

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

ГРНТИ 31.19.29

У.Н. Алимов¹, М.Б.Алимжанова¹, А.Б. Ибраимов¹, З.А.Тукенова²,
Т.Н. Ақылбекова³

**ЖОҒАРЫ ЭФФЕКТИВТІ СҰЙЫҚ ХРОМАТОГРАФИЯНЫҢ КӨМЕГІМЕН
ТОПЫРАҚТАҒЫ ГЛИФОСАТТЫ АНЫҚТАУ.**

¹эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, 050040, Алматы қаласы,
эл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан

²Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми
зерттеу институты, 050060 Алматы қаласы, эл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,
email: otde_nauki8@mail.ru

³Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, 050010,
Алматы қаласы, Достық даңғылы, д. 13, Қазақстан

Аннотация. Топырақтағы глифосатты анықтау аталған гербицидтің кеңінен қолданылуына және оның топыраққа әсерін бағалау қажеттігіне байланысты үлкен қызығушылық тудырады. Алайда, құрамында органикалық заттар бар топырақтарда, оның қалдықтық мөлшерін анықтау әдетте қатты кедергілер байқалатын және осы полярлық/ионды гербицидтің ерекше физика-химиялық сипаттамаларына байланысты өте қиынға соғады. Бұл мақалада Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның тау бөктеріндегі соя немесе жүгеріге арналған үлкен алаңдарда, басқа да дақылдар арасында пайдаланылатын кең таралған глифосат гербицидін УК-детекторлардың көмегімен жоғары тиімді сұйық хроматографияның аналитикалық анықтау әдістемесімен жақсарттық. Дайындалған әдіс бойынша глифосатты анықтауды қарапайым, жылдам, тиімді және сезімтал әдіс ретінде қарастыруға болады, бұл топырақ үлгілерін минималды өңдеуді қолданады.

Түйінді сөздер: топырақ, гербицид, глифосат, жоғары эффективті сұйық хроматография.

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда ауыл шаруашылық өнімдерін түрлі зиянкестерден, паразиттерден, ауру туғызатын ағзалардан, арамшөптерден қорғау мақсатында пестицидтер кеңінен қолданылады. Оларды шамадан тыс қолдану қоршаған ортаға, адам денсаулығына, биосфераға айтарлықтай зиянды әсерін тигізіп жатыр, бірақ пестицидтерді қолданбау ауыл шаруашылығының еңбек өнімділігін төмендетіп, сол сияқты түрлі аурулар мен зиянкестер әсерінен өнімнің шығынын арттырады [1]. Олар тек адам денсаулығына ғана емес, сонымен қатар топырақ құнарлығына, су ресурстарының гигиеналық жағдайына және ауаға үлкен әсерін тигізеді [2]. Алайда, мәдени өсімдіктерді түрлі зиянкестерден, арамшөптерден қорғау мақсатында пестицидтердің қолданылуы маңызды рөл атқарады және

экономикалық жағдайда тиімді болып келеді. Қазіргі таңда көптеген зерттеулер нәтижесінде пестицидтердің мөлшерін азайтып, қоршаған ортаға зиянын аз үлесте тигізу мәселесі жаһандық тұрғыдан қарастырылуда.

Глифосат суда өте жақсы еритініне қарамастан, топырақтың бөлшектерімен байланысу қабілеті өте жоғары [3] және бұл қасиет топырақ құрамында өсімдік сазының жоғарылауымен және, рН мәнінің, фосфор құрамының азаюымен жоғарылайды [4]. Топырақ құрамындағы глифосаттың мөлшерін анықтайтын ең маңызды фактор гербицид молекулаларымен байланысқа түсетін фосфордың мөлшері болып табылады. Глифосат топырақта қалыпты, тұрақты гербицид түрінде жіктеледі және төмен қозғалғыштық қасиет көрсетеді. Өңделген арамшөптерде қалған глифосаттың мөлшері басқа өсімдіктердің құрамына өтпейді, тек

