

FTAMP 65.29.29

А.С. Жақсылықова¹, (orcid.org/0000-0001-9151-1612) - негізгі автор
А.И. Изтаев² (orcid.org/0000-0002-7385-482X)
Г.С. Исакова³

¹Магистрант, ²Техн. ғылым. д-ры, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ³Аға оқытушы

^{1,2}Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

³М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан
Электрондық пошта: ¹akosh.zhaksylykova@mail.ru, ²auelbekking@mail.ru

ИОНДЫ-ОЗОНДЫҚ КАВИТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ АСТЫҚТЫ САҚТАУДЫҢ ТАҒАМДЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Андатпа. Өндіріс көлемін ұлғайту, өнімдердің сапасын, қауіпсіздігін арттыру және ысырапты азайту – кезек күттірмейтін мәселе. Қысқа және ұзақ сақтау кезінде астықтың тұқымын, өнімділігін және технологиялық сапасын арттыру үшін астық өнімдерін электр зарядталған бөлшектер ағынында желілік ион-озондық өңдеу тиімді болып табылады, бұл оның әлеуетін пайдалануға айтарлықтай мүмкіндік береді. Мәселенің шешімі – алыс-жақын шетелдерде жоқ ион-озон технологиясы. Ионды-озондық технология – физикалық және химиялық әсерлердің, технологиялардың, сондай-ақ оларды жүзеге асыруға арналған соңғы және бірегей құрылғылардың көптеген ғылыми тенденцияларының жиынтығы туралы ғылым. Бұл жұмыста экологиялық таза өңделген өнімдерді өндіру үшін дәнді дақылдардың шығымдылығын және технологиялық сипаттамаларын арттыру мақсатында тұқымдық дәннің кавитациясын және ион-озонды қолдану арқылы дәнді сақтау процесі бойынша зерттеулердің нәтижелері берілген. Дәндерді ауа ағынындағы электр зарядталған бөлшектермен өңдеу пестицидтерге қажеттілікті толығымен жояды, тұқымның өміршеңдігін сапалы түрде арттырады; және ол шығындарды азайтады, уақытты үнемдейді, аурулар мен зиянкестерді жою үшін дезинфекция жүргізіледі; жалпы алғанда өнімнің биологиялық құндылығы тотығу процестерін оңтайландыру есебінен артады. Ылғалданған дәнді кавитация көмегімен ионды-озонмен өңдеудің ұсынылған технологиясының әсері кванттық физикалық процестерге сәйкес дәнді дезодорациялайтын және дезинфекциялайтын, биологиялық құндылығын арттыратын, дәннің зат алмасу процестерін жеделдететін ион-озонды қоспа болып табылады.

Тірек сөздер: астық, тұқым, ион, озон, молекулалық иондар, ион-озонды өңдеу (ИОО), ион-озонды кавитациялық өңдеу (ИОКӨ), электрлік зарядталған бөлшектер.

Кіріспе. Қазақстан астық өндірісі тұрғысынан ең маңызды «Халықаралық солтүстік оңтүстік тасымалдау дәлізі» (INSTC) болып табылады. Бұл жағдайда астықты Каспий теңізі және Иран арқылы Ақтау-Бендер Энзели-Бендер Аббас жолымен басты астық импорттаушы елдердің бірі Сауд Арабиясына және басқа да көрші елдерге жеткізеді [1-2].

Қазіргі кезде ауыл шаруашылығы мен дайындау жүйесіндегі ең маңызды мәселе дүниежүзілік дән өндірісін кеңейту негізінде құрылымын жақсарту, астық өнімінің өсуі, ауыл шаруашылығына ең азықты және жаңа сұрыптарды енгізу, олардан жоғары сапалы дайын өнім алуда жаңа технологияны пайдалану. Қазақстанның басты шарттарының бірі кең байтақ еліміздің астық өндірудегі ұшан теңіз мүмкіндіктерін тиімді жүзеге асырып, азық түлік пен жем қорларын молайту және экспорт ресурстарын арттыру,

егіннің шығымдылығын өсіру, жинап алынған астықтың сапасы мен одан өндірілетін өнімнің тиімділігін жақсарту, сақтау және өңдеу барысында шығынға жол бермеу [3-5].

