

## АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 4 (123). - Р. 4-16. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2024.4(123).1773

ӘОЖ 631.44/47(574.22)(045)

Зерттеу мақаласы

### Ақмола облысы жағдайында нөлдік және дәстүрлі технологиялардың әсерінен оңтүстік қара топырақтың қарашірінді құрамының өзгерісі

Кекілбаева Г.Р. , Касипхан А. , Назарова А.Ж. , Бекназарова Р.Ж. ,  
Звягин Г.А. , Михайлов Д.П. 

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана, Қазақстан

Автор-корреспондент: Кекілбаева Г.Р.: kekilbaeva@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: АК) a.kasipkhan@kazatu.edu.kz; (2: АН) nazar\_aiman@mail.ru;  
(3: РБ) rabia.beknazarova@bk.ru; (4: ГЗ) regor1984111@rambier.kz; (5: ДМ) xd-1556@mail.ru

Қабылданған күні: 01-10-2024 Қабылданды: 20-11-2024 Жарияланды: 30-12-2024

#### Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Мақалада карбонатты оңтүстік қара топырақтың агрохимиялық көрсеткіштері мен қарашірінді құрамына дәстүрлі және нөлдік өңдеу технологиясы аясында минералды тыңайтқыштың әсері қарастырылған. Қарашірінді мөлшерімен сапалық құрамы экологиялық жағдайдың өзгеруіне өте сезімтал. Сондықтан, топырақтың органикалық заттарын зерттеу топырақтанудағы шешуді қажет ететін ең маңызды мәселе болып табылады, себебі олар топырақтың генетикалық ерекшеліктерін ашып көрсету үшін, және де топырақты тиімді пайдалану мен құнарлығын арттыру үшін қажет.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмысы 2024 жылы Ақмола облысының оңтүстік қара топырағында жүргізілді. Топырақ қарашіріндісінің сапалық көрсеткішінің өзгеруін анықтау мақсатында, ұзақ жылдан бері нөлдік және дәстүрлі өңдеу технологиясы қолданылып келе жатқан А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығының тәжірибе алқаптарында 3 топырақ кескіні салынды. Дәстүрлі өңдеу технологиясы топырақ қабатын аудара жырту, культивация немесе дискілеу, содан кейін тығыздау жұмысын қамтыды. Нөлдік технология бойынша топырақты өңдеу жұмыстары жүргізілмейді.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижесінде минералдық тыңайтқышты ұзақ мерзім қолдану қарашіріндінің сапалық құрамына біршама әсерін тигізгені анықталды, Сгқ:Сфқ = 1,2 арақатынасы бақылауда фульватты-гуматты тип басым болса, тыңайтқыш енгізілген нұсқаларда сәйкесінше арақатынасы 2,0 және 2,3 артып, гуматты типке ауысқан. Дәстүрлі өңдеу технологиясында тыңайтқыштарды ұзақ уақыт қолданғанда, топырақ құрылымын және оның тұрақтылығын жақсартатын кальциймен байланысқан гумин қышқылдарының үлесінің жоғарылауымен қарашіріндінің өзгерісі байқалады.

Қорытынды. Дәстүрлі өңдеу технологиясы органикалық заттардың ыдырауын белсендіреді және нитратты азоттың мөлшерінің артуына ықпал етіп, бұл қысқа мерзімді перспективада топырақ құнарлығына оң әсерін тигізеді. Осылайша, минералды тыңайтқыштар қолданылатын өңдеу технологиясына байланысты қарашіріндінің пайда болуына, оның құрылымы мен тұрақтылығына айтарлықтай әсер етеді.

**Кілт сөздер:** гумин қышқылы; қарашірінді; минералды тыңайтқыш; оңтүстік қара топырақ; фульвоқышқылы.

## Кіріспе

Топырақтың басқа табиғи денелерден басты ерекшелігі – құнарлылығы. Ол табиғи топырақ түзілу үдерісінің жағдайларымен және антропогендік пайдалану қарқындылығымен анықталады. Топырақ құнарлылығын бағалау кезінде қарашірінді мөлшерін және оның құрамындағы гумин және фульвоқышқылдарының әртүрлі фракциялары арқылы көрсетілген сапалық құрамын ескеру қажет.

Топырақтың қарашірінді заттары биосферадағы топырақтың қалыптасуы мен қызметінде өте маңызды рөл атқарады. Топырақтың құрамындағы қарашірінді заттарын зерттеуге 200 жыл ішінде көптеген жұмыстар арналған. Осыған қарамастан, қарашірінді түзілу мәселесінде шешілмеген және даулы мәселелер көп, солардың бірі қарашірінді заттардың түзілу механизмі. Топырақтағы органикалық қалдықтардың трансформациясы екі қарама-қарсы бағытталған үрдістерді қамтиды: органикалық заттардың минералдануы және гумификациясы. Екеуі де органикалық қалдықтардың биохимиялық ыдырауын, ішінара жаңадан пайда болған органикалық материалды, әр кезеңде ыдырау өнімдерін тұрақтандыруды, тұрақты органикалық заттар өзгерісін және тұрақтандырылған қарашірінді заттардың ішінара минералдануын қамтитын күрделі көп сатылы сериялық параллель үрдістер. Осылайша, топырақ микроорганизмдерінің ыдырауына төзімділігімен ерекшеленетін органикалық және орғано-минералды қосылыстардың үздіксіз жиынтығы түзіледі [1-3]. Органикалық қалдықтарды гумификациялау мәселесіне арналған жұмыстарда өсімдік қалдықтарының құрамына және оның өзгеруінің биохимиялық үдерістеріне назар аударылады [4]. Көптеген топырақтардың қарашірінді қабаттарының массасының кем дегенде 95% құрайтын топырақтың минералды компоненттерінің қатысуы бұл үдерістерде қарастырылмайды немесе әдетте гумификация үдерісі жүретін инертті ортаның бір түрі ретінде қарастырылады. Құрамында гумусты қышқылдар басым топырақтар фульвоқышқылды типті топырақтарға қарағанда құнарлы болып табылады. Сондықтан, ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру шаралары гумин қышқылдарының мөлшерін арттыруға бағытталуы қажет [5-7].

Гумин қышқылдары топырақ құрылымында және оның құнарлылығында шешуші рөл атқарады, сонымен қатар олар ион алмасу және кешен түзілу үдерістеріне қатысады, бұл оларды топырақ құнарлылығын сақтау үшін маңызды етеді. Гумин қышқылдары эрозияны болдырмау және топырақтың су ұстау қабілетін жақсарту арқылы топырақ құрылымын тұрақтандыруға ықпал етеді, ал фульвоқышқылдар микроэлементтерді жұмылдыруда және өсімдіктерді қоректік заттардың қолжетімді түрлерімен қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Гумин қышқылдары иондардың сорбциясы мен сақталуында да маңызды рөл атқарады, бұл қоректік заттардың қолжетімділігіне айтарлықтай әсер етеді.