топырақтың құрамына өтеді. Топырақта, қоршаған ортаның жағдайына байланысты, глифосат химиялық зақымдануға төзімді, күн сәулесінің әсерінен топырақтың коллоидтық бөлшектеріндегі сіңірілу процесі болған жағдайды қоспағанда, топырақ құрамынан ағып кетудің төмен үрдісі бар [5]. Көптеген топырақтағы глифосаттың салыстырмалы қозғалмалылығы оның топырақ бөлшектеріндегі күшті адсорбциясымен байланысты. Топырақта глифосаттың 1 % -нан азы тамыр жүйесі арқылы өсімдіктерге енетіні анықталған [6]. Глифосаттың өсімдіктерге енуінің негізгі жолы жапырағына түсу арқылы жүреді. Глифосат топырақ бөлшектерімен тығыз байланысты болғандықтан, өсімдіктердің түбірлік жүйесі арқылы енбейді, дегенмен, топырақтың түріне және пайдалану жағдайларына байланысты аздаған мөлшері тамырына қабылдануы мүмкін. Ылғалдылық пен беттік белсенді заттар глифосаттың плазмалық мембраналар арқылы диффузия жылдамдығының артуы салдарынан өсімдіктер жапырағы арқылы глифосаттың сіңірілуін арттырады. Жапырақтардан алынған глифосат өсімдіктің басқа бөліктеріне оңай ауысып, олардың өсуін болдырмайды [7].

Арамшөптерге қарсы қолданылатын гербицидтің ең танымал түрі глифосат болып табылады. Алынатын өнімнің сапасы артып, экономикалық жағынан да жоғарғы көрсеткіш көрсетеді. Бірақ, глифосаттың мөлшері қоршаған ортаға айтарлықтай зиянын тигізеді. Бұл гербицид түрінің қоршаған ортаға тигізетін зиянды әсері айтарлықтай жоғары, сондықтан қазіргі таңда кейбір мемлекеттер бұл гербицид түрінің қолданылуынан бастартуда [8]. Ол тек қоршаған ортаға ғана емес, адам денсаулығына да әсерін тигізеді, соның салдарынан онкологиялық аурулардың, гендік мутацияның

орын алуы үлкен мәселелердің біріне айналып отыр. Бірақ осыған қарамастан әлі де глифосат өндірісі өз жұмысын тоқтатпауда, осыған сәйкес оның шектеулі мөлшерін қадағалау, сандық және сапалық талдаулар жүргізу, қоршаған ортаға тигізетін зиянын азайту үшін әртүрлі зерттеулер жүргізілуде [9 - 12].

Ауыл шаруашылығында кеңінен қолданылатын пестицидтің бір түрі глифосаттың қалдықтық мөлшерін анықтай алатын стандартты және де заманауи әдістер бар. Айта кетсек жұқа кабатты хроматография, калориметрлі әдіс, ЯМР, газды және сұйық хроматография, ЖЭСХ. Олардың ішінде жақсы нәтиже көрсеткен, яғни ұсынылған әдістерге жоғары эффективті сұйық хроматография әдісін жатқыза аламыз. Жоғары эффективті сұйық хроматография – қазіргі заманғы классикалық колонкалы хроматографиялық аспаптардың ішіндегі перспективті аналитикалық нұсқасы. ЖЭСХ бір уақытта құрамы күрделі үлгілерді оларды құрайтын компоненттерге, бірнеше қосылыстардың концентрациясын өлшей алады (нақты қойылған аналитикалық тапсырмаға және стандартты үлгілердің бар болуына байланысты).

Зерттеу нәтижесінде глифосатты анықтау үшін оңтайлы хроматографиялық параметрлер таңдалды. Глифосатқа сандық және сапалық талдау жүргізіліп, оның қалдықтық мөлшерін ЖЭСХ көмегімен анықтау кезінде тиімді жылжымалы фаза мен экстрагент анықталды. Осы нәтижелерге сәйкес глифосатты хроматографиялық әдіспен анықтау әдістің жоғары тиімділігімен, сезімталдығымен, үнемді және тез орындалуымен сипатталады.

ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Зерттеуге қажетті қондырғылар мен құрал-жабдықтар, ерітінділер:

Топырақ үлгілерін зерттеу жұмыстары «Agilent 1100» сериялы

сұйық хроматографында жүргізілді. Онымен қоса хроматограф сұйық үлгілерді дәл енгізумен қатар, ЖЭСХ әдісімен зерттеу барысында үлгіні алдын-ала дайындауды автоматтандыратын автосамплерімен жабдықталған. Бұл капиллярлық сұйық хроматография жүйесі өнімділікті жоғарылату үшін толықтай интеграцияланған аппараттық бағдарламамен қамтамасыз етілген, сондықтан ол сенімді бола алатын толық аналитикалық шешімін береді. «Agilent 1100» сериялы хроматограф «Agilent Lab Advisor» бағдарламасымен жабдықталған ол күнделікті қолдануға арналған құрал сынақтары, жалпы калибрлеу құралдары және қызмет көрсету процедураларымен толықтырылған. ЖЭСХ үшін қосымша материалдар: сыйымдылығы 25,0 мл микрошприц (Agilent, Австралия), тесіктерінің диаметрі 0,20 мкм болатын регенерирленген целлюлозалы шприцке арналған мембранды фильтрлер (Agilent P/N 5061-3366), колонка Zorbax SAX (4,6x150 мм, бөліктерінің диаметрі – 3,5 мкм, Agilent). Элюенттерді дайындау үшін, градиентті режимде біруақытта 4 сұйықтыққа дейін араластыруға мүмкіндік беретін төртканалды градиентті сорғының мүмкіндіктерін қолданған.

Ерітінділерден тазалығы 99 % глифосаттың стандартты ерітіндісі, 70 % ортофосфор қышқылы, 0,05 М калий дигидроортофосфаты, 10 % ацетонитрил ерітіндісі, дистилденген су қолданылды. Глифосаттың массалық концентрациясы 500,0 мг/л жұмыс ерітіндісін дайындау үшін глифосаттың 0,05 г стандартты үлгісі аналитикалық таразыда өлшеніп, сыйымдылығы 100 мл колбаға көшіріліп, белгіге дейін дистелденген сумен толтырылды. Калий дигидроортофосфатының 0,05 М ерітіндісін дайындау үшін калий дигидроортофосфатының 1,36 г өлшеніп алынып, сыйымдылығы 200 мл колбаға көшіріліп, белгіге дейін дистел-

денген су құйылды. Ацетонитрилдің 10 % ерітіндісін дайындау үшін 90 %-ті ацетонитрилдің 11,1 мл және 88,9 мл суды араластырдық.

Зерттеуге алынған үлгілер мен үлгіні алдын-ала дайындау барысы:

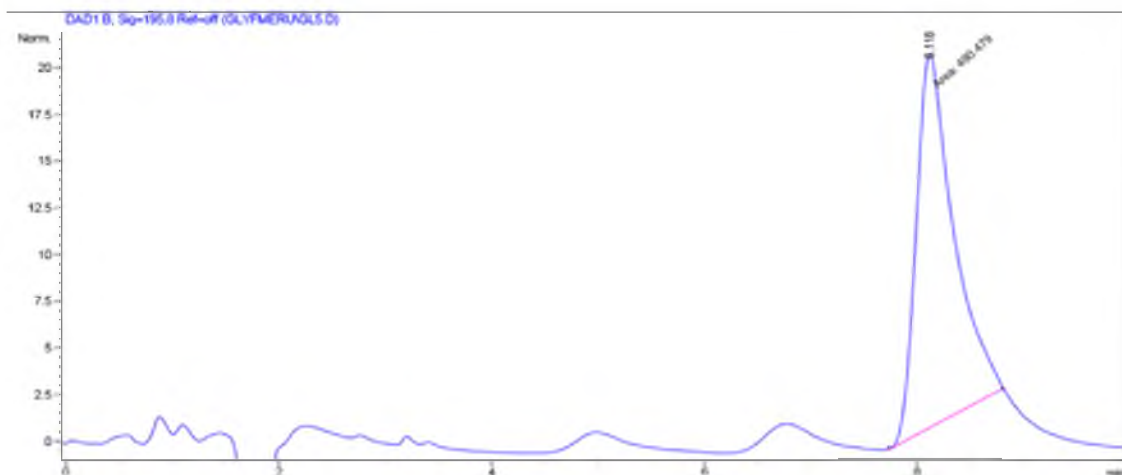
Топырақтың қасиеттерін және оның құрамындағы гербицидтерді анықтау ең алдымен топырақ үлгілері таңдаудан басталады. Бұл зертханалық жұмыста қоңыр түсті топырақ түрлері үлгі ретінде алынды. Гербицидтердің мөлшерін анықтау кезінде үлгіні алғаннан кейін міндетті түрде үлгіні алдын-ала дайындау сатысынан өткізу керек, үлгі дайындау әдетте үлгідегі гомогенизацияны тегістеу және 2 мм диаметрі бар електен өткізу арқылы жүзеге асырылады. Зерттеу жүргізу үшін үлгі ретінде қара-қоңыр түсті және ашық-қоңыр түсті топырақ түрлері алынды. Бұл топырақ үлгілерін диаметрі 1 мм-лік елеуіштен өткізіліп, таразыда 300,0 г өлшеп алынды. Әдеби шолуда қарастырылған әдістемелерге сәйкес топырақ үлгісінің құрамындағы глифосатты ерітіндіге ауыстыру үшін зерттеу жұмысында екі түрлі ерітінді алынды. Екі апта уақытқа қалдырылған топырақ үлгілерін диаметрі 1 мм болатын елеуіштен өткізіліп, оның 5,0 г таразыда өлшеп алынды. Одан кейін әдеби шолуларға сәйкес экстракциялау үдерісін жүргізу үшін екі түрлі ерітінді дайындалды. Ол үшін көлемі 100,0 мл колбада рН-ы 3-ке тең болатын 0,05 М калий дигидрофосфаты және рН-ы 3-ке тең болатын буфер ерітіндісі дайындалды. Өлшеп алынған 5,0 г үлгіге 25,0 мл экстракт ерітіндісі қосылып, ары қарай ультрадыбысты ваннаға 10 минут уақытқа қойылды. Алынған ерітіндіні диаметрі 125 мм болатын сүзгі қағазы (көк ленталы) арқылы фильтрленеді. Алынған сүзінділер көлемі 2,0 мл болатын виалкаға құйылады.