Қазіргі күні экологиялық таза тағам өнімдері өндірісіне үлкен мән берілуде. Астық өңдеу және тағам өндірісінің өндірістік үдерістерін техникалық жабдықтау бастапқы шикізаттың нашар жағдайын қалпына келтіруді қамтамасыз ететін, дайын өнімдердің тұтынушылық қасиеттері мен сақталуын жақсартатын техника мен технологияларға ие емес. Алайда осы мәселенің шешімі астық өңдеу және тағам өндірісі өнімдерін өңдеудің электрофизикалық әдістерінің бірі ретінде инновациялық ионозонды техника мен технологияларды қолдану болып табылады.

Ғылыми негізде сақталмағандықтан, жәндіктер, кеміргіштер, микроорганизмдер және т.б. салдарынан астық жинаудан кейінгі ысыраптар жалпы азық-түлік астықтарының шамамен 10% құрайды [6-8].

Сырттағы температура салқындаған кезде астықты салқындату ылғалдың миграциясын және астық үйіндісінің жоғарғы жағындағы конденсация потенциалын азайтады. Сонымен қатар, дәннің ылғалдылығы мен температурасы зеннің өсу жылдамдығына және дәннің нашарлауына әсер етеді, бұл ретте рұқсат етілген сақтау уақыты дән температурасының әрбір 10 градусқа төмендеуімен шамамен екі есе артады.

Дәнді ылғалдан қорғау дәннің құндылығын сақтайды. Дәнді дақылдар – астықтың өзінен, жәндіктерден, кенелерден, бактериялардан және саңырауқұлақтардан тұратын тірі организмдер қауымдастығы. Дән құрғақ және салқын болғанымен, бұл тірі ағзалардың көпшілігі тоқтатылған күйде немесе белсенділіктің төмен деңгейінде қалады. Егер дән ұсынылған 12%-дан жоғары ылғалдылық деңгейіне жетсе, бұл организмдер белсенді болады. Бактериялар астықты басып алады, саңырауқұлақтар көбейеді, жәндіктер мен кенелер тезірек көбейеді және одан да көп су шығарады, мұның бәрі инвестицияңызды бұзады [9-11].

Ылғалдылық деңгейін қамтамасыз ету арқылы бақылауға болады: астық 12%-дан төмен ылғалдылықта жүктеледі. Ион-озон және ион-озон кавитация технологиясы – бұл физикалық және химиялық әсерлердің, технологиялардың, сондай-ақ оларды жүзеге асырудың соңғы және ерекше құрылғыларының көптеген ғылыми әсерінің жиынтығы туралы ғылым. Ион-озон және ион-озон кавитация технологиясының компоненттері қоршаған ортамен, адам экологиясымен биологиялық үйлесімділікке ие, ал синтезделген ион-озон қосылыстары таза.

Ион-озон және ион-озон кавитация технологиясының артықшылықтарын ұтымды пайдалану экономикалық және экологиялық әсер беріп қана қоймай, көптеген әлеуметтік және қоғамдық мәселелерді шешеді [12-14].

Бірақ молекулалық және атомдық иондармен озондалған, иондалған және ионды озондалған ауаның және басқалардың озон синтезі теориясы ион-озон және ион-озон кавитация технологияларын өндіруге арналған практикалық ұсыныстар өте қажет және бұл мәселелерді шешу де қажет.

Ион-озон қосылысы хлорға қарағанда бірнеше рет бактерицидтік әсерге ие күшті тотықтырғыш болып табылады. Озон мен молекулалық иондар бактериялардың жасуша қабырғасына шабуыл жасап, жасушалардың озонлизі мен тотығуын тудырады. Әсер ету әсері озон мен молекулалық иондардың концентрациясына, ион-озон қосылысының және өңделетін өнімнің көп полярлығына, әсер ету уақыты мен қоршаған орта

температурасына байланысты. Вирустарды зарарсыздандыру үшін $0,4 \text{ мг/дм}^3$ мөлшерінде қалдық және пайдалы озонның концентрациясы және қоршаған ортада 4 минут сақталатын 1000 бірлік/дм^3 молекулалық иондары жеткілікті; ал ион-озон кавитациясы кезінде зарарсыздандыру әлдеқайда жылдам жүреді және электр энергиясын мен қуатты көп үнемдеу байқалады [15-16].

