

ӘОЖ 664.7
ГТАМР 65.09.39

АСТЫҚ ЗИЯНКЕСТЕРІНЕ ИОНООЗОНДЫ ӨНДЕУДІҢ ӘСЕРІ

Т.Қ. ҚҰЛАЖАНОВ¹, Ә.І. ІЗТАЕВ¹, М.А. ЯКИЯЕВА¹, М.М. МАЕМЕРОВ¹, Н.Т. МОЛДАБЕКОВА¹

*(¹Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, Алматы)
E-mail: yamadina88@mail.ru*

Мақалада озонды және ионоозонды кавитациялы өңдеулердің астық зиянкестеріне әсері зерттелген. Сондай-ақ, астық қорларының зиянкестермен зақымдалу дәрежесі де анықталған.

Зерттеу нәтижесінде ионоозонды кавитациялық өңдеудің зиянкестерді толығымен жоятындығы және астықтың сапасын жақсартатындығы дәлелденген. Астық қорын зиянкестерден қорғау жүйесінде астықты озонды ауалы қоспамен, ионоозонды кавитациямен өңдеудің рөлі мен мәні анықталды. 20 минут бойы экспозициядағы және әртүрлі концентрациядағы сынаулар жүргізілді. Озонның 3,5 және 4,9 г/м³ және ионоозонды кавитациялы ауалы қоспаның 1,4 г/м³ 3000 бірл. концентрациясы қор зиянкестерін жою үшін тиімді.

Негізгі сөздер: астық, ионоозон, кавитация, зиянкестер, сақтау, өңдеу.

ВЛИЯНИЕ ИОНООЗОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗЕРНА

Т.К. КУЛАЖАНОВ¹, А.И. ИЗТАЕВ¹, М.А. ЯКИЯЕВА¹, М.М. МАЕМЕРОВ¹, Н.Т. МОЛДАБЕКОВА¹

(¹Алматынський технологический университет, Казахстан, Алматы)

E-mail: yamadina88@mail.ru

В статье исследовано влияние озонной и ионоозонной кавитационной обработки на вредителей зерна. А также определена степень заражения вредителями запасов зерна. В результате исследования было доказано, что ионоозонная кавитационная обработка полностью уничтожает вредителей и улучшает качество зерна. В системе защиты запасов зерна от вредителей определены роль и значимость обработки зерна озонозодушной смесью и ионоозонной кавитацией. В течение 20 минут проведены испытания при разных концентрациях и экспозициях. Для уничтожения запасов вредителей оптимальным является озонозодушная смесь при концентрации 3,5-4,9 г/м³ и ионоозоннокавитационная обработка при концентрации 1,4 г/м³/3000 ед.

Ключевые слова: зерно, ионоозон, кавитация, вредитель, хранение, обработка.

INFLUENCE OF ION-OZONE PROCESSING ON GRAIN WRINKLERS

T.K. KULAZHANOV¹, A.I. IZTAYEV¹, M.A. YAKIYAYEVA¹, M.M. MAYEMEROV¹, N.T. MOLDABEKOVA¹

(¹Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty)

E-mail: yamadina88@mail.ru

The article investigated the influence of ozone and ion-ozone cavitation treatment of the grain pest. And the degree of contamination by pests of grain stocks. As a result of the study, it was proved that ion-ozone cavitation treatment completely destroys pests and improves grain quality. In the system for protecting grain stocks from pests, the role and importance of grain processing with an ozone-air mixture and ion-ozone cavitation. Within 20 minutes, tests were carried out at different concentrations and exposures. For the destruction of pest stocks, the optimal ozone-air mixture at a concentration of 3.5-4.9 g/m³ and ion-ozone-cavitation treatment at a concentration of 1.4 g/m³/3000 units.

Key words: grain, ion-ozone, cavitation, pest, storage, processing.

Kіpіcne

Астық қабылдау және басқа да кәсіпорындарда дәндердің зақымдануына себеп – астық өндіріп, өткізушілердің қырмандарынан зақымданған дәндердің келіп түсуі. Осындай дәндер партиясын кәсіпорын ішінде ауыстыру, зиянкестердің басқа нысандарға да қоныстануына себепші болады.

