

ӨОЖ 575.224.46

¹Т.К. Байбекова, ¹Л. Ануарова, ²А.А. Нұржанова*¹Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.²Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы ҒЗИ,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

*E-mail: gen_asil@mail.ru

ДДТ метаболиттерінің арпа микроспорогенезіне әсері

Өсімдіктердің биологиясы мен биотехнологиясы институтында Қазақстанның пестицидтермен ластанған территориялары зерттелуде. Бұл мақалада сол жерлердегі хлорорганикалық пестицидтердің топырақ құрамында анықталған концентрацияларының ықпалдары лабораториялық жағдайда тексеріліп, арпаның Одесский-100 сортының өну қарқыны мен микроспорогенезіне әсерін алғашқы рет зерттеу қорытындылары келтірілген. Хлорорганикалық пестицидтер 2,4 ДДД (дихлордифенилди-хлорэтан) 4,4 ДДЭ (дихлордифенилди-хлорэтилен) 100 мкг/кг (ШРК), 800 мкг/кг және 1800 мкг/кг концентрацияларында арпаның Одесский 100 тұқымының далалық өнуін бақылаумен салыстырғанда 3-5 есе төмендетті, яғни тежеуші әсер етті. Хлорорганикалық пестицидтер ДДТ-ның метаболиттері 2,4 ДДД, 4,4 ДДЭ-нің әртүрлі дозаларымен өңделген арпа тұқымдарының мейоздық бөлінуінің екі кезеңінде де хромосомдық бұзылулар туғызды, олардың жиілігі препарат дозаларына тікелей байланыста болды.

Түйін сөздер: пестицид, арпа, өну қарқыны, микроспорогенез, цитогенетика, мейоздық бөлінулер, редукциялық бөліну, эквациялық бөліну.

T.K. Baibekova, L. Anurova, A.A. Nurzhanova

The effect of DDT metabolites in the microsporogenesis of barley

Organochlorine pesticides 2,4 DDD (dichlorodiphenyldichloroethane) 4,4 DDE (dichlorodiphenyldichloroethylene) at concentrations of 100 mkg/kg (MPL), 800 mkg/kg and 1800 mkg/kg field germination of barley varieties Odessa 100 reduced by 3-5 times compared with the control variant. Organochlorine pesticide metabolites DDT, -DDD 2,4 (dichlorodiphenyldichloroethane), 4,4 DDE (dichlorodiphenyldichloroethylene) and in both stages of meiotic division was caused by chromosomal rearrangements, the frequency of rearrangements had a direct dependence on the concentration of the treatment drugs.

Key words: pesticides, barley, germination, microsporogenesis, cytogenetics, meiosis, reduction division, equational division.

Т.К. Байбекова, Л. Ануарова, А.А. Нуржанова

Влияние метаболитов ДДТ на микроспорогенез ячменя

Хлорорганические пестициды 2,4 ДДД (дихлордифенилди-хлорэтан) 4,4 ДДЭ (дихлордифенилди-хлорэтилен) в концентрациях 100 мкг/кг (ПДК), 800 мкг/кг и 1800 мкг/кг полевую всхожесть ячменя сорта Одесский 100 снизили в 3-5 раз по сравнению с контрольными вариантами. Хлорорганические пестициды метаболиты ДДТ – 2,4 ДДД (дихлордифенилди-хлорэтан) 4,4 ДДЭ (дихлордифенилди-хлорэтилен) и в обеих стадиях деления мейоза вызывали хромосомные перестройки, частота перестроек имела прямую зависимость от концентраций обработки препаратами.

Ключевые слова: пестициды, ячмень, всхожесть, микроспорогенез, цитогенетика, мейоз, редукционная деления, эквационная деления.

Өсімдіктердің биологиясы мен биотехнологиясы институтында Қазақстанның пестицидтермен ластанған территорияларын анықталып, зерттелуде. ДДТ метаболиттерінің сол топырақтардағы тіршілік ететін жабайы өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсері туралы жұмыстар жүргізілуде, қалдық пестицидтердің топырақ құрамындағы концентрациялары анықталуда. Ол территорияларда жабайы өсімдіктер ғана емес, егістіктер, дәрілік өсімдіктер, саяжайлар, көкөніс өсіретін жерлер бар. Сондықтан топырақ құрамындағы пестицидтердің анықталған концентрацияларының мәдени өсімдіктерге және оның микроспорогенезіне әсерін зерттеу тез шешуді талап ететін өзекті мәселе болып отыр [1].