Ауыл шаруашылығы әлеуеті жоғары Қазақстан үшін жиналған астықты өндіру мен сақтаудың стратегиялық маңызы зор. Бұл мақалада жиналған дақылдың сапасын жоғалтпай сақталуын қамтамасыз ету үшін кавитацияны пайдалана отырып, астықты ионды-озонды өңдеу технологиясының тиімділігін анықтау бойынша зерттеу нәтижелері ұсынылған. Қазіргі уақытта ион-озон технологиясы және кавитациялық өңдеу әр түрлі салаларда жүзеге асырылатын және нақты экономикалық пайда әкелетін инновациялық технологияларға жатады [17-18].

Сақталатын астық шикізатының тұқымдарын ионды-озонды кавитациялық өңдеу технологиясы экологиялық қауіпсіз және адамдарға, жануарларға және қоршаған ортаға зиянды химиялық заттар мен сәулелену түрлерін пайдаланбайды.

Зерттеудің материалдары мен әдістері. Астық дәндерін сақтау кезінде ионды-озондық кавитация технологиясымен өңдеу барысында оған қажетті оптималды көрсеткіштерді қолдану және астық дәніндегі өзгерістерді бақылау.

МЕМСТ 1046-2008 "Бидай. Техникалық шарттар". Зерттеулер Алматы технологиялық университетінің тамақ өңдеу өндірістерінің инновациялық технологиясы зертханасында жүргізілді. Кавитация өрісінде астықты ионозонды өңдеудің тиімділігін анықтау үшін біз кавитация әсерін қолданбай және қолданбай параллель эксперименттер жүргіздік. Дайындалған астық үлгілері $2,0 \text{ г/м}^3$ озон концентрациясының ең төменгі режимінде, 9000 бірлік/см^3 молекулалық иондар концентрациясында және 5 минут уақыт бойынша өңдеу экспозициясында, $6,0 \text{ г/м}^3$ озон концентрациясының ең жоғары режимінде, $64000 \text{ бірлік/см}^3$ молекулалық иондар концентрациясында және 20 минут уақыт бойынша өңдеу экспозициясында ауа қоспасымен өңделді. Кавитация аймағында астықты ионозонды өңдеу ең аз режимде ионозонокавитациялық қондырғыдағы қысымның $0,2 \text{ МПа}$ жоғарылауымен, озон концентрациясы $2,0 \text{ г/м}^3$, молекулалық иондар концентрациясы 9000 бірлік/см^3 және өңдеу экспозициясы 5 минут уақыт бойынша, ионозонокавитациялық қондырғыдағы қысымның жоғарылауымен ең жоғары режимде $0,6 \text{ МПа}$, озон концентрациясы $6,0 \text{ г/м}^3$, молекулалық иондардың концентрациясы $64000 \text{ бірлік/см}^3$ және өңдеу экспозициясы 20 минут.

Микробиологиялық бақылау МЕМСТ 10444.15-94, МЕМСТ 10444.12-88 және МЕМСТ 30518-97 бойынша жалпы қабылданған зерттеу әдістеріне сәйкес жүзеге асырылды. Микроорганизмдердің құрамы КТБ/г (колонияқұраушы бірліктер/г) түрінде көрсетілген.

Микробиологиялық көрсеткіштер Алматы технологиялық университеті жанындағы «Тамақ қауіпсіздігі» аккредиттелген зертханасында анықталған.

1-суреттегі ионозондау және гидроионозондау қондырғысы иондау, озондау, гидроиондау және гидроозондау қондырғыларының барлық функцияларын орындайды. Ол қондырға арқылы:

- озонды, оттегінің молекулярлық немесе атомарлық иондарын, сондай-ақ, иондау және озондау қондырғыларының барлық функциясын атқаратын қандайда бір құрамдас бөліктердің мөлшерленген концентрациялардағы реттелетін ионозонды қоспаны синтездейді;

- озондалған суды, иондалған суды немесе құрылымдалған гидроионизондалған қоспаны, сондай-ақ, мөлшерленген концентрациялардағы реттелетін құрылымдалған гидроионизонды қоспаны синтездейді.