Глифосаттың стандартты ерітіндісін дайындау мен градуирлік графикті тұрғызу.

Градуирлеу графигі глифосаттың градуирлік ерітіндісінің зерттеу негізінде, 10.0 мг/л концентрацияға дайындалған глифосаттың жұмыс ерітіндісінің 0.005; 0.01; 0.05 және 0.1; 0.5 мг/л концентрациясы бойынша тұрғызылды. Хроматографиялау үшін ұзындығы 150 см, ішкі диаметрі 4,6 мм және бөліктерінің өлшемі 3,5 микром болып келетін Zorbax SAX колонкасын және үш түрлі жылжымалы фазасын (градиентті режим) қолданды. Градиентті режим осы мақалада жазылған әдіс негізінде қолданылды. Детектірлеу бір уақытта 190-900 нм толқын ұзындығында жүргізілді. Концентрацияның 0,005 – 0,5 мг/л интервалында 195 нм толқын ұзындығы бойынша алынған глифосаттың шың ауданының концентрацияға тәуелділік графигі тұрғызылды (1-сурет).

Глифосаттың концентрациясын алдын-ала алынған градуирлік график $S_{\text{шың}} = f(C)$ арқылы анықталды. Құрылғының градуирлеуін, дайындалған градуирлік ерітінді сериясын зерттеп, яғни хроматографқа дәйекті түрде концентрациясының аз мәнінен бастап енгізіп, бағдарламалық қамсыздандыру көмегімен хроматографиялық шың (S_i) ауданының мәнін тіркей отырып жүргізілді. Шың ауданының (S) концентрацияға (C) тәуелділігі, $S=aC+b$ жуықтау теңдеуін қолдана отырып, ең аз квадрат әдісі бойынша шығарылды.

Градуирлеу графигін ең аз квадрат әдісі бойынша, глифосаттың концентрациясының 5 мәні үшін шың ауданы параллельді екі өлшеу негізінде, Microsoft Excel бағдарламасын көмегімен тұрғызылды.