Минералды тыңайтқыштардың гумин қышқылдарының құрамы мен қасиеттеріне әсері зерттеулердің маңызды аспектісі болып табылады, өйткені гумин заттары топырақтың агрохимиялық қасиеттеріне, оның құнарлылығына және дақылдардың өнімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Минералды тыңайтқыштар топырақтың органикалық заттарына оң және теріс әсер етуі мүмкін. Бір жағынан, олар өсімдік биомассасының көбеюіне ықпал етеді, бұл органикалық қалдықтардың көбеюіне және осылайша гуминді заттардың пайда болуына әкелуі мүмкін. Екінші жағынан, тыңайтқыштардың жоғары мөлшері органикалық заттардың минералдануын тездетуі мүмкін, бұл топырақтағы гумин қышқылдарының азаюына әкеледі [8, 9]. Зерттеулер көрсеткендей, минералды тыңайтқыштар гумин қышқылдарының жоғары молекулалық фракцияларының ыдырауын күшейтіп, салдарынан төменгі молекулалық қосылыстар пайда болады. Бұл гумин қышқылдарының құрылымын өзгертеді, олардың су ұстау қабілетін және топырақ құрылымының тұрақтылығын төмендетеді [10, 11].

Е.С. Гасанова карбоксил және фенол сияқты функционалды топтардың құрамы енгізілген тыңайтқыштардың түріне және топырақ жағдайына байланысты өзгеретінін анықтады, бұл топырақтың сіңіру қабілетіне және оның ион алмасу қабілетіне тікелей әсер етеді [12, 13].

Жалпы алғанда, жеке сипаттағы органикалық қосылыстар топырақтағы жалпы қарашірінді қорының шамамен 10-15%-ын құрайды. Қарашіріндінің негізгі бөлігі (85-90%) оның ерекше – қарашірінді заттарынан тұрады. Қарашірінді заттар – бұл тізбекті құрылымы мен қышқылдық

табиғаты бар жоғары молекулалы азотты органикалық қосылыстар жүйесі. Олардың қышқылдық табиғаты топырақтың минералды бөлігімен өзара әрекеттесуін және топырақтың минералды бөлігімен түрлі формада берік байланысу мүмкіндігін анықтайды [14]. Топырақтағы қарашірінді заттарды бөліп алу осы байланыстарды бұзатын әр түрлі еріткіштердің көмегімен жүзеге асырылады; топырақ кальцийден  $H_2SO_4$  қышқылымен өңдеумен босатылады. Қарашіріндінің негізгі топтары: 1) гумин қышқылдары, 2) фульвоқышқылдары және 3) гуминдер [15].

Топырақ қарашіріндісінің қалған заттары арнайы қарашірінді қосылыстармен (ГК) – гумин және фульвоқышқылдармен (ФК) ұсынылған. Бірінші фракция ГК – бос және қозғалмалы бір жарым тотықтар мен кальциймен байланысты заттар, екіншісі – кальциймен байланысты, үшіншісі – балшықты минералдармен және бір жарым тотықтың тұрақты түрлерімен ( $R_2O_3$ ) байланысты [16].

Гумин мен фульвоқышқылдардың трансформациясы – бұл микробиологиялық белсенділікке, топырақтың химиялық және физикалық жағдайларына, жалпы айтқанда көптеген факторларға байланысты күрделі үдеріс. Бұл үдерістерді түсіну топырақтың құнарлылығын басқару және агроэкожүйелердегі экологиялық тепе-теңдікті сақтау үшін маңызды. Сонымен қатар, қарашірінді қосылыстары дақылдардың өнімділігіне тікелей және жанама әсерін тигізеді.

Осы мақсатта карбонатты оңтүстік қара топырақтың агрохимиялық көрсеткіштері мен қарашірінді құрамына дәстүрлі және нөлдік өңдеу технологиясы аясында минералды тыңайтқыштың әсерін зерттеу жүргізілді.

### **Материалдар мен әдістер**

Зерттеу жұмысы 2024 жылы Ақмола облысының оңтүстік қара топырағында жүргізілді. Топырақ қарашіріндісінің сапалық көрсеткішінің өзгеруін анықтау мақсатында нөлдік және дәстүрлі өңдеу технологиясы қолданылған А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығының тәжірибелік жер телімдерінде 3 топырақ кескіні салынды.

Кескін салынған тәжірибелік жер теліміндегі нұсқалар төменде келтірілген.

Дәстүрлі өңдеу технологиясы:

- Бақылау – 0 (1-кескін координаты  $51,60736^{\circ}$ с.е.,  $71,04149^{\circ}$ ш.б.)
- P20 кг/га ә.е.з. (2-кескін координаты  $51,60734^{\circ}$ с.е.,  $71,04142^{\circ}$ ш.б.)

Нөлдік өңдеу технологиясы:

- P20 кг/га ә.е.з. (3-кескін координаты  $51,60762^{\circ}$ с.е.,  $71,04128^{\circ}$ ш.б.)

Бұл тәжірибе 2009 жылы басталып қазіргі уақытқа дейін жалғасуда. Тәжірибелік жер телімдері үшін алғы дақыл бидай болды. Дәстүрлі өңдеу технологиясы топырақ қабатын аудара жырту, культивация немесе дискілеу, содан кейін тығыздау жұмысын қамтыды. Нөлдік технология бойынша топырақты өңдеу жұмыстары жүргізілмейді. Зерттеу шенберінде әр кескінге морфологиялық сипаттамалар жүргізілді, сондай-ақ әр қабатынан МемСт 28168-89 сай топырақ үлгілері алынды.

Алынған топырақ үлгілерінен келесі көрсеткіштер анықталды:

- Нитратты азот ИТАН рН-метр иономерінде ионометриялық әдіс (МемСт 26951-86). Әдіс топырақ массасы мен ерітінді көлемінің арақатынасы 1:25 болатын 1% концентрациясы бар калий-алюминий ашудасы немесе 1н. калий сульфатының ерітіндісімен топырақтан нитраттарды ығыстыруға негізделген. Содан кейін сүзіндідегі нитраттар ионды селективті электродтың көмегімен анықталды.

- Фосфор мен калийдің жылжымалы қосылыстары. АҚКОҒЗИ модификациясындағы Мачигин әдісі бойынша анықталды (МемСт 26205-91). Әдіс топырақтан 10 г/дм<sup>3</sup> концентрациясы бар аммоний көмірқышқыл ерітіндісімен 1:20 қатынасында жылжымалы элементтерді ертіндіге ығыстырып алуға негізделген. Кейін фосфор photoLab 7100 VIS фотоэлектроколориметрінде, ал калий бес арналы цифрлық BWB-XP жалынды фотометрінде анықталды.

