

ЭКОЛОГИЯ ЖӘНЕ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ ЭКОЛОГИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 504.06:633.18:628.477

КҮРІШ ҚАУЫЗЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ ЖӘНЕ ҚАЙТА ӨНДЕУ ПОТЕНЦИАЛЫ

Мырзахмет Э.Қ., kurganbaeva21@gmail.com

Қызылорда ашық университеті, Қазақстан Республикасы.

Аңдатпа. Ауылшаруашылық өндірісінің қарқынды өсуі бүкіл әлемде биомасса қалдықтарының едәуір өсуіне әкелді. Ауылшаруашылық қалдықтарының ішінде күріш қауызы өндірістің үлкен көлеміне және табиғи ортада деградацияның төмен деңгейіне байланысты ерекше орын алады. Күріш өндіретін көптеген аймақтарда, Соның ішінде Қазақстанның Қызылорда облысында күріш қауызының жиналуы маңызды экологиялық мәселеге айналды. Ашық ауада жағу және бақылаусыз төгу сияқты кәдеге жаратудың дұрыс емес әдістері атмосфераның ластануына, парниктік газдар шығарындыларына, топырақтың деградациясына және адам денсаулығына қауіп төндіреді. Бұл мақалада күріш қауызы қалдықтарының қоршаған ортаға тигізетін әсері зерттеліп, оның құнды қайталама шикізат ретінде қайта өңдеу әлеуеті талданады. Целлюлоза, лигнин және кремнеземді қоса алғанда, күріш қауызының химиялық құрамы оны өнеркәсіптік материалдар, сорбенттер, сүзгілер, биоотын және наноцеллюлоза негізіндегі өнімдерді өндіруге жарамды етеді. Зерттеу сонымен қатар қалдықтарды басқарудың заманауи технологияларын және олардың экологиялық және экономикалық артықшылықтарын көрсетеді. Күріш қауызын қайта өңдеудің экологиялық таза технологияларын енгізу қоршаған ортаның ластануын азайтуға, тұрақты дамуға ықпал етуге және айналмалы экономикаға көшуді қолдауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: күріш қауызы, ауылшаруашылық қалдықтары, қоршаған ортаның ластануы, қайта өңдеу технологиялары, кремний диоксиді, целлюлоза, лигнин, тұрақты даму.

Аннотация. Стремительный рост сельскохозяйственного производства привел к значительному увеличению отходов биомассы во всем мире. Среди сельскохозяйственных отходов рисовая шелуха занимает особое место благодаря большому объему производства и низкой скорости разложения в природной среде. Во многих регионах, производящих рис, включая Кызылординскую область Казахстана, накопление рисовой шелухи стало важной экологической проблемой. Неправильные методы утилизации, такие как сжигание на открытом воздухе и неконтролируемый сброс отходов, способствуют загрязнению атмосферы, выбросам парниковых газов, деградации почв и рискам для здоровья человека. В этой статье рассматривается воздействие отходов рисовой шелухи на окружающую среду и анализируется потенциал их переработки в качестве ценного вторичного сырья. Химический состав рисовой шелухи, включающий целлюлозу, лигнин и диоксид кремния, делает ее пригодной для производства промышленных материалов, сорбентов, фильтров, биотоплива и продуктов на основе наноцеллюлозы. В исследовании также освещаются современные технологии обращения с отходами и их экологические и экономические преимущества. Внедрение экологически чистых технологий переработки рисовой шелухи может снизить загрязнение окружающей среды, способствовать устойчивому развитию и поддержать переход к экономике замкнутого цикла.

Ключевые слова: рисовая шелуха, сельскохозяйственные отходы, загрязнение окружающей среды, технологии переработки, диоксид кремния, целлюлоза, лигнин, устойчивое развитие.