Сурет 1 – Глифосаттың хроматограммасы ($C = 0,05$ мг/л)

ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ МЕН ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Хроматографиялық жүйенің маңызды бөлігі бөлу элементтері – бағаналар (колонкалар) болып табылады. Бағалар дұрыс таңдау ең алдымен талдаудың дұрыс әрі сапалы жүргізуіне жағдай жасайды. Хроматографиялық колонкада көп компонентті қосылыстарды бинарлы қосылыстарға сұйық және газ-тасымалдаушы (газ хроматография үшін) және бір бөлгіш

компоненттерінен бөлу жүреді. Хроматографиялық колонка қозғалмайтын фаза материалы мен колонканың ішкі диаметрі мен ұзындығына байланысты болып келеді. Колонка өлшемі бөліп жатқан заттың саны мен хроматография типіне байланысты болып келеді. Зерттеу жүргізу үшін ұзындығы әр түрлі 2 колонка алынды, Zorbax SAX (4,6 мм × 250 мм, б.ө 5 мкм) және Zorbax SAX (4,6 мм × 150 мм, б.ө 5 мкм),

тұрғызылған график бойынша максималды мән көрсеткен Zorbax SAX (4,6 мм × 250 мм, б.ө 5 мкм) колонкасы таңдалынды.

Топырақ үлгілерінің құрамындағы глифосатты анықтауда оптималді жылжымалы фаза мен анықталу аймағын таңдау.

Басқа зерттеулерге сәйкес қарастырылған мәліметтер бойынша ЖЭСХ

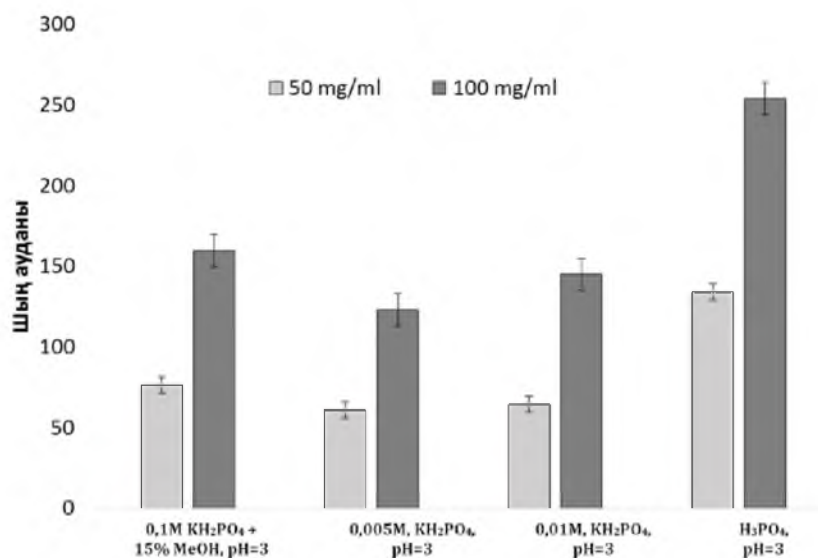
әдісімен топырақтың құрамындағы глифосатты анықтау үшін жылжымалы фаза ретінде көбіне буфер ерітінділері, фосфор ерітінділері келтірілген. ЖЭСХ-да жылжымалы фаза ретінде 4 түрлі ерітінділері алынды.

0,1M KH_2PO_4 , 15 % MeOH, pH=3;

0,005M KH_2PO_4 , pH=3;

0,01M KH_2PO_4 , 10 % ACN, pH=3;

0.5 % H_3PO_4 , pH=3.



Сурет 2 – Глифосатты анықтау үшін оптималді жылжымалы фазаны таңдау

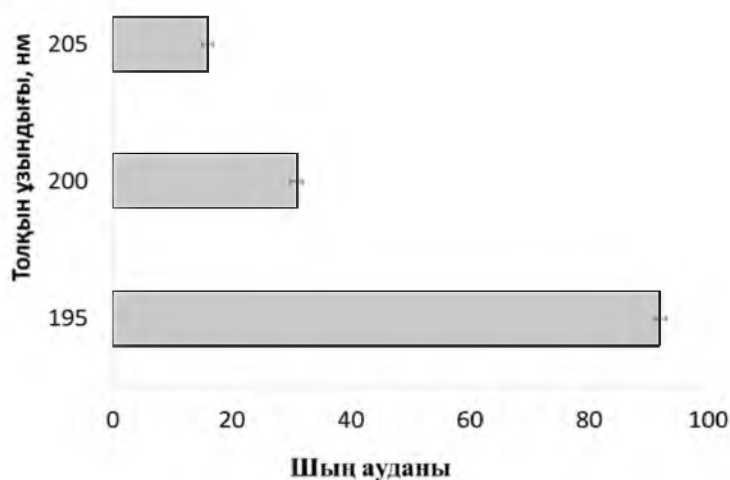
Алынған хроматограммалар нәтижесінде жоғары шың ауданын көрсеткен тиімді жылжымалы фаза таңдап алынды. 2-суреттен көріп тұрғанымыздай оптималді нәтиже көрсеткен жылжымалы фаза ретінде pH=3, 0.5 % H_3PO_4 ерітіндісі таңдалынды. Басқа жылжымалы фаза ретінде қолданған тұз ерітінділері кезінде хроматографиялық колонканың бітеліп қалуы байқалды, бұл тиімсіз әрі талдаудың ары қарай сапалы орындалуына кедергі жасайды.