Зиянкестердің таралу жолдарының көптігі кәсіпорынның барлық нысандарын ұдайы тексеріп отыру және зақымдану көзін дер кезін-

де анықтап, зиянкестерге қарсы шараларды мезгілінде белгілеуге міндеттейді [1-2].

Астық партиясында зиянкестердің бір тірі данасы кездестірілген болса, онда бұл астық партиясы зиянкестерімен залалданған болып саналады. Зиянкестер астық қорына өте үлкен зиян келтіреді, жыл сайын олардың әсерінен бидай, арпа, күріш, тары, сұлы дақылдарының дүниежүзілік қорының 5 пайызы жоғалады. Астық қорларының ең қауіпті зиянкестері: бізтұмсық, кеміргіштер, дәндер күйесі, дән құрттары.

Бұл зиянкестер дәннің ішінде дамып, оның іш құрылысын жейді. Кенелер негізінен дәннің ұрықтық бөлігін зақымдайды, соның нәтижесінде дәннің өну қабілеттілігі төмендейді. Көп жинақталған кезде зиянкестер дәннің өздігінен қызуына және де дәннің бұзылуына әкеліп соқтырады. Диірмендерде електердің істен шығуына, өнім тасымалдағыш құбырлардың бітеліп қалуына, тағы сол сияқты келеңсіз жағдайларға әкеледі. Астық партиясының кенелерден басқа ешқандай зиянкестермен залалдануы рұқсат етілмейді. Астықтағы өлген зиянкестер жағымсыз, өткір иісті болуы да мүмкін. Олардың астық құрамындағы мөлшері стандарттармен дақыл түріне және оның тағайындалуына байланысты қатаң нормаланған. Астықтың зиянкестермен залалдануы екі: ашық және жасырын түрде болады. Ашық түрдегі залалдану дән араларында тірі зиянкестердің (әртүрлі даму сатысында) бар болуымен сипатталады. Жасырын түрдегі залалдану дәннің ішінде (әртүрлі даму сатысында) тірі зиянкестердің болуымен сипатталады [3-4].

Астық қоры зиянкестерімен күресудің алдын алу шаралары мен оларды жою, құрту шаралары бойынша жұмыстарға тоқталатын болсақ, мұнда астық зиянкестерін жою үшін физикалық-химиялық күресу шарасы қолданылады. Яғни, астық қоры зиянкестерін механикалық, термиялық әсер туғызу және күн сәулесі радиациясын қолдану арқылы, түрлі химиялық улы заттар мен газдарды қолданып жою қарастырылған. Бұл шаралардың тиімсіздігі:

1. Механикалық және термиялық әсер туғызған кезде бұл дәннің сапа көрсеткішіне кері әсерін тигізіп, оның бүлінуіне әкеледі, өндірістің шығынын арттырады;

2. Күн сәулесі радиациясын қолдану адам денсаулығына радиактивтік сәулелердің теріс әсерін тудыруы мүмкін;

3. Химиялық улы заттар мен газдарды қолдану адам денсаулығына айтарлықтай зиянын тигізеді;

4. Қоршаған ортаға улы газдардың таралуы мен улы заттармен дезинсекциялау ауаның, топырақтың ластануына алып келеді;

5. Сондай-ақ, астық зиянкестерін жоюда химиялық заттарды көп қолдану астық қоры-

ның жарамсыз болып қалуына, өндірістің шығынға ұшырауына алып келуі ықтимал.

Сол себепті де қоршаған ортаны қорғау мақсатында және адам денсаулығына қауіпсіз, әрі өндірістік шығыны аз болатын астық қоры зиянкестерімен күресу технологиясын қарастырған жөн.

Алматы технологиялық университетінің Тағам технологиясы ғылыми-зерттеу институтының зертханаларында Алматы облысындағы астық сақтау қоймаларына шолу жасалды және ондағы түрлік құрамы анықталды. Сонымен қатар астық зиянкестеріне ионоозонды кавитациялы өңдеулердің әсері де зерттелді.

Ионоозонды қоспа концентрациясының ұсынылған шамаларында екі басты мәселе бірден шешіледі. Біріншіден, зиянкестерді жою орындалса, екіншіден, астықтың төмен сапасын жоғарылатады, яғни астықты сақтаудың басты талабы сандық және сапалық шығынын болдырмайды [5-6].

