддерживает циркулярную биоэкономику.

Описаны стратегии повышения эффективности ферментативной переработки, включая разработку мультиферментных комплексов и генетически модифицированных штаммов микроорганизмов. Например, использование многофункциональных ферментов из *Clostridium cellulosi* позволило увеличить выход сахаров на 30%. Рассмотрены возможности интеграции ко-культур грибов и гидротермальных методов обработки, которые обеспечивают синергетический эффект в переработке ЛЦБ.

Особое внимание уделено ключевым ферментам, таким как целлюлазы, гемицеллюлазы и лигниназы, и их роли в расщеплении растительных полимеров. Обсуждаются перспективы дальнейших исследований, включая разработку термостабильных ферментов, внедрение экологически чистых методов обработки и интеграцию новых технологий в промышленные биорефинерии.

Ключевые слова: Целлюлозолитические микроорганизмы, лигноцеллюлозная биомасса, биоконверсия, микробные консорциумы, деградация целлюлозы.

Введение

Лигноцеллюлозная биомасса (ЛЦБ), состоящая преимущественно из целлюлозы (40-50%), гемицеллюлозы (20-30%) и лигнина (15-25%), является одним из самых распространенных и доступных возобновляемых ресурсов на Земле [1]. Ежегодное