- Топырақтың карбонаттылығы. Шейблер әдісімен ЕПКЕЛКАМР кальциметрі көмегімен анықталады: карбонаттар тұз қышқылымен әрекеттесіп,  $CO_2$  шығарады, бұл бюреткадағы су деңгейінің өзгеруіне әкеледі. Бұл өзгеріс кальций карбонатында көрсетілген карбонаттардың мөлшерін көрсетеді.

- Топырақ ортасының реакциясы (рН) ИТАН рН-метр иономерінде МемСт 26423-85 анықталды, әдістің мәні 1:5 қатынасында тазартылған сумен топырақтан суға еритін тұздарды ығыстырып алуда.

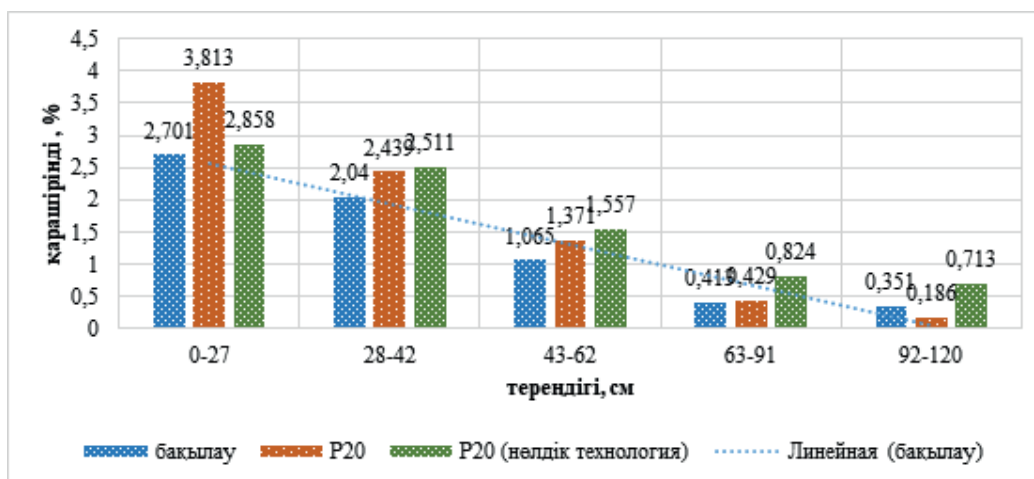
- Алмаспалы кальций мен магний катиондарын анықтау әдісі (МемСт 3594.2-93) катиондарды натрий катиондарымен ығыстыруға негізделген, яғни натрий хлориді ерітіндісімен өңдейді, содан кейін кальций мен магний катиондарының қосындысын қара хромоген индикаторының қатысуымен және жеке кальций катиондарын флуорексон индикаторының қатысуымен трилон Б ерітіндісімен титрлейді.

- Алмаспалы натрийді анықтау әдісі (МемСт 3594.2-93) топырақ үлгісінің массасы мен ерітінді көлемінің 1:20 қатынасында 1 моль/дм<sup>3</sup> концентрациясындағы сірке қышқылы аммоний ерітіндісімен алмаспалы және еритін натрийді ығыстыруға және кейіннен бес арналы цифрлық ВВВ-ХР жалынды фотометрінде натрийді анықтауға негізделген.

- Қарашіріндінің фракциялық құрамын Пономаревамен Плотникова (1968 ж.) және Белчикова пен Кононованың жылдамдатылған пирофосфатты әдістері негізінде анықталды. Бірінші әдіс органикалық заттарды NaOH және H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітінділерімен кезекті түрде, оларды гумин және фульвоқышқылдарының фракцияларына бөле отырып ығыстыруға негізделген. Екінші әдіс, рН көрсеткіші 13 болатын натрий пирофосфатымен NaOH қоспасын қолдану арқылы үдерісті жылдамдатады, бұл топырақтың ұзақ уақыт кальцисізденуін алмастырады.

### Нәтижелер және талдау

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесі бойынша, бақылау нұсқасындағы топырақтың беткі қабаттарында жалпы қарашірінді мөлшері өте төмен деңгейде екендігі анықталды – 2,70%. Қарашіріндінің ең жоғары көрсеткіші дәстүрлі өңдеу технологиясы негізіндегі фосфор тыңайтқышы енгізілген нұсқада анықталды – 3,81%. Ал нөлдік өңдеу технологиясы негізінде фосфор тыңайтқышы енгізілген нұсқада қарашірінді мөлшері бақылау нұсқасы шамасында болды – 2,86%. Демек дәстүрлі өңдеу технологиясы топырақтағы органикалық заттардың минерализациясын қарқындалтуға оң әсер етіп, топырақтың қарашіріндісінің түзілу үрдісін жақсартады. Барлық нұсқаларда қарашіріндінің мөлшері кескін бойымен тереңге қарай күрт төмендейді (1-сурет).



1-сурет – Карбонатты оңтүстік қара топырақтағы қарашірінді мөлшері, %

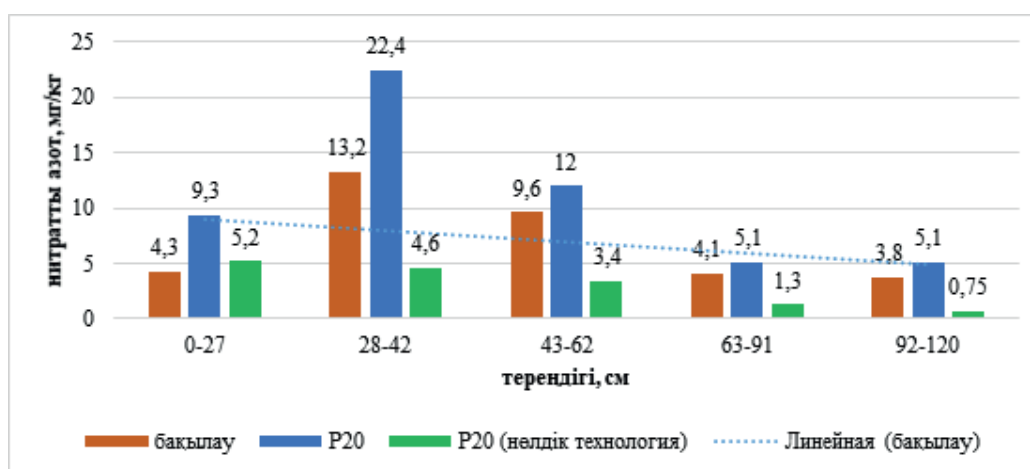
Топырақтың минералды азотпен қамтамасыз етілуі тікелей оның құрамындағы қарашірінді көрсеткішіне байланысты екендігін атап өткен жөн. Біздің зерттеулеріміздегі бақылау нұсқасының беткі қабатындағы нитратты азоттың көрсеткіші өте төмен (4,30 мг/кг). Бұл көрсеткіш бақылау нұсқасының 28-62 см қабат аралығында көтеріңкі мөлшерден орташа мөлшерге дейін ауытқып (13,20-9,60 мг/кг), кескінің төменгі қабаттарына қарай күрт төмендейді.