Зерттеу нысандары және әдістері

Астықтағы залалданудың жасырын түрі бізтұмсықтың болуы стандарты бойынша анықталды. Бізтұмсықпен залалданудың жасырын түрі жару әдісімен анықталды. Ол үшін МемСТ 13586.4-83-«Зиянкестермен зақымдалуын және жарамсыздығын анықтау әдісі» қолданылды. Астықтың зиянкестерімен ашық түрдегі залалдануын МемСТ 13586.6-93-«Зиянкестермен зақымдалуын анықтау» бойынша анықталды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Зерттеу жүргізу барысында Алматы облысындағы элеваторларға, өңдеу кәсіпорындарына, астық қабылдау пунктеріне, құрамажем зауыттары мен астық қоймасына олардың фитосанитарлық күйін (зиянкестердің таралуы, олардың залалдану дәрежесі) және таралған жәндіктердің зертханалық популяциясын толтыруға арналған тест-нысандарының сұрыптауын айқындау бойынша тексеру жүргізілді.

Зерттеу кезеңінде төгілген астықтың зиянкестің, өсімдік қалдығының үлгілері алынды (30 сынама). Олар жәндіктер мен кенелердің түрлік керек-жарағы және нысандардың залалдану дәрежесі бекітілген зертханада талданды. Нәтижелер 1 кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Алматы облысындағы шаруашылықтардағы зиянкестердің түрлік құрамы

№ р/н	Шаруашылық атауы	Зиянкес түрі	Залалдану дәрежесі		
			I	II	III
1.	«Алтын диірмен» ЖШС	қара қоңыз	+		
		үн жегіш	+		

		тері жегіш		+	
		бізтұмсық		+	
		қаракүйе		+	
2.	«Бекон» ЖШС	қара қоңыз			+
		тері жегіш			+
		ұн жегіш			+
		жасырын жегіш			+
		ұшқыр			+
		бізтұмсық			+
		қанкөбелек			+
		кене			+
3.	«Байсерке Агро» ЖШС	бізтұмсық	+		
		қара қоңыз	+		
		ұшқыр	+		
		тері жегіш	+		
4.	«Азия Агро Фуд» ЖШС	бізтұмсық	+		
		тері жегіш	+		
		ұшқыр	+		
		қаракүйе	+		
		қанкөбелек	+		
5.	«Алматы ұн комбинаты» ЖШС	қара қоңыз	+		
		ұн жегіш	+		
		қаракүйе	+		
		бізтұмсық	+		
		тері жегіш	+		
6.	«KazBestGrain» ЖШС	тері жегіш			+
		бізтұмсық			+
		ұн жегіш			+
		қара қоңыз			+
		кене			+
7.	КибиАгрокомпания» ЖШС	қара қоңыз	+		
		тері жегіш	+		

«Алтын диірмен» ЖШС-де 1 элеватор, 8 қойма және 1 диірмен тексерілді. «Алтын диірмен» ЖШС шаруашылығының диірменіндегі қоймада І және ІІ дәрежедегі ірі ұн қара қоңызы, тері жегіш, қама бізтұмсығы, суринам ұн жегіші анықталды. Олардың саны 2-ден 9 данаға дейін түрленді. Элеваторда тері жегіштер, бізтұмсықтар, қаркүйелер анықталды. Олардың залалдану дәрежесі ІІ (6-9 дана/кг) құрады.

Іле ауданындағы «Байсерке Агро» ЖШС 22 қоймадан тұрады. Қойманың аймағы таза, асфальтталған, арамшөп пен іркілген су жоқ. Қойманың іші тазаланған. 3 қойма жүктеулі, қалғандары жүктелмеген. Үлгілері алынған – бидай, жүгері дәні, бидай сметкасы. Зақымдалудың І дәрежесінде бізтұмсықтар, қара қоңыздар, тері жегіштер мен ұшқырлар анықталды. Қоймалардың фитосанитарлық жағдайы жақсы.