1 сурет. Сусымалы материалдар мен сұйық қоспаларды өңдеу бойынша әмбебап өнеркәсіптік ионизондау қондырғысы

Ионизондау және гидроионизондау қондырғыларының тиімділігі озондау және иондау қондырғыларының электрлік сызбаларын жетілдіру және үйлестіру арқылы ғана емес, материалдарды, есептік геометрикалық өлшемдер мен пропорцияларды іріктеу, сондай-ақ, арнайы инновациялық электродтарды қолдану арқылы алынды. Есептеулер мен сараптамалық зерттеу жұмыстарына сәйкес қондырғыларда экологиялық таза ионизонды қоспалардың тиімді және зиянсыз режимдері үшін конструктивтік шешімдер мен параметрлер енгізілді. Барлық осы жан-жақтылық өңдеу кезінде биологиялық ортада болатын ионизонды қоспаларды, суды және олардың өзара байланысты квантофизикалық үдерістерін синтездеу үдерістерінің ұқсастығы мен этаптарын ғана емес, конструктивтік орындауды біріктіреді. Оның үстіне, ионизонды қоспаның синтезі электрлік полярлылықтың реттелетін әр түрлі белгілерінің пайда болатын иондарымен ілеседі.

Сараптамалық деректер ионизондау қондырғысының генераторында озон мен оттегі қышқылының пайда болуы азот және көміртек оксидтерінің зиянды қоспасысыз жасалатынын көрсетті. Себебі, азот және көміртек оксидтерінің озонды синтездеу кезінде электрлік сызбаға сәйкес азот және көміртек оксиді молекулаларынан оттегіні қағатын кері полярлық иондарының генераторы арқылы жіберіледі. Қағып алынған оттегі электрлік полярлықтың кері белгісіне ие бола отырып, ион генераторынан қорек алып, электрлік токтың кері полярлығына ие болатын иондардың сәулесін бөлгіш тордан өтеді және оттегінің басқа молекулаларымен үлкен энергетикалық

әлеуетке сәйкес озон молекулаларын құрап, сонысымен синтезделетін озонның концентрациясын айтарлықтай арттырады.

Озон болып өзгерген азот пен көміртек электрлік полярлылықтың оң белгісіне ие, азот пен көміртек молекулалары ыдырағаннан кейін генераторларының контрукциясына жабысады және сонысымен зиянды қоспасыз озон мен оттегі иондарының синтезі болады. Бұл ретте электрлік токтың жиілігі 50 кГц аспауға тиіс.

Ионозонды қоспа ластанған ауамен немесе тазартылған сумен араластырған кезде өз белсенділігінің арқасында тотықтырғыш болады. Механикалық сүзгіде еріген күйден жүзгін күйге ауысып, ластануды тез тотықтырады. Кең тараған ластанулардың көпшілігі – металлдар, органика ионозонды тотығуға тартылғыш болады. Озонның қалдығы сол жерде пайда болған оттегіде шіриді. Тазарту үдерісі өте тез орындалады, бұл ретте жұмсалатын ешқандай реагенттер, материалдар, регламенттік жұмыстар қажет болмайды, ауа мен суда зиянды қоспалар пайда болмайды, Ph минералдық құрамы мен деңгейі сақталады, басқаша айтқанда, тазарту абсолютті экологиялық таза және қауіпсіз болады. Жоғары стерилдейтін қабілетке ие бола отырып, ионозонды қоспа ауру қоздырғыштарына, оның ішінде спораларға, тұрақты және хлорлы өңдеулерге зарарсыз әсер етеді. Ионозонды қоспа оттегімен қанықтыра отырып, ауаны тазартады және суды зарарсыз етеді. Ионозонды қоспамен қаныққан су өзі стерилденіп, құрылымдалады және белгілі уақытта стерилдейтін, құрылымдайтын құрамдас бөлік болады. Ионозондалған су тағам және өңдеу өнеркәсібінде, сондай-ақ, АӨК өндірісінде жиі қолданылады. Ионозонды өңдеу кезінде өсімдік материалдарының беткі жағындағы ішкі тіндерде таралатын үдерістер пайда болады. Ионозонды қоспаның өсімдік материалымен өзара әрекеті ылғал байланыстарының энергетикалық деңгейін туындатып, оның кебуүдерісін жылдамдатады [19-20].

Астықтың (дәннің) кондициялық ылғалдығы жеткіліксіз болған кезде (>20 %) кептіру үдерісінде үрдісциклдігі қамтамасыз етіледі. Әр циклде -4-5% шегінде ылғалдылық алынады, яғни, ылғалдылық қаншалықты көп болса, циклдары соншалықты көп болып, энергияшығыны мен кептіру үдерісінің уақыты соншалықты көп жұмсалады.