Дәстүрлі өңдеу технологиясы негізіндегі фосфор тыңайтқышы енгізілген нұсқаның беткі қабатындағы нитратты азот мөлшері орташа деңгейде, сәйкесінше бақылау нұсқасымен



салыстырғанда 5,0 мг/кг жоғары. Ал 26-44 см қабатында өте жоғары (22,40 мг/кг) деңгейге дейін артады да, одан төменгі қабаттарда біртіндеп төмендей бастайды. Бақылау нұсқасы мен дәстүрлі өңдеу технологиясы негізінде фосфор тыңайтқышы енгізілген кескіндердің беткі қабатынан кейінгі қабатында нитратты азоттың күрт артқандығын, топырақты аудара жырту барысында беткі органикалық қалдықтардың төменге түсуімен және оның минерализациялануымен түсіндіруге болады.

Оңтүстік қара топырақтардың агрохимиялық көрсеткіштерінің өзгеруіне жүргізілген бақылаулардың нәтижелері, нөлдік өңдеу технологиясы негізінде тыңайтқыш енгізілген нұсқаның беткі қабатындағы нитратты азот мөлшері төмен деңгейде бола тұра бақылаумен салыстырғанда небәрі 0,9 мг/кг жоғары болғандығын көрсетті. Нөлдік өңдеу технологиясында азот тұту үдерісінің бәсеңдеуімен нитратты азот мөлшерінің төмен деңгейін түсіндіруге болады. Жоғарыда атап өтілген нұсқада кескін бойы нитратты азоттың мөлшері өте төмен деңгейде, кескін бойымен төменге қарай азот мөлшері одан әрі төмендейді, демек топырақтың қарашірінді мәнімен және гранулометриялық құрамымен сәйкес келеді (2-сурет). Яғни, нитратты азот көрсеткіші бойынша да дәстүрлі өңдеу технологиясы қолданылған нұсқа оң нәтиже көрсетті.



2-сурет – Карбонатты оңтүстік қара топырақтағы нитратты азот мөлшері, мг/кг

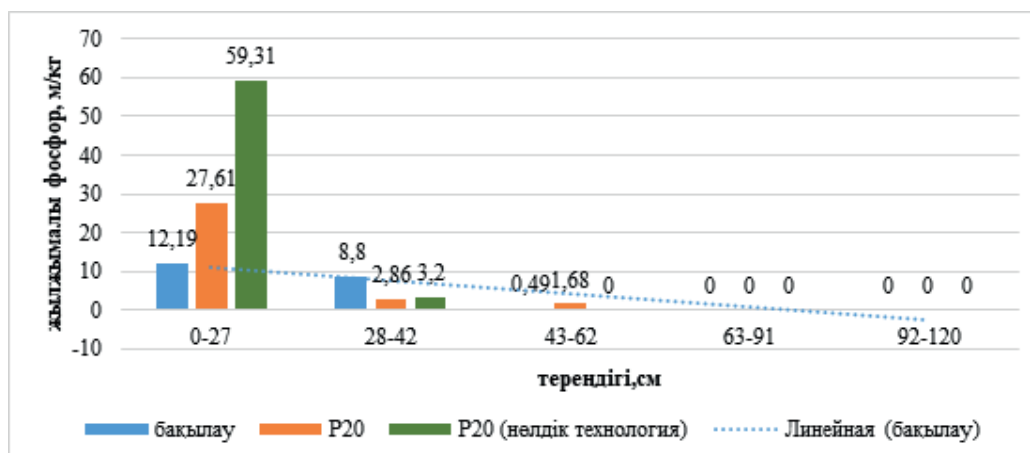
Жылжымалы фосфор мөлшері зерттеу жүргізілген нұсқаларда өте төмен көрсеткіштен өте жоғары көрсеткіш аралығында. Атап айтар болсақ, бақылау нұсқасының беткі қабатындағы жылжымалы фосфор мөлшері 12,19 мг/кг-нан басталып, 43-62 см қабатында 0,49 мг/кг-ға дейін төмендеп, әрі қарай кескін бойы фосфордың жоқ екендігі анықталды.

Салынған топырақ кескіндерінің беткі қабатындағы фосфордың ең жоғарғы көрсеткіші нөлдік өңдеу технологиясы негізінде фосфор тыңайтқышы енгізілген нұсқада анықталды, бақылаумен салыстырғанда 4,9 есеге, дәстүрлі өңдеу технологиясы негізінде фосфор тыңайтқышы енгізілген нұсқамен салыстырғанда 2,1 есеге жоғары (3-сурет). Аталған нұсқада жылжымалы фосфордың кескін бойы мөлшері күрт төмендеп 26-49 см қабатында 3,20 мг/кг-ға дейін жетіп, әрі қарай кескін бойы фосфордың жоқ екендігі анықталды. Нөлдік технология негізінде тыңайтқыш енгізілген нұсқаның беткі қабатында фосфор мөлшерінің жоғары болу себебін, жалпы фосфор тыңайтқыштарының жылжымалылығының төмендігімен, яғни енгізілген қабатта қалуымен түсіндіруге болады.

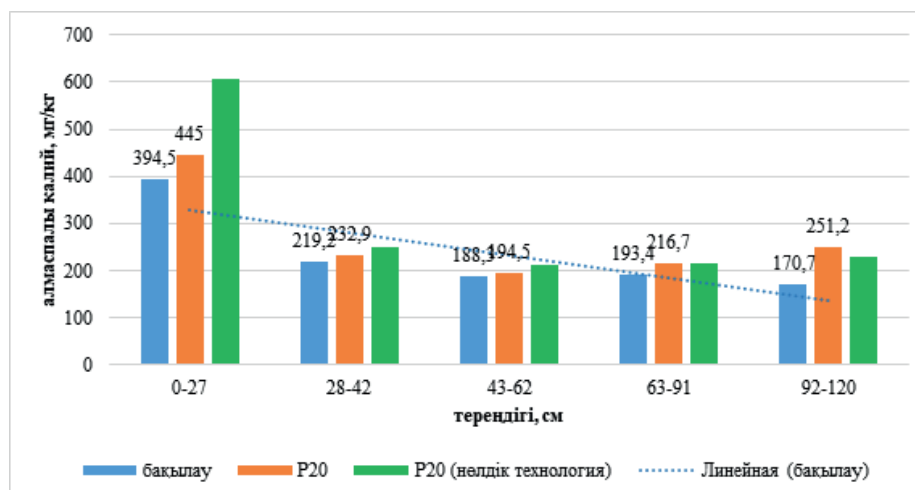
Дәстүрлі өңдеу технологиясы негізінде фосфор тыңайтқышы енгізілген нұсқаның беткі қабатындағы фосфор мөлшері бақылаудан 2,2 есе шамасында жоғары болды. Кескін бойы төменгі қабаттарда жылжымалы фосфор мөлшері күрт төмендей келе, 73 см кейін фосфордың жоқ екендігі анықталды.