Пестицидтердің ірі шаруашылық және орман территорияларында көп жыл бойы қолданылуы қоршаған ортаның кең көлемді ластануына әкеледі. Сонымен қатар тұрақты органикалық пестицидтердің молекулалары заттардың табиғи миграциясы және айналымы процестеріне қосылып, үлкен қашықтықтарға тасымалданады. Алайда ең маңыздысы – олардың қоректік тізбелерге қосылуы және тірі организмдерге тигізетін канцерогендік, мутагендік және тератогендік әсері болып табылады [2].

Қоршаған ортаға тигізетін әсері жағынан пестицидтердің хлорорганикалық түрі ең қауыпті болып есептеледі. Олар биосфераның түрлі бөліктерінде (топырақ, сулы экожүйе, атмосфера) жүреді. Топырақта пестицидтер көбінесе 0-30 см қабатта кездеседі [3, 4].

Табиғатта ДДТ біртіндеп хлордан айрылып, дихлордифенилдихлорэтилен (ДДЕ) және дихлордифенилдихлорэтан (ДДД) деп аталатын метаболиттерге айналады. 1945 жылдан бастап ДДТ метаболиттері өнімдерінің адам мен жануарларға тигізетін жағымсыз жақтары байқала бастады. ДДТ-ны қолдануға 1972 жылдан бастап көптеген елдерде тыйым салынды [5].

Әртүрлі ластаушылардың қоршаған ортаға таралу қауыптілігін зерттеуге арналып жасалған жүйе стресс-индекс деп аталады. Стресс-индекс есептеулері бойынша қоршаған ортаны ластаушылардың ең қауыптісі – пестицидтер [6]. Сондықтан да пестицидтердің мутагендік, канцерогендік белсенділігін әртүрлі биологиялық объектілерді қолданып зерттейтін жұмыстар соңғы кезде көп істелуде. Әдеби деректер бойынша пестицидтердің генетикалық әсерін зерттеу жоғарғы сатыдағы өсімдіктерде 3 бағытта жүргізіледі:

тұқымдар мен өскіндерді себу алдында пестицидтермен өңдеудің әсері;

пестицидтердің өсімдік дамуының әртүрлі кезеңдеріне әсері;

пестицидтердің өсімдіктердің генетикалық өзгергіштігіне әсері.

Кириллов және т.б. 2-м-4-х, 2-м-4хн гербицидтерімен тәжірибе жүргізіп, гербицидтермен өңдеген жылы және одан кейінгі жылдары (7 жылға дейін) жаздық арпа сорттарының өзгергіштіктерін бақылады. Өңдеген жылы гербицид бұзылулар туғызды, ол дозаға байланысты болды, доза жоғарылаған сайын бұзылулар да көбейді, олар: тұқымдардың өнуінің төмендеуі, масақтағы морфоздар, ауруларға қарсы тұра алмауы [7].

Кейбір зерттеулер көрсеткендей арпаның өскіндерінің тамыр меристемасында пестицидтердің белсенділігі митоздағы ауытқулардың жиілігін талдау арқылы анықталды [7, 8].

Материалдар және зерттеу әдістері

Ескірген және қолдануға жарамсыз пестицидтердің қалдықтары қоршаған ортаға үлкен экологиялық қауып туғызады. Алматы облысында бұрын пестицидтер сақталған, қазір бұзылып қалған қоймалардың орнын тексергенде ортаның ескірген пестицидтер – ДДТ-ның метаболиттерімен (2,4 ДДД; 4,4 ДДД; 4,4 ДДТ; 4,4 ДДЭ) ластанып жатқаны анықталды. Бұл жерлердегі ДДТ метаболиттерінің концентрациялары шектеулі рауалы концентрациядан ондаған жүздеген есе асады [9].

Осы жерлерде пестицидтердің бірнеше түрі бар екені анықталған соң, олардың сол жерде анықталған әртүрлі концентрацияларының өсімдіктердің тұқымдарының өнуіне әсерін зерттеу және геноулылығына баға беру өзекті мәселе болып отыр. Біз зерттеулерімізді осы бағытта жүргіздік.