Синтезделетін ионозонды және гидроионозонды қоспада зиянды қоспалардың болмауы нәтижесінде ионозонды және гидроионозонды техника мен технология әлем практикасында болмаған және интернетте тіркелмеген.

Нәтижелер және талқылау. Кавитация аймағындағы ионозонның астық микрофлорасына әсерін әдебиетке шолу бойынша зерттеу жүргізілген жоқ. Сондықтан, астықтың барлық үлгілеріндегі дезинфекциялық әсерді бағалау үшін микроорганизмдердің жалпы саны әмбебап қоректік ортаға себу арқылы анықталды. Микробиологиялық көрсеткіштер мезофильді аэробты және факультативті-анаэробты микроорганизмдердің жалпы санын, *E. coli* тобының бактерияларын және көгеруді таңдады. Эксперимент нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

Бидай дәнінің микрофлорасына ионозонды және ионозонокавитациялық өңдеудің әсері

Микробиологиялық көрсеткіштер	НҚ бойынша Норма	Тәжірибенұсқасы		
		№1	№2	№3

МАФАНМС, КТБ/г, артыкемес	$5 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^3$
ІТЖБТ (Колиформдар)	Жол берілмейді	Табылған жоқ	Табылған жоқ	Табылған жоқ
Зеңдер, КТБ / г, артыкемес	50	Табылған жоқ	Табылған жоқ	Табылған жоқ
<i>Ескертулер: минималды режимде ионозонокавитациялық өңдеу – №1, максималды режимде – №2, минималды режимде ионозонокавитациялық өңдеу – №3</i>				

Көріп отырғанымыздай, ионозонды және ионозонокавитациялық өңдеудің минималды режимінде МАФАНМС табылмады және бақылаумен салыстырғанда көгеру азаяды. Ионозонокавитациялық өңдеуді қолдану бидай дәнінің микробиологиялық көрсеткіштерін едәуір жақсартатыны анықталды.

Сақтау кезінде астықтың төзімділігін арттыру, бұл жағдайда оны қайта өңдеу өнімдерінің жоғары тұтынушылық қасиеттерін сақтауға кепілдік береді. Сақтау алдында оны өңдеу шығындарын азайту. Жылу кептіру, белсенді желдету, астықты жасанды салқындату және реттелетін газ ортасында сақтау сияқты дәстүрлі әдістер жоғары тиімділікке қарамастан, жаңа ионозонокавитациялық өңдеу әдістерімен салыстырғанда орынсыз болып келеді.

Қорытынды. Жалпы, ионозонокавитацияның астық микрофлорасына әсер ету механизмі келесідей. Ионозонокавитациялық өңдеудің минималды режимінде микроорганизмдер санының азаюы байқалады, одан әрі кавитация әсері осы көрсеткіштің едәуір жоғарылауына әкеледі. Бактериялардың жойылуы оның бетіндегі ина бактериясының ішіндегі кавитацияның әсерінен де, суда сутегі асқын тотығының пайда болуынан болады деп болжанады. Бактериялардың бетінде кавитацияның пайда болуы олардың бетінде жұқа ауа қабаты адсорбциялануымен байланысты, оның бөлшектері төмен қысым аймағына енген кезде кавитацияның пайда болуына ықпал ететін ошақтар ретінде қызмет етеді. Ұсынылған тұжырымдар бірқатар отандық және шет елдік ғалымдармен келісілген [8,9].

Осылайша, ионозонокавитациялық өңдеуді қолдану ұзақ уақыт сақтау кезінде бидай дәнінің микробиологиялық көрсеткіштерін едәуір жақсартуға мүмкіндік береді, егіннің қауіпсіздігін сенімді қамтамасыз етеді. Бидай дәнін ионозонокавитациялық өңдеудің ең үлкен залалсыздандыратын әсеріне кавитация кезінде 0,2 МПа, озон концентрациясы 2,0 г/м³, молекулалық иондар концентрациясы 9000 бірл./см³ және өңдеу экспозициясы 5 минут кезінде қол жеткізіледі.

Әдебиеттер тізімі

1. Кохметова, А. Принципы и методы селекции зерновых культур на современном этапе [Текст] / А. Кохметова, З. Сапахова, М. Есимбекова, Р. Елешев, А. Моргунов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. - 2014. - №1. - С.3-19.
2. Баймагамбетова, К.К. Экологическое испытание скороспелых линий пшеницы, полученных биотехнологическими методами [Текст] / К.К. Баймагамбетова, И.А. Нурпеисов, О.С. Гасс, Н.К. Бишимбаева, Г.А. Серета, В.А. Чудинов, Л.В. Бекенова // Международная конференция по биологии растений и биотехнологии. - 2014. - [?]. - С.93-98.