«Бекон» ЖШС құрамажем зауытында элеватор, астық қоймалары мен оның аймағы тексерілді. Ірі ұн қоңызы, кіші ұн қоңызы, тері жегіштің 3 түрі (шошқа, сиыр, құба), суринам және жирен ұн жегіш, бізтұмсықтар, жасырын

жегіштер, ұшқыштар, қанкөбелек пен кенелер анықталды. Қоймаларда осы зиянкестердің орнығуы ІІ және ІІІ залалдану дәрежесін құрады. Зиянкестердің саны 1 кг астықта 10-нан 38-ге дейінгі аралықтағы данаға, ал кенелердің орташа 22 данаға ауытқып отырды. Аймақта бізтұмсықтар, кіші ұн қоңызы, ұшқыштар, ұн жегіштер, кенелер (түкті, ұзынша және шаң-тозаң биті) айқындалды.

Алматы облысы Қарасай ауданындағы «АзияАгроФуд» ЖШС-да залалданудың І дәрежесіндегі саны 1-ден 5 данаға дейінгі бізтұмсықтар, тері жегіштер, ұшқыштар, қаракүйелер мен қанкөбелектер анықталды.

«KazBestGrain» ЖШС шаруашылығында элеватор, астық қоймалары мен құрамажем зауыты тексерілді. Элеваторда залалданудың ІІІ дәрежесіндегі тері жегіштің 3 түрі, құрамажем зауытында – тері жегіштер, бізтұмсықтар, ұн жегіштер, қара қоңыздар мен кенелер анықталды. Зиянкестердің саны 14-тен 37-ге дейінгі дана/кг құрады.

«Алматы ұн комбинаты» ЖШС-де залалданудың I дәрежесіндегі қара қоңыздар, ұн жегіштер, қарақүйелер, бізтұмсықтар мен тері жегіштер айқындалды.

«КибиАгрокомпания» ЖШС Қапшағай қаласының маңында орналасқан. 1 элеватор, 10 қойма мен олардың аймағы тексерілді. Аймақ тазаланған, элеватор мен қоймада жөндеу жүргізілген, инсектоакарицидтермен дымқыл өңдеу жүргізілген (каратэ 05, к.э.). 22 сынама алынды, өлген қара қоңыздар мен тері жегіштер анықталды. Зиянкестермен зақымдалу дәрежесі II құрады. 1 кг астықтағы зиянкестердің саны 6-16 дана.

Осылайша, 1-кестеден көргендей қор зиянкестерінің түрлік құрамы әрқалай. Алынған үлгілерді талдау астық пен оны өңдеу өнімдеріне зиян келтіретін жәндіктер мен кенелердің түрлік ерекшеліктерін айқындауға мүмкін-



а – қамба бізтұмсығы құртымен бірге, б – кіші ұн қоңызы мен құрты

Сурет 1 – Астық және оны өңдеу өнімдерінің зиянкестері

Астықты силосқа салу кезінде дезинсекциялау бойынша электр тогының әртүрлі полярлығы негізінде астық қорын ионоозонды технологиямен өңдеу бойынша технологиялық желілерге жөндеу жүргізілді. Ионоозонды қондырғыны жөндеу кезінде норияның немесе силосты сыйымдылықтың аумағында ионоозонды қондырғылар жерге тұйықталады және осы конструкцияның металл бөлшектерімен жанасқан астық оң полярлы болады. Астық қорын ионоозонды технологиясымен өңдеу кезінде ионоозонды қоспа мен дәннің әртүрлі полярлығы алынады.

Астық қорының зиянкестерін жою барысында озон мен ионоозонның ауалы қоспасы астық массасына толықтай араласпайтындықтан, оның араласу тиімділігін арттыру мақсатында ионоозонды кавитациялық өңдеу технологиясын қолдану қарастырылды. Оның зертханалық тәжірибелік жұмыстары Алматы технологиялық университетінде жүргізілді. Тәжірибе жүргізу үшін жәндіктер мен кенелердің

дік берді. Негізінен тұрақты бақылау мен уақытылы жою шарасын қолдануды талап ететін қатты қанаттылар (*Coleoptera*), қабыршақ қанаттылар (*Lepidoptera*) және кенелер (*Acarus siro* Z.) отрядының өкілдері табылды.

Талданған үлгілерден 2 түрлі жәндік алынды (қамба бізтұмсығы, кіші ұн қоңызы (1 сурет)).