Abstract. The rapid growth of agricultural production has led to a significant increase in biomass waste worldwide. Among agricultural residues, rice husk occupies a special place due to its large production volume and low degradation rate in the natural environment. In many rice-producing regions, including the Kyzylorda region of Kazakhstan, rice husk accumulation has become an important environmental issue. Improper disposal methods such as open-air burning and uncontrolled dumping contribute to atmospheric pollution, greenhouse gas emissions, soil degradation, and risks to human health. This article examines the environmental impacts of rice husk waste and analyzes its recycling potential as a valuable secondary raw material. The chemical composition of rice husk, including cellulose, lignin, and silica, makes it suitable for the production of industrial materials, sorbents, filters, biofuels, and nanocellulose-based products. The study

also highlights modern waste management technologies and their ecological and economic advantages. The implementation of environmentally friendly rice husk recycling technologies can reduce environmental pollution, promote sustainable development, and support the transition toward a circular economy.

Keywords: rice husk, agricultural waste, environmental pollution, recycling technologies, silica, cellulose, lignin, sustainable development.

Кіріспе

Өнеркәсіптік және ауылшаруашылық қалдықтарынан туындаған қоршаған ортаның ластануы ххі ғасырдың ең өзекті жаһандық сын-қатерлерінің біріне айналды. Халықтың тез өсуі, урбанизация, азық-түлікке деген сұраныстың артуы ауылшаруашылық өндірісін едәуір жандандырды, нәтижесінде органикалық қалдықтардың көп мөлшері жиналды. Ауылшаруашылық қалдықтары пайдалы өнімге айналуы мүмкін құнды органикалық және минералды қосылыстардың болуына қарамастан жиі пайдаланылмайды. Күріш әлемдегі ең маңызды дәнді дақылдардың бірі болып табылады және әлем халқының жартысынан көбі үшін негізгі тағам ретінде қызмет етеді. Халықаралық ауылшаруашылық статистикасына сәйкес, жыл сайын, әсіресе Азия елдерінде миллиондаған тонна күріш өндіріледі [1]. Күріш дәнін өндірумен қатар, фрезерлеу процесінде жанама өнім ретінде күріш қауызының едәуір мөлшері өндіріледі. Жиналған күріштің жалпы салмағының шамамен 20% - ы күріш қауызынан тұрады. Нәтижесінде күріш қауызының әлемдік өндірісі жыл сайын 130 миллион тоннадан астамға жетеді [2].

Қазақстанда күріш өсіру негізінен қызылорда облысында шоғырланған, онда күріш өндірісі маңызды экономикалық рөл атқарады. Дегенмен, күріш өндірісінің ұлғаюы ауыл шаруашылығы қалдықтарының жиналу проблемасын да күшейтті [3]. Күріш қауызының көп мөлшері көбінесе ауылшаруашылық алқаптары мен өндірістік алаңдарға жақын жерде ашық күйдіру немесе бақылаусыз төгу арқылы жойылады. Кәдеге жаратудың бұл әдістері қоршаған ортаға және халықтың денсаулығына елеулі проблемалар туғызады.