3. Morales-de la Peña M., Welti-Chanes J., Martín-Belloso O. (2019). Novel technologies to improve food safety and quality. *Current Opinion in Food Science*, 2019. – V. 30. – P. 1–7.
4. Науменко, Н.В. К вопросу об интенсификации процесса прорастания зерна [Текст] / Н.В. Науменко, И.Ю. Потороко, Ю.В. Кретьова, И.В. Калинина, А.В. Паймулина, А.В. Чатуров // Дальневосточный аграрный вестник. - 2018. - №4 (48). - С.109-115.
5. Запечалов, М.В. Послеуборочная обработка зерна [Текст] / М.В. Запечалов, Н.В. Коваленко, Г.В. Петрова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2015. - №3 (53). - С.80-83.
6. Sekip E., Ahmet O., Rahime C., Mehmet P., Cuneyt D., Bulent C. Interaction of *dzr1*, *opaque-2* and normal endosperm maize inbred lines for grain yield and protein quality, 2021 – V.26, I.1. – P. 35-43, <https://doi.org/10.17557/tjfc.943485>
7. Odjo S., Bera F., Beckers Y., Foucart G., Malumbad P. Influence of variety, harvesting date and drying temperature on the composition and the in vitro digestibility of corn grain. *Journal of Cereal Science*, 2018. – V.79. – P. 218-225.
8. Sandeep B.R., Sharma R.Sh. The challenges of grain storage: A review. *International Journal of Farm Sciences*, 2020. – V. 10(2). – P.18-22. doi: 10.5958/2250-0499.2020.00028.2
9. Zhu F. Effect of ozone treatment on the quality of grain products. *Food Chemistry*, 2018. - V.264. – P. 358-366.
10. Калинина, И.В. Применение эффектов ультразвукового кавитационного воздействия как фактора интенсификации извлечения функциональных ингредиентов [Текст] / И.В. Калинина, Р.И. Фаткуллин // Вестник ВГУИТ. Серия «Пищевые биотехнологии». - 2016. – № 4(1). – С. 64-70.
11. Singh A.K., Rehal J., Kaur A., Jyot G. Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2015. – 55 (11). – P. 1575-1589.
12. Изтаев, А.И. Технологические основы ионно-озоновой обработки при хранении и переработке зерна в кавитационной зоне [Текст] / А.И. Изтаев, М.М. Мамеров, Б.А. Изтаев, М.С. Нуртаева // Материалы Международной научно-практической конференции: Производство и переработка сельскохозяйственной продукции, управление качеством и безопасностью, г. Воронеж, 2013. – С. 233-234.
13. Iztayev A.I., Kulazhanov T.K., Maemerov M.M., Assangalieva J.R. Electromagnetic ion-ozone grain processing // Pakistan Engineering Council at National University of Sciences Technology. 5-th World Engineering Congress (WEC-2013): materials of International scientific and practical conference, Islamabad, 2013. – P. 31-39.
14. Huffman R.D., Edwards J.W., Pollak L.M., Scott M.P. Interaction of genetic mechanisms regulating methionine concentration in maize grain. *Crop Sci.*, 2016. – V. 56 (5). – P. 1-11.
15. Yahya S.S., Amirreza R., Hamid K., Pouria A. Modeling antecedent factors involved in behavioral intention towards technology application of genetically modified crops, *GM Crops & Food*, 2022. – V. 13, I. 1. – P. 50-64, <https://doi.org/10.1080/21645698.2022.2057160>
16. Iztayev A., Urazaliev R., Yakiyayeva M., Maemerov M., Shaimerdenova D., Iztayev B., Toxanbayeva B., Dauletkeldi Ye. The investigation of the impact of dynamic deterioration of ozone on grass growth and the consequence of ion-ozone cavitation treatment. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 2018. – 10(13). – P. 663-671.
17. Sultan H.Kh., Muhammad S., Saima G., Sundas W., Munawar Sh., Saima M.A. Genetic dissection of grain yield traits in a large collection of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 2022. – V. 25. – P. 215-223.
18. Ghanian M., Ghoochani O.M., Kitterlin M., Jahangiry S., Zarafshani K., VanPassel S., Azadi H. Attitudes of agricultural experts toward genetically modified crops: a