ЖЭСХ әдісі арқылы глифосатты анықтау бойынша қарастырылған әдеби шолуларға сәйкес таңдалынған толқын ұзындықтары 195-206 нм аралығындағы шың ауданы жоғары болып келетін толқын ұзындығы таңдалынды (3-сурет). Топырақ үлгісінен

глифосатты анықтау үшін экстрагент ерітіндісін таңдау

Хроматограммалауға жіберілген топырақ үлгілерінің құрамынан глифосатты анықтау барысында экстракциялаушы ерітінді таңдау маңызды рөл атқарады, себебі топыраққа сіңірілген глифосатты ерітінді күйге өткізу талдаудың маңызды бөлігі болып табылады.

Зерттеуге алынған қара-қоңыр топырақ үлгілерінің нәтижелері 1-кестеде, ашық-қоңыр топырақ үлгілерінің нәтижелері 2-кестеде көрсетілген. Төмендегі кестелерде көрсетілгендей диаграмма бойынша анықтау дәрежесінің нәтижесі бойынша pH=3, H_3PO_4 экстрагент ерітіндісі таңдалынды.



Сурет 3 – Глифосаттың стандарттары үшін анықталу аймағын таңдау

Кесте 1 – Қара-қоңыр топырақ үлгілерінің нәтижелері

Үлгі	Енгізілген глифосат мөлшері, мг/кг	Экстрагент ерітіндісі	Анықтау дәрежесі, %
1	0,5	H ₂ O	36±1.2
2	5		40±1.1
3	10		42±1.2
4	0,5	0,05M KН ₂ PO ₄ , pH=3	61±1.3
5	5		63±1.1
6	10		68±1.1
7	0,5	0.5 % H ₃ PO ₄ , pH=3	80±1.3
8	5		82±1.0
9	10		83±1.2

Кесте 2 – Ашық-қоңыр топырақ үлгілерінің нәтижелері

Үлгі	Енгізілген глифосат мөлшері, мг/кг	Экстрагент ерітіндісі	Анықтау дәрежесі, %
1	0,5	H ₂ O	60±1.1
2	5		65±1.2
3	10		68±0.9
4	0,5	0,05M KН ₂ PO ₄ , pH=3	64±1.1
5	5		65±1.3
6	10		70±1.5
7	0,5	0.5 % H ₃ PO ₄ , pH=3	85±1.1
8	5		89±1.2
9	10		90±1.4

ҚОРЫТЫНДЫ

Алынған топырақ үлгілерінің құрамынан глифосатты ЖЭСХ әдісі арқылы анықтау жетілдірілді, хроматографиялық параметрлер оңтайлан-

дырылды. Топырақ құрамындағы глифосатты ерітіндіге өткізу үшін 0.5 % H₃PO₄, pH=3 экстрагент жақсы нәтиже көрсетті. Зерттелген үлгілерде глифосаттың қалдықтық мөлшері

аталған гербицидтің қолдану келтірудің орташа мәні, үш деңгейде шаралары мен дозасын сақтау (0,1, 0,5 және 1,0 мг/ кг) 75 % -дан 110 % салдарынан шекті рұқсат етілген (n = 6) болды. мөлшерден төмен деңгейде болды.