Қоршаған ортаны ластайтын факторлардың әртүрлі концентрацияларының биологиялық әсерін анықтайтын биокөрсеткіш ретінде арпаны бірегей объект деп атауға болады, себебі ол ортадағы мутагендерге цитогенетикалық скрининг жасауға қолайлы дақыл болып есептеледі. Хлорорганикалық пестицидтердің әртүрлі концентрацияларының арпа микроспорогенезіне әсерін анықтау үшін алдымызға келесідегідей міндеттер қойдық:

ДДТ метаболиттерінің әртүрлі концентрацияларының арпа Одесский-100 сортының тұқымдарының өнуіне әсерін зерттеу;

Хлорорганикалық пестицидтер – ДДТ метаболиттерінің ластанған топырақ құрамында

анықталған концентрацияларының арпа микроспорогенезіне әсерін зерттеу.

Хлорорганикалық пестицидтердің улылығын анықтау үшін арпаның Одесский-100 сортының құрғақ тұқымдарын зерттеуге алынған хлорорганикалық пестицидтердің әртүрлі концентрацияларында 4 сағат бойы ұсталды. Бақылау вариантындағы тұқымдарды 4 сағатқа суға қойылды. Тәжірибеге 4,4-ДДТ, 2, 4-ДДД, 4,4-ДДЭ стандартты сұйықтықтар 100 мкг/л концентрацияда алынды.

Дихлордифенилтрихлорэтанның (ДДТ) метаболиттері: 4,4-ДДЭ (дихлордифенилдихлорэтилен), 2,4-ДДД (дихлордифенил дихлорэтан), 4,4 ДДД (дихлордифенилдихлорэтан), 4,4-ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан) хлорланған ароматтық қосылыстар.

Хлорорганикалық қосылыстардың келесідегідей концентрациялары пайдаланылды:

4,4 ДДТ (ШРК100 мкг/кг)- 200мкг/кг, 1000 мкг/кг, 5000 мкг/кг;

2,4 ДДД (ШРК 0 мкг/кг) – 5 мкг/кг, 50 мкг/кг, 150 мкг /кг;

4,4 ДДЭ (ШРК 100 мкг/кг) – 100мкг/кг, 800 мкг/кг, 1800 мкг/кг.

Арпа микроспороцитіндегі хромосомдардың құрылымдық бұзылуларын зерттеу үшін

бояудың ацетокармин әдісін қолдандық [10]. Хромосомдағы бұзылуларды мейоздың барлық кезеңдерінде: диакинезде, 1-ші метафазада, 1-ші анафазада, 11-ші метафазада, 11-ші анафазада, тетрадада зерттедік. Мейоздың әр кезеңінде зерттелген клеткалардың саны 100-ден көп болды.

Препаратты талдау МБИ-3 және МБИ-6 микроскоптарының көмегімен әртүрлі үлкейтумен жүргізілді (40x12,5; 90x12,5). Тәжірибеден алған деректерге көпке белгілі әдістермен статистикалық өңдеу жасалды [11].

Нәтиже және оны талқылау

Хлорорганикалық пестицидтердің арпаның Одесский – 100 сортының тұқымның өнуіне әсері. 1-кестеде көрсетілгендей бақылау вариантында суда ұсталған арпа тұқымның өнуі 93% болды. Арпаның далалық өнуіне талдау жасағанда хлорорганикалық пестицидтердің өнуге тежеуші әсер еткенін байқадық. Тұқымның өнуі 4,4 ДДТ метаболитінің концентрациясына байланысты 39% -тен 43 % дейін өзгеріп отырды. 2,4 ДДД, 4 ,4 ДДЭ әсерінен концентрация көбейген тұқымның өнуі төмендей берді, осыған сәйкес өнуі 43% -дан 27% – ға дейін төмендеді.