Сонымен қатар, күріш қауызы химиялық құрамына байланысты айтарлықтай өндірістік әлеуетке ие. Оның құрамында шамамен 35-40% целлюлоза, 20-25% лигнин және 15-20% кремний диоксиді бар. Бұл компоненттерді әртүрлі өнеркәсіптік салаларда, соның ішінде құрылыс материалдарында, ағынды суларды тазарту жүйелерінде, полимерлі композиттерде, энергия өндіруде және нанотехнологияда өндіруге және пайдалануға болады. Сондықтан күріш қауызын ауылшаруашылық қалдықтарының өнімі ғана емес, сонымен қатар тұрақты өнеркәсіптік даму үшін перспективалы жаңартылатын ресурс ретінде қарастыруға болмайды. Бұл мақаланың мақсаты-күріш қауызының жиналуына байланысты экологиялық проблемаларды талдау және экологиялық таза технологияларды қолдана отырып, оның қайта өңдеу әлеуетін бағалау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Бұл зерттеуге арналған материалдар ғылыми әдебиеттерді, Азық-түлік Және Ауылшаруашылық Ұйымының (FAO) халықаралық статистикалық деректерін [1], Қазақстанның Экологиялық Кодексі [3] сияқты нормативтік-құқықтық базаны және қалдықтарды өңдеудің заманауи технологияларын салыстырмалы талдауды қамтиды. Зерттеу әдістері кешенді экологиялық-экономикалық талдауға, лигноцеллюлозды биомассаның химиялық қасиеттерін сипаттауға, термиялық, химиялық және биологиялық қайта өңдеу процестерін жүйелі шолуға негізделген. Күріш қауызының құрылымдық компоненттері (целлюлоза, кремний диоксиді және лигнин) олардың өндірістік және экологиялық қосымшалардағы көрсеткіштеріне қарай бағаланды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Күріш өндірумен байланысты негізгі экологиялық мәселелердің бірі-күріш қауызының кең көлемде жиналуы. Құрамында кремний диоксиді көп болғандықтан, күріш қауызы табиғи орта жағдайында өте баяу ыдырайды. Басқа органикалық ауылшаруашылық қалдықтарынан айырмашылығы, күріш қауызы ұзақ уақыт бойы тұрақты болып қалады және дұрыс тасталмаған жағдайда айтарлықтай жер учаскелерін алады. Көптеген ауылдық

аймақтарда ауылшаруашылық қалдықтарын басқару үшін инфрақұрылым жеткіліксіз. Фермерлер көбінесе күріш қауызын ашық жерлерде сақтайды немесе өзендердің, суару арналарының және ауылшаруашылық жерлерінің жанында кәдеге жаратады. Мұндай тәжірибелер ландшафт сапасына теріс әсер етеді және қоршаған ортаның деградациясына ықпал етеді.

Күріш қауызының бақылаусыз жиналуы микробтардың ластануына және жағымсыз иістерге қолайлы жағдай туғызуы мүмкін. Ұзақ мерзімді сақтау кезінде ылғалдың жиналуы метан мен күкіртсутек газдарын шығаратын биологиялық процестерді ынталандыруы мүмкін, олардың екеуі де қоршаған ортаның ластануына және климаттың өзгеруіне ықпал етеді. Ашық ауада жағу күріш қауызын жоюдың ең кең таралған әдістерінің бірі болып қала береді, себебі ол қарапайым және арзан. Алайда, бұл тәжірибенің ауыр экологиялық салдары бар.

Жану кезінде күріш қауызы атмосфераға көмірқышқыл газының (CO_2), көміртегі тотығының (CO), метанның (CH_4), азот оксидтерінің (NO_x), күкірт диоксидінің (SO_2) және бөлшектердің едәуір мөлшерін шығарады. $PM_{2.5}$ және PM_{10} сияқты ұсақ бөлшектер әсіресе қауіпті, өйткені олар адамның тыныс алу жүйесіне терең ене алады. Бұл ластанушы заттардың әсері тыныс алу органдарының ауруларына, жүрек-қан тамырлары ауруларына, демікпеге және ауа сапасының төмендеуіне әкелуі мүмкін. Жергілікті ауаның ластануынан басқа, күріш қауызын жағу парниктік газдар шығарындылары арқылы жаһандық климаттың өзгеруіне ықпал етеді. Жану кезінде бөлінетін көмірқышқыл газы мен метан парниктік әсерді күшейтеді және жаһандық жылыну қаупін арттырады. Сонымен қатар, бақылаусыз жану ауылшаруашылық алқаптарында және оның айналасындағы экожүйелерде кездейсоқ өрттерді тудыруы мүмкін, бұл биоәртүрліліктің жоғалуына және топырақтың деградациясына әкеледі.