Зерттеу жүргізілген топырақтардың жылжымалы калиймен қамтамасыз етілу дәрежесі бақылау нұсқаның беткі қабатында – 395,5 мг/кг жоғары, ал фосфор тыңайтқышы енгізілген нұсқаларда өте жоғары қамтамасыз етілген (445,0-604,8 мг/кг). Жылжымалы калиймен қамтамасыз етілу дәрежесі бойынша ең жоғары көрсеткіш нөлдік технология негізінде фосфор

тыңайтқышы енгізілген нұсқада анықталды – 604,8 мг/кг. Кескін бойымен тереңге қарай барлық нұсқаларда жылжымалы калиймен қамтамасыз етілу мөлшері орташа деңгейде (3, 4-сурет). Бұл жағдайда, жалпы оңтүстік қара топырақтарда жылжымалы калий мөлшерінің жоғары екендігін атап өткен жөн.



3-сурет– Карбонатты оңтүстік қара топырақтағы жылжымалы фосфор мөлшері, мг/кг



4-сурет – Карбонатты оңтүстік қара топырақтағы жылжымалы калий мөлшері, мг/кг

Зерттеу жүргізілген карбонатты оңтүстік қара топырақтың карбонаттылығы бақылау нұсқада беткі қабатында 0,67%-дан біртіндеп төменгі қабаттарға қарай арта түсе 1,39%-ға жетеді. Дәстүрлі технология негізінде тыңайтқыш енгізілген нұсқада бұл көрсеткіш беткі қабатында 0,67%-дан, төменгі қабатында 1,24%-ға дейін жоғарлайды. Нөлдік технология негізінде тыңайтқыш енгізілген нұсқаның беткі қабатында да карбонаттылық 0,67%-дан басталып төменгі қабаттарында 1,19%-ға дейін артады. Жалпы карбонаттылықтың кескін бойы төменге қарай мөлшері артатындығы айқын байқалады, сонымен қатар, топырақ орта реакциясының мәні карбонаттылық көрсеткішіне сәйкес кескін бойынша төменге қарай сілтілі (рН 8,20-8,88) (1-кесте).

Топырақтардың сіңірілген негіздер құрамы топырақ-климаттық жағдайларға байланысты топырақ типтерінде әртүрлі болып келеді. Сіңірілген негіздер топырақтың физикалық-химиялық қасиеттеріне (рН), органикалық заттардың жылжымалылығына және топырақтың минералды бөлігінің дисперстік дәрежесіне елеулі әсер етеді. Сонымен қатар, сіңірілген негіздер құрамы мен арақатынасы топырақтың агрегаттылығы мен оның физикалық қасиеттеріне әсерін тигізеді. Кальций және магниймен қаныққан топырақ агрономиялық құнды суға төзімді агрегаттарымен ерекшеленеді, топырақтардан 3-4 есе артық болады [17, 18]. Зерттелініп отырған топырақта сіңірілген негіздердің қарашірінді және топырақтың гранулометриялық құрамымен өзара байланыстылығы анық байқалады. Сіңірілген негіздердің жоғары мөлшері (29,8-21,6мг/экв.)

қарашірінділі элювиалды жыртылған қабаттарда шоғырланған. Тереңге қарай өтпелі қабатта және топырақ түзуші аналық жыныста сіңірілген негіздер біртіндеп 22,1-13,4 мг/экв-ке дейін төмендейді. Сіңірілген негіздерден кальций мен магнийдің мөлшері басым. Тереңге қарай кальций мөлшері, беткі қабатта (0-40 см) 73,9-83,8%-ға дейін, төменгі қабаттарда 53,1-50,42%-ға дейін төмендейді. Ал магний мөлшері керісінше тереңге қарай 4,0%-дан 12,0%-ға артады. Сіңірілген натрий мөлшері болмашы ғана, топырақ кебірленбеген (1-кесте).

1-кесте – Карбонатты оңтүстік қара топырақтағы сіңірілген негіздер мөлшері

Тереңдігі, см	CO <sub>2</sub> %	pH	Сіңірілген негіздер							
			мг-экв. 100 г топыраққа				%			
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Σ	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Σ
Карбонатты оңтүстік қара топырақ, бақылау										
0-27	0,67	8,20	29,88	4,00	0,23	34,03	87,80	11,75	0,46	100
28-42	0,96	8,26	25,38	8,75	0,20	34,32	73,95	25,50	0,56	100
43-62	1,21	8,41	22,13	11,00	0,34	33,43	66,19	32,91	0,91	100
63-91	1,39	8,77	16,38	13,75	0,58	30,85	53,08	44,57	2,36	100
92-120	1,01	8,06	40,88	10,50	0,68	53,01	77,12	19,81	3,07	100
Карбонатты оңтүстік қара топырақ, P20 (дәстүрлі технология)										
0-25	0,67	8,29	29,63	4,50	0,19	34,29	86,40	13,13	0,47	100
26-44	0,99	8,40	26,38	7,50	0,29	34,15	77,23	21,96	0,81	100
45-72	1,31	8,88	19,63	12,50	0,52	32,74	59,94	38,18	1,89	100
73-90	1,24	8,73	16,38	13,00	1,25	30,84	53,10	42,16	4,74	100
91-120	1,08	8,26	28,13	14,00	0,71	44,79	62,80	31,26	5,95	100
Карбонатты оңтүстік қара топырақ, P20 (нөлдік технология)										
0-25	0,65	8,56	21,36	4,00	0,21	25,52	83,75	15,67	0,58	100
26-49	0,83	8,52	21,13	7,25	0,25	28,56	73,98	25,39	0,63	100
50-72	1,27	8,65	17,13	9,00	0,34	26,40	64,86	34,10	1,05	100
73-92	1,19	8,71	13,38	12,50	0,60	26,53	50,42	47,12	2,46	100
93-120	0,95	8,13	30,13	12,00	0,93	43,81	68,77	27,39	3,84	100

Топырақтың табиғаты ерекше органикалық заттарының құрамы 2-кестеде қарастырылған. Карбонатты оңтүстік қара топырақтың бақылау нұсқасында Стқ:Сфқ арақатынасы 1, 2 – фульватты-гуматты тип. Дәстүрлі және нөлдік өңдеу технологиясы негізінде тыңайтқыш енгізілген нұсқаларда топырақтың беткі қабаттарында гумин қышқылдарының басымдылығы артып, гуматты типке ауысқан (Стқ:Сфқ арақатынасы 2,0-2,3). Қарашіріндінің фракциялық құрамының кескін бойынша өзгерісінің заңдылығы байқалады. Кескіннің төменгі қабатына қарай гумин қышқылдарының үлесі азайып, фульвоқышқылдарының басымдылығы артады. Стқ:Сфқ арақатынасы 1,9-1,1 аралығында ауытқиды.