1-кесте – ДДТ метаболиттерімен өңделген арпа тұқымдардың далалық өнуі

Тәжірибе варианты	Пестицидтердің концентрациясы, мкг/г	Себілген тұқымдардың саны	Өніп шыққан тұқымдар саны	Өну, %
Бақылау варианты		500	465	93
4,4 ДДТ	200	500	195	39
	1000	500	210	42
	5000	500	215	43
2,4 ДДД	5	500	265	53
	50	500	225	45
	150	500	105	21
4,4 ДДЭ	100	500	215	43
	800	500	190	38
	1800	500	135	27

Ал, өзімізге мәлім әдеби деректер бойынша тежеудің деңгейі тірі организмде жүретін метаболизм процестеріне байланысты.

Хлорорганикалық пестицидтердің әсерінен арпа микроспороцитінде туындаған хромосомдық мутациялар жиілігі. Спонтанды хромосомдық мутациялар деңгейі $3,59 \pm 0,53\%$, ал пестицидтермен өңделген варианттарда

хромосомдық мутациялар саны 4-5 есе өсті. Топырақтағы пестицидтердің мөлшері шектеулі рауалы концентрациядан (ШРК) 3,9 есе көп болса жыныс клеткаларындағы хромосомның құрылымдық бұзылулары – $13,19 \pm 1,55\%$, ШРК 5,2-ден асып кеткенде – $15,17 \pm 1,10\%$, ШРК 6,3 еседен көп болғанда – $17,54 \pm 1,12\%$ болды.

Мейоздағы хромосомдық бұзылулардың спектрін талдағанда хлорорганикалық қосылыстағы пестицидтер (ХОП) мейоздың редукциялық бөлінуі кезінде де (бірінші мейоздық бөліну), эквациялық бөлінуі кезінде де (екінші мейоздық бөліну) хромосомдық бұзылулар туғызатынын анықталды.

Бірінші мейоздық бөліну. Хромосомдық бұзылулардың көбі бірінші мейоздық бөліну кезінде пайда болады (2-кесте).

Диакинез. Диакинез кезеңінде гомологтық хромосомалар бір-бірімен конъюгацияға түседі, биваленттер пайда болады. Биваленттердің пішіні – қысқарған, әртүрлі, ядроша шашылып жатады, хиазма сирек болады. Конъюгация процесінің жүруі – геномдарының туыстығына, генотиптің ерекшелігіне, организмнің жасына, генетикалық ортаға, қоршаған ортаның жағдайына (температура, физикалық және хи-

миялық факторлардың әсерлері) байланысты болады. Өзгерістердің түріне байланысты гаметаның хромосомдық құрамы да, тұқым қуалаудың қасиеті мен түрі – комбинативті өзгергіштікте (рекомбинация мен комбинация жиіліктері) өзгеріп отырады. Сөз жоқ, мейоздың биологиялық маңызы – бұл кезде хромосомалардың конъюгацияға түсетіндігі. Тұқым қуалау ережесінің бұзылуы хромосомдардағы конъюгация процесіне тікелей байланысты [12].

Гомологтық хромосомалардың конъюгацияларының өзгеруінен ашық биваленттер мен униваленттер пайда болады. Дарлингтонның классификациясы бойынша бұзылудың әсерінен конъюгация биваленттердің бір ғана иығында жүргендіктен ашық биваленттер мейоздың профазасында көрінеді. Толық асиансис болғанда биваленттердің орнында сыңарын таппаған хромосомдар – униваленттер пайда болады.

2-кесте – Арпаның бірінші мейоздық бөлінуіндегі хлорорганикалық пестицид (ХОП) әсерінен туындаған өзгерістердің спектрін талдау

Тәжірибе варианты	Концен-трация, мкг/кг	Бұзылулар саны	Диакинез	Метафаза 1	Анафаза 1
			%, (M±m)	%, (M±m)	%, (M±m)
Бақылау варианты	0	37	4,91±1,077	3,08±1,07	2,42±0,82
ХОП	ШРК<3,9	20±200	20,91±4,288	17,81±1,78	14,91±1,07
ХОП	ШРК<5,2	16±161	17,56±3,823	14,19±3,78	12,51±2,17
ХОП	ШРК<6,3	79±79	12,30±3,12	18,51±2,24	24,69±2,12