Күріш қауызын дұрыс тастамау топырақ пен судың сапасына да әсер етуі мүмкін. Күріш қауызының көп мөлшері ашық жерге төгілгенде, жаңбыр суы органикалық қосылыстар мен күл бөлшектерін жақын маңдағы су айдындарына тасымалдай алады. Бұл процесс судың лайлануын арттырып, су экожүйелерін өзгертуі мүмкін. Күріш қауызының күлінде топырақтың рН деңгейін өзгерте алатын және шамадан тыс жиналған жағдайда топырақ құнарлылығына теріс әсер ететін минералды компоненттер бар. Суару жүйелерінің күріш қауызының қалдықтарымен ластануы су ағынының тиімділігін төмендетіп, ауылшаруашылық инфрақұрылымын күтіп ұстауға қосымша шығындар тудыруы мүмкін.

Күріш қауызы құнды органикалық және бейорганикалық қосылыстарға бай лигноцеллюлозды биомасса болып саналады. Оның негізгі компоненттері өнеркәсіптік кәдеге жаратуға және қайта өңдеудің тұрақты технологияларына айтарлықтай мүмкіндіктер береді. Целлюлоза-Жер бетіндегі ең көп таралған табиғи полимерлердің бірі. Күріш қауызынан алынған целлюлоза өнеркәсіптік қолдану үшін балама шикізат ретінде қызмет ете алады. Заманауи технологиялар сонымен қатар күріш қауызынан наноцеллюлоза өндіруге мүмкіндік береді [4]. Наноцеллюлоза керемет механикалық беріктікке, биологиялық ыдырауға, төмен тығыздыққа және тамаша биоүйлесімділікке ие. Осы қасиеттерге байланысты наноцеллюлоза озық материалдарда, электроникада, медицинада, косметикада және суды тазарту жүйелерінде көбірек қолданылады.

Күріш қауызы кремнеземнің жоғары болуына байланысты ерекше құнды [5]. Күріш қабығынан алынған кремнеземді резеңке өндірісінде, керамикада, құрылыс материалдарында, катализаторларда, адсорбенттерде және сүзу жүйелерінде қолдануға болады. Күріш қауызынан алынған аморфты кремний диоксиді жоғары кеуектілігі мен адсорбциялық қабілетін көрсетеді [6]. Сондықтан ол газ тәрізді және сұйық ортадан ластанушы заттарды тиімді түрде жоя алады. Кремний негізіндегі сүзгілер өнеркәсіптік ағынды суларды тазарту және ауаны тазарту жүйелерінде көбірек қолданылуда.

Лигнин-күріш қауызының биомассасының тағы бір маңызды құрамдас бөлігі. Бұл өсімдік жасушаларының қабырғаларына құрылымдық беріктік беретін күрделі хош иісті полимер [7]. Лигнинді биоотын, полимерлі композиттер, желімдер, көміртекті талшықтар,

экологиялық таза сорбенттер өндірісінде қолдануға болады. Гидрофобты және антиоксиданттық қасиеттеріне байланысты лигнин биологиялық ыдырайтын орау материалдарында және қоршаған ортаны қалпына келтіру технологияларында көбірек қолданылады.

Пиролиз және жану сияқты термиялық өңдеу әдістері әдетте күріш қабығын қайта өңдеу үшін қолданылады [2]. Пиролиз бақыланатын температура жағдайында биокөмірді, био-майды және кремнеземге бай күлді өндіруге мүмкіндік береді. Ашық ауада жағудан айырмашылығы, өнеркәсіптік пиролиз жүйелері зиянды шығарындыларды азайтады және ресурстардың тиімділігін арттырады. Күріш қауызынан алынатын биокөміртек топырақтың құнарлылығын жақсартады, көміртегінің секвестрін арттырады және ауыл шаруашылығының тұрақтылығын арттырады.