Карбонатты оңтүстік қара топырақтың бақылау нұсқасында жалпы көміртегі бойынша гумин қышқылының кальциймен байланысқан фракциясы (фракция 2) беткі қабатында 23,79%, төменгі қабатқа қарай мөлшері 44,79%-ға дейін артқан. Оңтүстік қара топырақтың төменгі қабаттарында кальций карбонаты басым болғандықтан, кальций гуматының түзілуіне алып келеді. Карбонатты оңтүстік қара топырақтың тыңайтқыш енгізілген нұсқаларында жалпы көміртегі бойынша кальциймен байланысқан фракция – 32,05-23,11%. Бұл кальциймен байланысып гумат, кейде магний гуматын түзетіндігін көрсетеді. Олар суда нашар ериді және топырақтың минералды бөлігіне тығыз байланысып, суға берік түйіртпектер мен қарашіріндінің жиналуына себепші болады. Гумин қышқылдарымен қатар гидролизденбейтін қалдықтың жалпы көміртегі бойынша пайыздық мөлшері бақылау нұсқада – 0,583. Дәстүрлі әдіспен тыңайтылған нұсқада – 2,091%, нөлдік технологияда тыңайтқыш енгізілген нұсқада 0,470% құрайды. Дәстүрлі әдіспен

өңделген фосфор тыңайтқышы енгізілген топырақ нұсқасында гидролизденбейтін қалдықтың жоғары мөлшері топырақ бетінің қанағаттанарлықсыз жағдайының салдары болып табылатын топырақтың эрозияға жоғары бейімділігін көрсетеді, сонымен қатар оған беткейлердің көлбеулігі, аумақтың көп бөлігінде өсімдік жамылғысының әлсіздігі ықпал етуі мүмкін [19, 20].

Жартылай оксидтердің жылжымалы түрлерімен байланысқан бос фракциялар шамасы (топырақтағы жалпы көміртегі бойынша) бақылау нұсқада – 6,94%. Фосфор тыңайтқышы енгізілген нұсқаларда бақылау нұсқасымен салыстырғанда мөлшері біршама жоғары – 10,16-7,16%. Минералдық тыңайтқыш гумин қышқылының бірінші фракцияларының үлесін арттыру есебінен, қарашіріндінің жылжымалылығын арттырған.

Бақылау нұсқада тұрақты жартылай тотықтармен және балшықты минералдармен байланысқан фракция – 24,07%. Дәстүрлі және нөлдік өңдеу технологиямен өңделіп фосфор тыңайтқышы енгізілген нұсқаларда 24,39-18,84% аралығында.

Фульвоқышқылдар құрамында да топырақтың минералды бөлігімен берік байланысқан фракцияларбақылау нұсқасында басым – 25,21%.

Бос күйде топырақта қарашірінді заттардың аз ғана бөлігі болады. Олардың негізгі бөлігі топырақ минералдарымен байланысты. Қарашірінді заттардың топырақтың минералды бөлігімен әрекеттесуі әртүрлі қосылыстардың пайда болуына әкеледі. Түзілген қосылыстардың жылжымалылығына байланысты топырақтың жоғарғы қабаттарында қарашіріндінің және онымен байланысты минералды заттардың жинақталуы немесе топырақ кескіні бойынша өзара әрекеттесу өнімдерінің миграциясы жүреді.

2-кесте – Зерттеу жүргізілген топырақ үлгілеріндегі қарашіріндінің фракциялық-топтық құрамы

Тереңдігі см	С орг %	Гидролиз денбейтін қалдық	% жалпы С								жалпы С	С гк/С фк
			ГҚ			Σ	ФҚ			Σ		
			1	2	3		1	2	3			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Карбонатты оңтүстік қара топырақ, бақылау												
0-27	2,701	0,583	0,147 6,94	0,504 23,79	0,510 24,07	1,161 54,81	0,117 5,52	0,306 14,44	0,534 25,21	0,957 45,18	2,118	1,2
28-42	1,371	-	0,125 6,57	0,852 44,79	0,450 23,65	1,055 55,46	0,091 4,78	0,348 18,29	0,366 19,24	0,847 44,53	1,902	1,2
Карбонатты оңтүстік қара топырақ, P <sub>20</sub> (дәстүрлі технология)												
0-25	3,813	2,091	0,175 10,16	0,552 32,05	0,420 24,39	1,147 66,60	0,089 5,17	0,198 11,49	0,288 16,72	0,575 33,39	1,722	2,0
26-44	2,439	0,573	0,125 6,70	0,396 21,22	0,450 24,11	0,971 52,04	0,115 6,16	0,414 22,19	0,366 19,61	0,895 47,96	1,866	1,1
Карбонатты оңтүстік қара топырақ, P <sub>20</sub> (нөлдік технология)												
0-25	2,858	0,470	0,171 7,16	0,552 23,11	0,450 18,84	1,653 69,22	0,153 6,41	0,828 34,67	0,234 9,80	0,735 30,78	2,388	2,3
26-49	2,511	0,081	0,127 5,23	0,468 19,26	0,450 18,52	1,595 65,64	0,161 6,63	0,642 26,42	0,522 21,48	0,835 34,36	2,430	1,9
НСР <sub>05</sub>			0,0067	0,0262	0,0205		0,0054	0,0205	0,0173		0,0932	

### Қорытынды

Зерттеу жүргізілген карбонатты оңтүстік қара топырақтың бақылау нұсқадағы беткі қабаттарында жалпы қарашірінді мөлшері 2,70%, ал тыңайтылған және нөлдік технологиямен өңделген топырақтарда бақылаумен салыстырғанда ол біршама артқан (3,81-2,86%). Тәжірибе жер телімінде нитратты азоттың жақсы жинақталуы дәстүрлі өңдеу технологиясы негізінде фосфор тыңайтқышы енгізілген нұсқада анықталса, керісінше нөлдік технология негізінде тыңайтқыш енгізілген нұсқа барлық кескін бойымен өте төмен нәтиже көрсетті. Жылжымалы фосфордың ең жоғары мәні нөлдік өңдеу технологиясы негізіндегі тыңайтқыш енгізілген нұсқада



анықталды. Зерттеу жүргізілген топырақтардың жылжымалы калиймен қамтамасыз етілу дәрежесі көтеріңкіден өте жоғары дәрежеде қамтамасыз етілген (428-595 мг/кг). Жылжымалы калиймен қамтамасыз етілу дәрежесі бойынша ең жоғары көрсеткіш нөлдік технология негізінде тыңайтқыш енгізілген нұсқада анықталды. Карбонатты оңтүстік қара топырақтың барлық нұсқаларында сіңірілген негіздерден кальций мен магнийдің мөлшері басым.