Түзу сызықтық байланыс (корреляция коэффициенттері $R^2 \geq 0.999$) 0,005-0,5 мг/л шегінде байқалды. Анықтау шегі (LOD) және сандық лимит (LOQ) сәйкесінше 0,01 мг/кг және 0,04 мг/кг болды. Дәлдік салыстырмалы стандартты ауытқумен (RSD) 15 %-дан төмен және қалпына

Бұл жұмыс, Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі қаржыландырған «Қазақстанның оңтүстік-шығыс тау етегіндегі аймағында топырақтың құнарлылығын және тыңайтқыштарды қолданудың тиімділігін экологиялық-агрохимиялық бағалау» АР05135938 жобасы аясында жүзеге асырылды (2018-2020 ж.).

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИТТЕР

- 1 Williams G.M., Kroes R., Munro I.C. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate for humans // *Regulatory and Toxicology Pharmacy*. – 2000. – Vol. 31. – P. 117-165.
- 2 Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. – Москва: Колос, 2005. – С.232.
- 3 Hidalgo C., Rios C., Hidalgo M., Salvadó V., Sancho J.V., Hernández F. Improved coupled-column liquid chromatographic method for the determination of glyphosate and aminomethylphosphonic acid residues in environmental waters // *Journal of Chromatography A*. – 2004. – Vol. 1035. – P. 153-157.
- 4 Hurd C., Robinson R., Randall J.M. Glyphosate weed control methods handbook // *The Nature Conservancy*. – 2001. – P. 701-710.
- 5 Piccolo A. Adsorption of glyphosate by humic substances / Piccolo A., Celano G., Conte P. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 1996. – Vol. 44 (8). – P. 2442-2446.
- 6 Жариков М.Г. Изучение влияния глифосатсодержащих гербицидов на агроценоз // *Агрохимия*. – 2008. – № 8. – С. 81-89.
- 7 Bronstad J.O., Friestad H.O. Behaviour of glyphosate in the aquatic environment // *The herbicide glyphosate*. – Butterworths: London, U.K. – 1985. – P. 206.
- 8 Kataoka H., Ryu S., Sakiyama N., Makita M. Simple and rapid determination of the herbicides glyphosate and glufosinate in river water, soil and carrot samples by gas chromatography with flame photometric detection // *Journal of Chromatography A*. – 1996. – Vol. 726. – P. 253-258.
- 9 Куликова Н. А., Лебедева Г. Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения: Учебное пособие. – Москва: Либроком, 2010. – 152 С.
- 10 Gomes M.P., Maccario S., Lucotte M., Labrecque M., Juneau P. Consequences of phosphate application on glyphosate uptake by roots: impacts for environmental management practices // *Science Total Environment*. – 2015. – Vol. 537. – P. 115-119.
- 11 Бугаевский В.К., Кильдюшкин В.М., Корнев В.А., Лесовая Г.М., Животовская Е.Г. Применение мочевины для питания и защиты озимых колосовых культур // *Земледелие*. – 2005. – № 6. – С.31-32.
- 12 Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Химические средства защиты растений. – Москва: Колос. – 2006. – 248 с.