Тест-объектілерді көбейту бойынша 25-27°C температура мен 70-75% ауаның салыстырмалы ылғалдылығында зертханалық тәжірибелер салынды. Анықталған зиянкестер жеммен (астық, ұн, жарма) бірге бақшаға отырғызылды. Апта сайын жемдерін ауыстырып және бақшаны тазартумен бірге олардың өсуіне бақылау жүргізілді.

«ӨҚЖКҚазҒЗИ» ЖШС зертханасында жыл сайын орташа есеппен бойынша 20 мың бізтұмсық, 3 мың ұн жегіш, 20 мың кене, 4 мың ұн қоңызы, 4 мың құба қойма тері жегіші өсіріледі.

зертханалық өскіндеріне популяция қажет болды. Бұл үшін тест жинақтау үшін объектілерді тексеру және астық қоймаларын, қоймаларды, элеваторларды, астық қабылдау кәсіпорындарын, қойма алдындағы аумақтарды және Алматы қаласындағы Алматы облысы Іле ауданындағы құрамажем зауытын бағалау жүргізілді. «Байсерке Агро» ЖШС, «Алтын диірмен» ЖШС, «Бекон» құрамажем зауыты тексерілді. 9 сынама алынды және талданды. Анықталған зиянкестер: қамба бізтұмсығы II, ал қара қоңыздар – I дәрежеде зақымдалған.

100 г салмақтағы әртүрлі ылғалдылықтағы негізгі зиянкестермен зақымдалған арнайы сыйымдылықтағы астық, яғни Қазақстандық күздік қатты бидай сұрыбын 20 минут экспозицияда 10 г/м³ озонмен және 10 минут экспозиция барысында 0,6 МПа кавитациямен, және 20 минут экспозиция кезінде озон мен кавитацияны біріктіріп өңдеуге ұшырады. Олардың қор зиянкестеріне әсері 2-4 кестелерде келтірілген.

Кесте 2 – Қазақстандық күздік қатты бидайдың қор зиянкестеріне озонның әсері

Озон концентрациясы, г/м ³	Зақымдалу дәрежесі	Экспозиция, минут	Биологиялық тиімділігі (%) ... күннен кейін					
			койма бізтұмсығы			кіші ұнның қара қоңызы		
			3	5	10	3	5	10
10	I	20	10	20	60	15	60	80
10	II	20	15	40	50	45	80	90
10	III	20	35	45	65	45	80	90

2-кестенің мәліметтеріне сүйене отырып 20 минут экспозицияда 10 г/м³ озон концентрациясы кезінде және I зақымдалу дәрежесінде койма бізтұмсығының жойылуы 10 күнде 50-

60%-ды, кіші ұнның қара қоңызы – 65-80%-ды құрады, III дәрежеде 10 күнде 55-65% бізтұмсық, 85-90% қоңыз өлді.

Кесте 3 – Қазақстандық күздік қатты бидайдың қор зиянкестеріне ионоозонды кавитацияның әсері

Кавитация, МПа	Зақымдалу дәрежесі	Экспозиция, минут	Биологиялық тиімділігі (%) ... күннен кейін					
			койма бізтұмсығы			кіші ұнның қара қоңызы		
			3	5	10	3	5	10
0,6	I	10	40	45	80	45	75	80
0,6	II	10	20	45	85	25	80	85
0,6	III	10	45	50	85	20	60	90

10 минут экспозицияда 0,6 МПа концентрациядағы кавитациямен өңдеу барысында зиянкестермен II дәрежелі зақымдалу кезіндегі

оның тиімділігі 10 күнде – 80-85%, ал III дәрежеде – 75-90% құрады.

Кесте 4 – Қазақстандық күздік қатты бидайдың қор зиянкестеріне озонды кавитацияның әсер

Озон концентрациясы+ кавитация, г/м ³ +МПа	Зақымдалу дәрежесі	Экспозиция, минут	Биологиялық тиімділігі (%) ... күннен кейін					
			койма бізтұмсығы			кіші ұнның қара қоңызы		
			3	5	10	3	5	10
10 г/м ³ 0,6 МПа	I	20	25	45	100	20	90	100
10 г/м ³ 0,6 МПа	II	20	45	90	100	45	90	100
10 г/м ³ 0,6 МПа	III	20	50	95	100	45	100	100

Озонның 10 г/м³ және 0,6 МПа кавитацияның концентрациясы кезінде озон+кавитациямен өңдеу барысында 20 минут экспозицияда бізтұмсықтың, кіші ұнның қара қоңызының жойылуы 10 күннің ішінде 90-нан 100%-ға дейін құрады.