Арпаның бақылау вариантындағы тұқымдарда хромосомдық бұзылулардың саны $4,91 \pm 1,07\%$. Диакинезде хлорорганикалық қосылыстар әсерінен туындайтын бұзылулар ашық биваленттер мен униваленттер түрінде кездеседі. Униваленттердің пайда болуы мейоз профазасының алғашқы кезеңінде транслокация жүргендігін дәлелдейді. Ашық биваленттердің пайда болуынан гербицидтердің мутагендік әсер ете отырып хромосомдағы конъюгацияны да бұзатынын болжауға болады. Топырақтағы қалдық пестицидтердің мөлшері ШРК дан 3,9 есе көп болған жағдайда униваленттер мен биваленттердің саны $20,91 \pm 4,28\%$, ШРК 5,2 еседен көп болғанда – $17,56 \pm 3,82\%$, ШРК 6,3 еседен көп болса – $12,3 \pm 3,12\%$, яғни бұзылулар саны бақылау вариантымен салыстырғанда 3-5 есе көп (2-кесте).

1-метафаза. Хромосомадағы бұзылулар униваленттер мен қалып қойған биваленттер түрінде көрінеді, бақылаумен салыстырғанда бұ-

зылу жиілігі 5-6 есе көп. Бұл фазада инсектицидтің ШРК 3,9 есе асып кетуінен бұзылулар $17,81 \pm 1,78\%$ болады, ШРК <5,2 болса $14,19 \pm 8,78\%$, ал ШРК <6,3 болса, $18,51 \pm 2,24\%$. 1-метафазадағы барлық өзгерістердің көп бөлігін қалып қойған биваленттер құрайды.

1-анафаза. Клетка 1-анафаза кезеңіне өткен кезде ацентрлік фрагменттер мен ацентрлік сакиналар көрінбей қалады. Хромосомдық бұзылулардың негіз-дара және қос фрагменттер. Кейбір клеткалардағы сакина мен фрагменттерді ажырату қиынға түседі. Көпірлер дегеніміз – транслокациялар. Олар хромосомды және хроматидты типтерден тұрады. Қосцентрді хромосомалар – хромосомдық көпірлер, олар көбінесе оралып жататын екі хроматидадан тұрады. Хроматидтік көпір дегеніміз қосцентрлі хроматида, олар микроскоппен қарағанда жіңішке бір жіп түрінде көрінеді. Сондықтан көпірдің жуан, не жіңішке болуына байланысты олардың хромосомдық немесе хроматидтық екенін айыруға

болады. Кейбір авторлар көпірлерді ажырату қиын, сондықтан оларды бөліп қарастыруға болмайды деп есептейді [13].

1-анафазадағы бұзылуларды екі топқа біріктіруге болады:

1. Хромосомалардың көпшілігі клеткалардың полюстеріне кеткенде кейбір хромосомалар экваторлық бөлікте қалып қойды. Мұның себебі бөліну ұршығының дұрыс қалыптаспауынан болуы керек.

2. Хромосомдардың құрылымының бұзылуынан делециялар (фрагменттер) және саны аздаған көпірлер (транслокация) пайда болады.

Хлорорганикалық пестицидтермен ластанған топырақта өскен өсімдіктердің клеткаларында ШРК<3,9 болғанда анафазалық бұзылулар – 14,91±1,07%, ШРК<5,2 болғанда – 12,51±2,17%,

ал ШРК< 6,9 болғанда 24,69±2,12% болады. Бақылау вариантымен салыстырғанда мутациялар саны 12 есе өсті.

11-мейоздық бөліну (эквациялық бөліну). Арпаның микроспороцитіндегі мейоздың екінші бөлінуінде бақылау вариантында хромосомдық өзгерістер болған жоқ (3-кесте).

11-метафаза. Хромосомдық бұзылулардың спектрлерін талдағанда ең көп кездескені биваленттердің қалып қойғанын байқадық. Хлорорганикалық пестицидтермен ластанған топырақта өскен арпа микроспороцитіндегі бұзылулар ШРК-дан асқан сайын көбейе берді. Мысалы ШРК<3,9 асқанда хромосомдық бұзылулардың шамасы – 10,50±1,23%, ШРК< 5,2-де 15,15±1,33%, ШРК< 6,9 болғанда – 18,51±2,04% дейін өсті.