Минералдық тыңайтқышты ұзақ мерзім қолдану қарашіріндінің сапалық құрамына біршама әсерін тигізген. Сгқ:Сфқ=1,2 арақатынасы бақылауда фульватты-гуматты тип құраса, тыңайтқыш енгізілген нұсқаларда сәйкесінше 2,0 және 2,3 артып, гуматты типке ауысқан. ГҚ-І фракция біршама өзгеріске ұшыраған. Енгізілген фосфор тыңайтқышы гумин қышқылының бірінші фракцияларының үлесін арттыру есебінен, қарашіріндінің жылжымалылығын арттырған. Дәстүрлі технологияда тыңайтқыш енгізілген нұсқада кальциймен байланысқан гумин қышқылдарының жинақталуы есебінен (32,05%) (ГҚ-2 фракция) тұрақты және анағұрлым жетілген қарашіріндінің түзілуіне ықпал еткен.

Кальциймен байланысқан ГҚ және топырақтың минералды бөлігімен берік байланысқан фракция агрохимиялық шаралардың әсеріне ұшыраған. Тыңайтқыш енгізілмеген бақылау нұсқаларында қарашірінді мен азоттың төмендеуі және жылжымалы түрлерімен қатар, тұрақты қосылыстарының ыдырауы байқалды. Дәстүрлі технология органикалық заттардың минералдануын жылдамдатуға және нитрат азотының мөлшерін арттыруға әсер етеді, бұл қысқа мерзімде топырақ құнарлылығына оң әсерін тигізеді. Минералды тыңайтқыштар қарашірінді заттардың жылжымалылығын арттыруға және алифатты құрылымдармен байытылған және төмен оптикалық тығыздықпен сипатталатын әлсіз конденсацияланған қосылыстардың пайда болуына ықпал еткен.

#### **Авторлардың қосқан үлесі**

ГК, АК: зерттеудің тұжырымдамасын жасау және жобалау, жан-жақты әдебиеттерді іздестіру, жиналған деректерді талдау, қолжазбаның жобасын жасау. АН, РБ, МД және ГЗ: далалық және зертханалық тәжірибелік жұмыстарды жүргізу. ГК және АК: қолжазбаның соңғы редакциясын және коррекциясын орындау. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, бекітті.

#### **Қаржыландыру туралы ақпарат**

Зерттеу жұмыстары Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінің қаржыландырумен жүргізілген ИРН АР23489042 «Қазақстанның далалық және шөлді аймақтарындағы элементтік органикалық жоғары молекулалық қосылыстар мен органикалық заттардың антропогендік трансформациясы» жобасы аясында жүргізілді.

#### **Әдебиеттер тізімі**

- 1 Орлов, ДС. (1985). *Химия почв: учебник*. Издательство Московского университета. 274-275.
- 2 Кураченко, НЛ, Ульянова, ОА, Луганцева, МВ, Бабаев, МВ. (2008). Влияние удобрений на гумусное и агрофизическое состояние чернозема выщелоченного. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, (1), 33-38.
- 3 Гасанова, ЕС, Стекольников, КЕ. (2013). *Химия почв: учебное пособие*. Воронежский ГАУ, 154.
- 4 Ерёмин, ДИ, Телицын, ВЛ, Притчина, ГД. (2012). Изменение гумусного состояния при распашке целинного чернозема, выщелоченного в условиях лесостепной зоны Зауралья. *Достижения науки и техники АПК*, (10), 17-19.
- 5 Ерёмин, ДИ. (2012). Изменение качественного состава гумуса чернозема выщелоченного под действием возрастающих доз минеральных удобрений. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*, (6), 20–26.
- 6 Завьялова, НЕ. (2011). Влияние приемов землепользования на трансформацию гуминовых кислот дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья. *Почвоведение*, (1), 103–110.

7 Gutorova, OA, et al. (2021). Environmental aspects of long-term use of mineral fertilizers on leached blacksoil of the Western Ciscaucasia. *IOP Conference Series: Earth Environmental Science*, 659, 012122. DOI:10.1088/1755-1315/659/1/012122.

8 Гаевая, ЭА. (2010). Роль обработки почвы в сохранении почвенного плодородия на эрозийноопасных склонах. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*, (57), 221-229.

9 Tang, H., Shi, L., Wen, L. et al. (2024). Effects of tillage management on soil organic carbon mineralization under double cropping rice system of southern China. *Scientific Reports*, 14, 21146. DOI:10.1038/s41598-024-72042-6.

10 Завьялова, НЕ, Васбиева, МТ, Ямалтдинова, ВР, Шляпина, ЯВ. (2022). Характеристика гуминовых кислот дерново-подзолистой почвы при длительном воздействии разных систем удобрения. *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева*, (111), 97-115.

11 Song, H., Wu, X., Shi, X., Wang, H., Yuan, M., Xu, Z., Ma, H. (2024). Effects of long-term fertilization on soil aggregates and organic carbon components in wheat fields of the Loess Plateau. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, (04), 726-734. DOI: 10.19675/j.cnki.1006-687x.2023.12029.

12 Гасанова, ЕС, Кожокина, АН, Мязин, НГ, Стекольников, КЕ, Мухина, СВ. (2018). Изменение показателей ППК и гумусного состояния чернозема выщелоченного при многолетнем внесении удобрений и известковании. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, 11(4), 13-21.

13 Гасанова, ЕС, Кожокина, АН, Мязин, НГ, Стекольников, КЕ, Мухина, СВ. (2019). Изменение содержания и строения гуминовых кислот чернозема, выщелоченного под влиянием удобрений и дефеката. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, 4 (63), 113-122.

14 Zavarzina, AG, Kravchenko, EG, Konstantinov, AI, et al. (2019). Comparison of the Properties of Humic Acids Extracted from Soils by Alkali in the Presence and Absence of Oxygen. *Eurasian Soil Science*, 52, 880-891. DOI: 10.1134/S1064229319080167.