Озон мен кавитация әсерінің көрсеткіштерін талдау барысында койма бізтұмсығының преимагинальные даму сатылары әсерін тигізбеді, ал кіші ұнның қара қоңызының жұмыртқа мен қуыршақ сатылары аса тұрақты және құрт-

тары сезімтал, ұн қоңызында – құрттар мен нимфалар.

Қорытынды

1. Жұмыста Алматы облысындағы тексерілген шаруашылықтардың фитосанитарлық жағдайы қор зиянкестерімен зақымдалудың I-ден III-ке дейінгі дәрежесінде ауытқып отырғандығы анықталды. Осыған орай Қазақстандық күздік қатты биайдан алынған үлгілер талданды.

Қазақстандық күздік қатты биайдағы жәндіктер мен қоңыздардың түрлік құрамы Та-

гам технологиясы ғылыми-зерттеу институтының зертханасында талданды және зерттеулер жүргізілді. Сондай-ақ, бізтұмсықтар мен кіші ұн қоңызы сияқты зиянкестермен зақымдалған астық дақылдарын тазарту мақсатында ионоозонды кавитациялы технология қолданылды.

2. Қорды зиянкестерден қорғау жүйесінде астықты озонды ауалы қоспамен, ионоозонды кавитациямен өңдеудің рөлі мен мәні анықталды. Олардың негізгі зиянкестерге қарсы 20 минут экспозициядағы және әртүрлі концентрациядағы сынаулары жүргізілді. Озонның 3,5 және 4,9 г/м³ және ионоозонды кавитациялы ауалы қоспаның 1,4 г/м³ 3000 бірл. концентрациясы қор зиянкестерін жою үшін тиімді. Озонның 3,5 және 4,9 г/м³ концентрациясында және 20 минут экспозицияда зерттеу жүргізгенде қамба бізтұмсығы, кіші ұн қоңызы ионоозонның 1,4 г/м³ 3000 бірл. концентрациясында 20 минут экспозицияда биологиялық тиімділігі 60–100% құрады.

Ионоозонды кавитация технологиясымен өңдеу Қазақстандық күздік қатты бидайдың өну сапасына оң әсерін тигізді. Қорыта айтқанда, дақылдарды ионоозонды кавитация әдісімен өңдеу – оларды зиянкестерден толықтай тазартатындығы дәлелденді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Искакова Г.К., Кулажанов Т.К., Изтаев А.И., Маемеров М.М. Технология хлеба и макаронных изделий с применением озонированной и ионоозонированной воды. - Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2011. – 216 с.
2. Фейденгольд В.Б., Закладной Г.А., Алексеева Л.В., Львова Л.С., Темирбекова С.А. Меры борьбы с потерями зерна при заготовках, послеуборочной обработке и хранении на элеваторах и хлебоприемных предприятиях. - М.: ДеЛи принт, 2007. – 320 с.
3. Сулейменова З.Ш. Методические указания по учету и выявлению вредных и особо опасных вредных организмов сельскохозяйственных угодий. - Астана: «Фолиант», 2009. – 312с.
4. Изтаев А.И., Урозалиев Р.А., Кулажанов Т.К., Маемеров М.М., Изтаев Б.А., Якияева М.А. Биоэнергетические и экологические процессы повышения урожайных, семенных свойств и технологических качеств зерна. - Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2017. -236 с.
5. Кулажанов Т.К., Изтаев А.И., Шаймерденова Д.А., Чаканова Ж.М., Якияева М.А., Маемеров М.М., Изтаев Б.А., Сакенова Б.А. Инновационные технологии обработки, хранения и переработки зерновых, зернобобовых и масличных культур. - Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2018. – 540 с.
6. Изтаев А.И., Кулажанов Т.К., Маемеров М.М., Асанғалиева Ж.Р., Изтаев Б.А., Сарлыбаева Л.М. Электрофизические методы обработки зерна на элеваторах и зерноперерабатывающих предприятиях. - Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2015. – 172 с.