3-кесте – Арпаның екінші мейоздық бөлінуіндегі хлорорганикалық пестицид (ХОП) әсерінен туындаған өзгерістердің спектрін талдау

Тәжірибе варианты	Концентрация, мкг/кг	Бұзылулар саны	Метафаза 11	Анафаза 11	Телофаза
			%,(M±m)	%,(M±m)	%,(M±m)
Бақылау варианты	0				
ХОП	ШРК<3,9	20±206	10,50±1,24,	9,92±1,10	7,32±1,66
ХОП	ШРК<5,2	16±159	15,15±1,33,	8,00±3,33,78	10,19±3,78
ХОП	ШРК<6,3	79±79	18,51±2,04	17,28±3,20	9,87±2,01

11-анафаза. Жалпы бұзылудың көбеюі бөлінудің бір мезгілде емес асинхронды жүргендігі арқылы болып отырды, аздаған көпірлер мен фрагменттер кездесті. Асинхронды бөліну митоз ұршығындағы ақаулықтан болатыны белгілі. Кестеден көргеніміздей хлорорганикалық пестицидтердің мөлшері шектеулі рауалы концентрациядан асқан сайын хромосомдық бұзылулардың саны артып отырды, ШРК<3,9 болғанда хромосомдық бұзылулар 9,92±1,10%, ШРК<5,2 – 8,00±3,33%, ШРК< 6,9-дан көп болса 17,28 ±3,20 %-ға жетті.

11-телофаза. Тетрадада ядролық типтегі және цитоплазмалық типтегі бұзылулар болады. Ядролық типтегі бұзылуларға диадалар мен триадалар жатады, цитоплазмалықтар- тетрада қабығындағы өзгерістер, цитокинездің болмауы, тетраданың сызық бойы орналасуы. Тетрада бөлінуінің өзгеруі, яғни сызық бойында орналасуы өсімдіктерге тән емес, олар тозаңның аналық клеткаларының көлденеңінен бөлінуінен болады. Тетрада кезеңінде бұзылулар пестицид концентрациясына тура тәуелді болмайды, олардың жиілігі 7,32± 1,66% -дан 10,19±3,78% -ға дейін болды.

Цитогенетикалық зерттеулердің қорытындысы бойынша хлорорганикалық пестицидтер тексерілген дозаларда мутагендік және тежеуші әсер еткені байқалды. Хлорорганикалық пестицидтерді басқа тестілер бойынша әрі қарай зерттеу қажет, біздің қорытындымыз қайталанған жағдайда пестицидтердің шектеулі рауалды концентрациясының шамасын төмендету қажет деп ойлаймыз.

Алынған қорытындылар нәтижесінде қазіргі кездегі Алматы облысының эколого-генетикалық жағдайы туралы және тұрақты органикалық қосылыстар ДДТ метаболиттері мен ГХЦГ изомерлерінің тұқымның өнуі мен өсімдік микроспорогенезіне кейінгі әсерлері туралы жаңа мәліметтер алынды.

Зерттелген жерлердегі хлорорганикалық пестицидтердің топырақ құрамында анықталған концентрацияларының ықпалдары лабораториялық жағдайда тексеріліп, арпа тұқымының далалық өнуі мен микроспорогенезіне әсері алғашқы рет анықталды.

Жүргізілген цитогенетикалық жұмыстардың қорытындысы бойынша зерттелген концентра-

цияларда хлорорганикалық пестицидтердің мутагендік қасиеттері анықталды. Хромосомдық абберацияларды тіркейгін тест бойынша хлорорга-

никалық пестицидтер ШРК асып кеткен концентрацияларда арпа микроспороцитіне 3-6 еседен көп мутагендік әсер етті және өсу, өну процесін тежеді.