- case study in Southwest Iran. *Sci Eng per Moral Concern*, 2016. – V.22. – P. 509-524.
19. Tursunbayeva Sh.A., Iztayev A., Magomedov M., Yakiyayeva M.A., Muldabekova B.Zh. Study of the quality of low-class wheat and bread obtained by the accelerated test method. *J. Periodico Tchê Quimica*, 2019. –V. 16(33). – P. 809-822.
20. Yakiyayeva M., Iztaev A., Kizatova M., Maemerov M., Iztaeva A., Feydengold V., Tarabaev B., Chakanova Zh. Influence of ionic, ozone ion-ozone cavitation treatment on safety of the leguminous plants and oil-bearing crops at the storage. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2016. – V. 11(6). – P. 1229-1234.

Материал редакцияга 21.08.22 түсті.

A.I. Iztayev¹, A.S. Zhaksylykova¹, G.S. Isakova¹

¹*Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,*

²*M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan*

ENSURING FOOD SAFETY OF GRAIN STORAGE BASED ON ION-OZONE CAVITATION TECHNOLOGY

Abstract. Increasing production, improving the quality, the safety of products, and reducing their losses are urgent task. To improve the seed, yield, and technological qualities of grain during short-term and long-term storage, in-line ion-ozone treatment of grain products in a stream of electrically charged particles is effective, which significantly allows the use of the potential of biological and environmental resources. The solution to the problem is ion-ozone technology, which is not available in the near and far abroad. Ion-ozone technology is the science of the totality of many scientific trends in physical and chemical influences, technologies, as well as the latest and unique devices for their implementation. This paper presents the results of studies on the grain storage process using cavitation and ion-ozone of seed grain in order to increase the yield and technological characteristics of grain crops for the production of environmentally friendly processed products. Treatment of grains with electrically charged particles in the air stream completely eliminates the need for pesticides, qualitatively increases the viability of seeds; and it reduces costs, saves time, disinfection is carried out to destroy diseases and pests; in general, the biological value of the product increases due to the optimization of oxidative processes. The effect of the proposed technology for ion-ozone treatment of moistened grain using cavitation is an ion-ozone mixture that deodorizes and disinfects grain, in accordance with quantum physical processes, increases the biological value, and accelerates the processes of grain metabolism.

Keywords: grain, seeds, ion, ozone, molecular ions, ion-ozone treatment (IOT), ion-ozone cavitation treatment (IOCT), electrically charged particles.

References

1. Kohmetova A., Sapahova Z., Esimbekova M., Eleshev R., Morgunov A. Principy i metody selektsionnoy razvedki i razvedki kul'turnykh sortov zerna [Principles and methods of grain crop breeding at the present stage] // *Vestnik sel'skohozyajstvennoy nauki Kazakhstana* [Bulletin of Agricultural Science of Kazakhstan]. - 2014. – No.1. – P. 3-19. [in Russian].
2. Bajmagambetova K.K., Nurpeisov I.A., Gass O.S., Bishimbaeva N.K., Sereda G.A., Chudinov V.A., Bekenova L.V. Ekologicheskoe ispytanie skorospelykh liniy pshenicy, poluchennykh biotekhnologicheskimi metodami [Ecological testing of early maturing wheat lines obtained by biotechnological methods] // *International Conference on Plant Biology and Biotechnology, Almaty, 2014.* – P. 93. [in Russian].