REFERENCES

- 1 Williams G.M., Kroes R., Munro I.C. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate for humans // *Regulatory and Toxicology Pharmacy*. – 2000. – Vol. 31. – P. 117-165.
- 2 Zinchenko V.A. *Khimicheskaya zashchita rasteny: sredstva, tekhnologiya i ekologicheskaya bezopasnost*. – Moskva: Kolos, 2005. – S.232.
- 3 Hidalgo C., Rios C., Hidalgo M., Salvadó V., Sancho J.V., Hernández F. Improved coupled-column liquid chromatographic method for the determination of glyphosate and aminomethylphosphonic acid residues in environmental waters // *Journal of Chromatography A*. – 2004. – Vol. 1035. – P. 153-157.
- 4 Hurd C., Robinson R., Randall J.M. *Glyphosate weed control methods handbook* // *The Nature Conservancy*. – 2001. – P. 701-710.
- 5 Piccolo A. Adsorption of glyphosate by humic substances / Piccolo A., Celano G., Conte P. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 1996. – Vol. 44 (8). – P. 2442-2446.
- 6 Zharikov M.G. Izucheniye vliyaniya glifosatsoderzhashchikh gerbitsidov na agrotsenoz // *Agrokimiya*. – 2008. – № 8. – S. 81-89.
- 7 Bronstad J.O., Friestad H.O. Behaviour of glyphosate in the aquatic environment // *The herbicide glyphosate*. – Butterworths: London, U.K. – 1985. – P. 206.
- 8 Kataoka H., Ryu S., Sakiyama N., Makita M. Simple and rapid determination of the herbicides glyphosate and glufosinate in river water, soil and carrot samples by gas chromatography with flame photometric detection // *Journal of Chromatography A*. – 1996. – Vol. 726. – P. 253-258.
- 9 Kulikova N. A., Lebedeva G. F. Gerbitsidy i ekologicheskiye aspekty ikh primeneniya: Uchebnoye posobiye. – Moskva: Librokom, 2010. – 152 S.
- 10 Gomes M.P., Maccario S., Lucotte M., Labrecque M., Juneau P. Consequences of phosphate application on glyphosate uptake by roots: impacts for environmental management practices // *Science Total Environment*. – 2015. – Vol. 537. – P. 115-119.
- 11 Bugayevsky V.K., Kildyushkin V.M., Kornev V.A., Lesovaya G.M., Zhivotovskaya Ye.G. *Primeneniye mocheviny dlya pitaniya i zashchity ozimnykh kolosovykh kultur* // *Zemledeliye*. – 2005. – № 6. – S.31-32.
- 12 Ganiyev M.M., Nedorezkov V.D. *Khimicheskiye sredstva zashchity rasteny*. – Moskva: Kolos. – 2006. – 248 s.

РЕЗЮМЕ

У.Н. Алимов¹, М.Б. Алимжанова¹, А.Б. Ибраимов¹, З.А. Тукенова², Т.Н. Акылбекова³

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛИФОСАТА В ПОЧВЕ С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ
ЖИДКОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 050040, Алматы, проспект аль-Фараби, 71, Казахстан

²Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова, 050060, Алматы, проспект аль-Фараби, 75 В, Казахстан
e-mail: otdel_nauki8@mail.ru

³Казахский национальный педагогический университет имени Абая
050000, Алматы, проспект Достык 13, Казахстан

Определение глифосата в почвенных образцах представляет большой интерес из-за широкого применения этого гербицида и необходимости оценки его воздействия на почву.

Однако определение остатков глифосата очень проблематично, особенно в почвах с высоким содержанием органического вещества, где обычно наблюдаются сильные помехи, из-за особых физико-химических характеристик этого полярного/ионного гербицида. В данной статье мы улучшили методологию аналитического определения высокоэффективной жидкой хроматографии с помощью УФ-детектирования широко распространенного гербицида глифосата, используемых на больших площадях для сои или кукурузы, в том числе и среди других культур в предгорьях Юго-Восточного Казахстана. Определение глифосата по разработанному методу можно рассматривать как простой, быстрый, эффективный и чувствительный метод для рутинного анализа этого соединения в пробах почвы.

Ключевые слова: почва, гербицид, глифосат, высокоэффективная жидкостная хроматография.

SUMMARY

U.N. Alimov¹, M. B. Alimzhanova¹, A.B. Ibraimov¹, Z.A Tukenova², T.N. Akylbekova³
DETERMINATION OF GLYPHOSATE IN SOIL USING HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY

¹*Kazakh National University named after Al-Farabi, 050040, Almaty, Al-Farabi Avenue, 71, Kazakhstan*

²*Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry after U.U. Usmanov, 050060, Almaty, 75 V al-Farabi avenue, Kazakhstan
otdel_nauki8@mail.ru*

³*Abai Kazakh National Pedagogical University, 050010, Almaty, Dostyk Ave, 13*

The determination of glyphosate in soils is of great interest due to the widespread use of this herbicide and the need of assessing its impact on the soil. However, its residue determination is very problematic especially in soils with high organic matter content, where strong interferences are normally observed, and because of the particular physico-chemical characteristics of this polar/ionic herbicide. In this article, we improved the methodology for the analytical determination of high performance liquid chromatography using UV detectors of the widespread glyphosate herbicide used in large areas for soy or corn, including among other crops in the foothills of South-East Kazakhstan. The determination of glyphosate by the developed method can be considered as a simple, fast, efficient and sensitive method for routine analysis of this compound in soil samples that uses minimal sample handling.

Key words: soil, herbicide, glyphosate, high performance liquid chromatography.