Әдебиеттер

- 1 www.eco.gov.kz Министерство окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан.
- 2 Врочинский К.К., Телитченко М.М., Мережко А.И. Гидробиологическая миграция пестицидов. – М.: Изд-во Московского университета, 1980. – 120 с.
- 3 Holoubek. Situation regarding technical capacity, available technology and guidelines for POPs destruction // Workshop on the strengthening of co-operation based of the chemicals and hazardous wastes conventions. Praha, 2004. – P. 37.
- 4 ДДТ и его производные: экологические аспекты // Международная программа по химической безопасности. Гигиенические критерии состояния окружающей среды 83. – Совместное издание Программы окружающей среде, Международной организации труда и ВОЗ. – Женева, 1991. – 143 с.
- 5 Стойкие органические загрязнители: обзор ситуации в России // Публикация в рамках международного проекта по ликвидации СОЗ (UNIDO, UNEP, GEF, UNITAR, IPEP, IPEN) “Поощрение активного и эффективного участия гражданского общества в подготовке к выполнению Стокгольмской конвенции”. – М., 2004.
- 6 ДДТ и его производные. Гигиенические критерии состояния окружающей среды 9. Совместное издание Программы ООН по окружающей среде, ВОЗ. – Женева, 1982. – 135 с
- 7 Федоров Л.А., Яблоков А.В. Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку. – М.: Наука, 1999. – 461 с.
- 8 Яблоков А.В. Ядовитая приправа. – М.: Мысль, 1990. – 126 с.
- 9 Каган Ю.С. Глобальное значение пестицидов и особенности их биологического действия // Профилактическая токсикология. – 1984. – Ч. 1. – № 2. – С. 123-134.
- 10 Мамедов К., Шамаева Н.Н., Рустамова Б.Ю. Мутагенная активность пестицидов и окружающая среда / Под ред. Х.Евжанова. – Ашхабад: Ылым. 1991. – 176 с.
- 11 Рокитский П.В. Введение в статистическую генетику. Минск: Высшая школа. – 1978. – 448 с.
- 12 Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances. Central and North East Asia Regional Report. // United Nations Environmental Program. December. – 2002. – P. 125.
- 13 Роднянская Н.М., Кепарутас В., Лекавичус Э. Мутагенная активность келмана, хлорофоса, бенлейта и ТСА по отношению к высшим растениям // В сб. «Повышение эффективных методов генетики и селекции в животноводстве». – Вильнюс: Байстама, 1978. – Ч. 1. – С. 152-153.

References

- 1 www.eco.gov.kz The Minister of environment and water resources of the Republic of Kazakhstan
- 2 Wrochynski K.K., Telichenko M.M., Merezko A.I. Hydrobiological migration of pesticides. – M.: Publishing house of Moscow University, 1980. – 120 p.
- 3 Holoubek. Situation regarding technical capacity, available technology and guidelines for POPs destruction // Workshop on the strengthening of co-operation based of the chemicals and hazardous wastes conventions. Praha, 2004. – P. 37.
- 4 DDT and its derivatives-environmental aspects / international programme on chemical safety. Hygienic criteria of environment 83. – A joint publication of the environment, the International labour organization and the world health organization. – Geneva, 1991. – 143 p.
- 5 Persistent organic pollutants: an overview of the situation in Russia // the Publication in the framework of the international project on the elimination of POPS (UNIDO, UNEP, GEF, UNITAR, IPEP, IPEN) “Promoting active and effective civil society participation in preparation for implementation of the Stockholm Convention”. – M., 2004
- 6 DDT and its derivatives. Hygienic criteria of the environment 9. Joint publication of the United Nations Programme for the environment, WHO. – Geneva, 1982. – 135 p.
- 7 Fedorov L.A., Yablokov A.C. Pesticides – a toxic impact on the biosphere and man. – M.: Nauka, 1999. – 461 p.
- 8 Yablokov A.C. Poisonous seasoning. – M.: Mysl’, 1990. – 126 p.
- 9 Kagan Y.C. Global importance of pesticides and their biological actions // Preventive toxicology. – 1984. – T. 1, No. 2. – P. 123-134.
- 10 Mamedov K., Shamayev N.N., Rustamov B.Y. Mutagenic activity of pesticides and the environment / Ed. by H. Ivanova. – Ashgabat: Ylym. 1991. – 176 p.
- 11 Rokitski P.C. Introduction to statistical genetics. – Minsk: High school. – 1978. – 448 p.
- 12 Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances. Central and North East Asia Regional Report. // United Nations Environmental Program. December. – 2002. – P. 125.
- 13 Rodnyansky N. M., Separates In, Lekavicius E. Mutagenic activity of Kelman, chlorophos, benlate and TCA with respect to higher plants // proceedings of “Increasing effective methods of genetics and breeding in animal husbandry”. – Vilnius: Bislama, 1978. – 1 o'clock. – S. 152–153.