Химиялық экстракция әдістері целлюлозаны, кремнеземді және лигнинді күріш қауызының биомассасынан бөлуге мүмкіндік береді. Компоненттерді оқшаулау үшін қышқыл және сілтілі процедуралар жиі қолданылады. Ферменттер мен микроорганизмдерді қамтитын биологиялық өңдеу әдістері танымал болуда, өйткені олар химиялық тұтынуды және экологиялық қауіптерді азайтады [8]. Биотехнологияға негізделген қайта өңдеу жүйелері ауылшаруашылық қалдықтарын тұрақты басқарудың перспективалы бағыты болып табылады.

Күріш қауызын қайта өңдеу технологияларын енгізу экологиялық және экономикалық артықшылықтарды ұсынады. Экологиялық тұрғыдан қайта өңдеу ауаның ластануын, парниктік газдар шығарындыларын және қалдықтардың жиналуын азайтады. Экономикалық тұрғыдан алғанда, күріш қауызын қайта өңдеу арзан ауылшаруашылық қалдықтарынан жоғары құнды өнеркәсіптік материалдарды өндіруге мүмкіндік береді. Бұл аймақтық экономикалық дамуды ынталандыруға, жұмысқа орналасуға мүмкіндіктер туғызуға және ауылшаруашылық салаларының кірістілігін арттыруға мүмкіндік береді. Қызылорда облысы үшін күріш қауызын қайта өңдеудің интеграцияланған жүйелерін құру тұрақты индустриялық инновацияларды қолдай отырып, қоршаған орта жағдайларын едәуір жақсарта алады.

Қорытынды

Күріш қауызы ауылшаруашылық қалдықтарының өнімі ғана емес, сонымен қатар айтарлықтай өнеркәсіптік және экологиялық әлеуеті бар құнды жаңартылатын ресурс болып табылады. Күріш қауызын дұрыс тастамау ауаның ластануына, парниктік газдар шығарындыларына, топырақтың деградациясына және экологиялық теңгерімсіздікке ықпал етеді. Дегенмен, қайта өңдеудің заманауи технологиялары күріш қауызын кремний диоксиді, целлюлоза, наноцеллюлоза, лигнин негізіндегі композиттер, сорбенттер және биоотын сияқты пайдалы өнімдерге айналдыруға мүмкіндік береді.

Күріш қауызын қайта өңдеудің экологиялық таза технологияларын әзірлеу және енгізу ауыл шаруашылығының тұрақты өндірісі мен экологиялық қауіпсіздігіне қол жеткізу үшін өте маңызды. Қызылорда сияқты күріш өндіретін аймақтарда қалдықтарды басқарудың кешенді стратегиялары экологиялық тәуекелдерді азайтып, айналмалы экономика мен тұрақты даму принциптерін ілгерілетуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер:

- 1 Rice Production Statistics [Electronic resource] // Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). – URL: <http://www.fao.org/faostat> (accessed: 19.05.2026).
- 2 Pode R. Potential Applications of Rice Husk Ash Waste from Rice Husk Biomass Power Plant // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. – Vol. 53. – P. 768-785.
- 3 Экологический кодекс Республики Казахстан: кодекс Респ. Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК. – Нур-Султан, 2021. – 320 с.
- 4 Abdul Khalil H.P.S. et al. Production and Modification of Nanofibrillated Cellulose Using Various Mechanical Processes: A Review // Carbohydrate Polymers. – 2014. – Vol. 99. – P. 649-665.

5 Yuvakkumar R. et al. Preparation of Nanosilica Powder from Rice Husk Ash // Materials Letters. – 2014. – Vol. 115. – P. 127-130.

6 Lim J.S. et al. A Review on Utilisation of Biomass from Rice Industry as a Source of Renewable Energy // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2012. – Vol. 16, № 5. – P. 3084-3094.

7 Zakzeski J. et al. The Catalytic Valorization of Lignin for the Production of Renewable Chemicals // Chemical Reviews. – 2010. – Vol. 110, № 6. – P. 3555-3599.

8 Binod P. et al. Bioethanol Production from Rice Straw: An Overview // Bioresource Technology. – 2010. – Vol. 101, № 13. – P. 4767-4774.