3. Morales-de la Peña M., Weltri-Chanes J., Martín-Belloso O. (2019). Novel technologies to improve food safety and quality. *Current Opinion in Food Science*, 2019. – V. 30. – P. 1–7.
4. Naumenko N.V., Potoroko I.YU., Kretova YU.V.I., Kalinina I.V., Pajmulina A.V., Chaturon A.V. K voprosu ob intensivatsii processa prorstaniya zerna [To the question of the intensification of the process of grain germination] // *Far Eastern Agrarian Bulletin*.- 2018. – V. 4 (48). – P. 109-115. [in Russian].
5. Zapevalov M.V., Kovalenko N.V., Petrova G.V. Posleuborochnaya obrabotka zerna [Post-harvest processing of grain] // *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. - 2015. – No. 3 (53). – P. 80-83. [in Russian].
6. Sekip E., Ahmet O., Rahime C., Mehmet P., Cuneyt D., Bulent C. Interaction of *dzt1*, *opaque-2* and normal endosperm maize inbred lines for grain yield and protein quality, 2021 – V.26, I.1. – P. 35-43, <https://doi.org/10.17557/tjfc.943485>
7. Odjo S., Bera F., Beckers Y., Foucart G., Malumbad P. Influence of variety, harvesting date and drying temperature on the composition and the *in vitro* digestibility of corn grain. *Journal of Cereal Science*, 2018. – V.79. — P. 218–225.
8. Sandeep B.R., Sharma R.Sh. The challenges of grain storage: A review. *International Journal of Farm Sciences*, 2020. – V. 10(2). – P.18-22. doi: 10.5958/2250-0499.2020.00028.2
9. Zhu F. Effect of ozone treatment on the quality of grain products. *Food Chemistry*, 2018. - V.264. – P. 358-366.
10. Kalinina I.V., Fatkullin R.I. Primenenie effektivov ul'trazvukovogo kavitatsionnogo vozdeystviya kak faktora intensivatsii izvlecheniya funktsional'nykh ingredientov [Application of the effects of ultrasonic cavitation as a factor in the intensification of the extraction of functional ingredients] // *Vestnik VGUIT. Seriya «Pishchaibiotekhnologiya»*, 2016. – No.4(1). – P. 64-70. [in Russian].
11. Singh A.K., Rehal J., Kaur A., Jyot G. Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2015. – 55 (11). – P. 1575-1589.
12. Iztaev A.I., Maemerov M.M., Iztaev B.A., Nurtaeva M.S. Tekhnologicheskie osnovy ionno-ozonovoy obrabotki pri hranenii i pererabotke zerna v kavitatsionnoy zone [Technological foundations of ion-ozone treatment during storage and processing of grain in the cavitation zone] // *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: Production and processing of agricultural products, quality and safety management, Voronezh*, 2013. – P. 233-234. [in Russian].
13. Iztayev A.I., Kulazhanov T.K., Maemerov M.M., Assangalieva J.R. Electromagnetic ion-ozone grain processing // *Pakistan Engineering Council at National University of Sciences Technology. 5-th World Engineering Congress (WEC-2013): materials of International scientific and practical conference, Islamabad*, 2013. – P. 31.
14. Huffman R.D., Edwards J.W., Pollak L.M., Scott M.P. Interaction of genetic mechanisms regulating methionine concentration in maize grain. *Crop Sci.*, 2016. – V. 56 (5). – P. 1–11.
15. Yahya S.S., Amirreza R., Hamid K., Pouria A. Modeling antecedent factors involved in behavioral intention towards technology application of genetically modified crops, *GM Crops & Food*, 2022. – V. 13, I. 1. —P. 50-64,
16. Iztayev A., Urazaliev R., Yakiyayeva M., Maemerov M., Shaimerdenova D., Iztayev B., Toxanbayeva B., Dauletkeldi Ye. The investigation of the impact of dynamic deterioration of ozone on grass growth and the consequence of ion-ozone cavitation treatment. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 2018. – 10(13). – P. 663-671.
17. Sultan H.Kh., Muhammad S., Saima G., Sundas W., Munawar Sh., Saima M.A. Genetic dissection of grain yield traits in a large collection of spring wheat (*Triticum*

-
- aestivum L.) germplasm. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 2022. – V. 25. - P. 215-223.
18. Ghanian M., Ghoochani O.M., Kitterlin M., Jahangiry S., Zarafshani K., Van Passel S., Azadi H. Attitudes of agricultural experts toward genetically modified crops: a case study in Southwest Iran. *Sci Eng per Moral Concern*, 2016. – V.22. – P. 509–524.
19. Tursunbayeva Sh.A., Iztayev A., Magomedov M., Yakiyayeva M.A., Muldabekova B.Zh. Study of the quality of low-class wheat and bread obtained by the accelerated test method. *J. Periodico Tchê Quimica*, 2019. – V. 16(33). – P. 809-822
20. Yakiyayeva M., Iztaev A., Kizatova M., Maemerov M., Iztaeva A., Feydengold V., Tarabaev B., Chakanova Zh. Influence of ionic, ozone ion-ozone cavitation treatment on safety of the leguminous plants and oil-bearing crops at the storage. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2016. – V. 11(6). – P. 1229-1234.