15 Иванов, ИА, Иванов, АИ. (2000). Гумусное состояние пахотных дерново-подзолистых почв Северо-запада России и его трансформация в современных условиях. *Агрохимия*, (2), 22-26.

16 Пономарева, ВВ, Плотникова, ТА. (1980). *Гумус и почвообразование: Методы и результаты изучения*. АН СССР, Институт агрохимии и почвоведения. Наука, Ленинградское отделение, 220.

17 Травникова, ЛС. (2002). Закономерности гумусонакопления: новые данные и их интерпретация. *Почвоведение*, (7), 832-843.

18 Минеев, ВГ, Бычкова, ЛА. (2003). Состояние и перспективы применения минеральных удобрений в отечественном и мировом земледелии. *Агрохимия*, (8), 5-12.

19 Мамонтов, ВГ. (2021). Влияние особенностей сельскохозяйственного использования на элементный состав фракций гуминовых кислот чернозема обыкновенного. *Международный сельскохозяйственный журнал*, 5 (383), 78-82.

20 Юскин, АА, Макаров, ВИ, Венчиков, АИ. (2009). Влияние систем обработки почвы и севооборотов на фракционный состав гумуса. *Земледелие*, (1), 20-21.

## References

1 Orlov, DS. (1985). *Himiya pochv: Uchebnik*. Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta. 274-275. [in Russ].

2 Kurachenko, NL, Ul'yanova, OA, Luganceva, MV, Babaev, MV. (2008). Vliyanie udobrenij na gumusnoe i agrofizicheskoe sostoyanie chernozema vyshchelochennogo. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. (1), 33-38. [in Russ].

3 Gasanova, ES, Stekol'nikov, KE. (2013). *Himiya pochv: uchebnoe posobie*. Voronezhskij GAU.154. [in Russ].

4 Eryomin, DI, Telicyn, VL, Pritchina, GD. (2012). Izmenenie gumusnogo sostoyaniya pri raspashke celinnogo chernozema vyshchelochennogo v usloviyah lesostepnoj zony Zaural'ya. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. (10), 17-19. [in Russ].

5 Eryomin, DI. (2012). Izmenenie kachestvennogo sostava gumusa chernozema v yshchelochennogo pod dejstviem vozrastayushchih doz mineral'nyh udobrenij. *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki*. (6), 20-26. [in Russ].

6 Zav'yalova, NE. (2011). Vliyanie priemov zemlepol'zovaniya na transformaciyu guminovyh kislot dernovo-podzolistoj tyazhelosuglinistoj pochvy Predural'ya. *Pochvovedenie*. (1), 103-110. [in Russ].

7 Gutorova, O. A. et al (2021). Environmental aspects of long-term use of mineral fertilizers on leached blacksoil of the Western Ciscaucasia. IOP Conference Series: *Earth Environmental Science*, 659, 012122. DOI: 10.1088/1755-1315/659/1/012122.

8 Gaevaya, EA. (2010). Rol' obrabotki pochvy v sohranenii pochvennogo plodorodiya na erozionnoopasnyh sklonah. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. (57), 221-229. [in Russ].

9 Tang, H., Shi, L., Wen, L. et al. (2024). Effects of tillage management on soil organic carbon mineralization under double cropping rice system of southern China. *Scientific Reports*, 14, 21146. DOI:10.1038/s41598-024-72042-6.

10 Zav'yalova, NE, Vasbieva, MT, YAmaltdinova, VR, SHlyapina, YAV. (2022). Harakteristika guminovyh kislot dernovo-podzolistoj pochvy pri dlitel'nom vozdejstvii raznyh sistem udobreniya. *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva*. (111), 97-115. [in Russ].

11 Song, H., Wu, X., Shi, X., Wang, H., Yuan, M., Xu, Z., Ma, H. (2024). Effects of long-term fertilization on soil aggregates and organic carbon components in wheat fields of the Loess Plateau. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, (04), 726-734. DOI: 10.19675/j.cnki.1006-687x.2023.12029.

12 Gasanova, ES, Kozhokina, AN, Myazin, NG, Stekol'nikov, KE, Muhina, SV. (2018). Izmenenie pokazatelej PPK i gumusnogo sostoyaniya chernozema v yshchelochennogo pri mnogoletnem vnesenii udobrenij i izvestkovanii. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 11(4), 13-21. [in Russ].

13 Gasanova, ES, Kozhokina, AN, Myazin, NG, Stekol'nikov, KE, Muhina, SV. (2019). Izmenenie sodержaniya i stroeniya guminovyh kislot chernozema v yshchelochennogo pod vliyaniem udobrenij i defekata. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 4 (63), 113-122. [in Russ].

14 Zavarzina, AG, Kravchenko, EG, Konstantinov, AI. et al. (2019). Comparison of the Properties of Humic Acids Extracted from Soils by Alkali in the Presence and Absence of Oxygen. *Eurasian Soil Science*, 52, 880-891. DOI:10.1134/S1064229319080167.

15 Ivanov, IA, Ivanov, AI. (2000). Gumusnoe sostoyanie pahotnyh dernovo-podzolistykh pochv Severo-zapada Rossii i ego transformaciya v sovremennykh usloviyah. *Agrohimiya*, (2), 22-26. [in Russ].

16 Ponomareva, VV, Plotnikova, TA. (1980). *Gumus i pochvoobrazovanie: Metody i rezul'taty izucheniya*. AN SSSR, Institut agrohimi i pochvovedeniya. Nauka, Leningradskoe otdelenie, 220. [in Russ].

17 Travnikova, LS. (2002). Zakonomernosti gumusonakopleniya: novye dannye i ih interpretaciya. *Pochvovedenie*, (7), 832-843. [in Russ].

18 Mineev, VG, Bychkova, LA. (2003). Sostoyanie i perspektivy primeneniya mineral'nyh udobrenij v otechestvennom i mirovom zemledelii. *Agrohimiya*, (8), 5-12. [in Russ].

19 Mamontov, VG. (2021). Vliyanie osobennostej sel'skohozyajstvennogo ispol'zovaniya na elementnyj sostav frakcij guminovyh kislot chernozema obyknovennogo. *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal*, 5 (383), 78-82. [in Russ].

20 YUskin, AA, Makarov, VI, Venchikov, AI. (2009). Vliyanie sistem obrabotki pochvy i sevooborotov na frakcionnyj sostav gumusa. *Zemledelie*, (1), 20-21. [in Russ].

## **Трансформация состав гумуса в черноземах южных под воздействием нулевой и традиционной технологий в условиях Акмолинской области**

Кекилбаева Г.Р., Касипхан А., Назарова А.Ж., Бекназарова Р.Ж.,  
Звягин Г.А., Михайлов Д.П.

### **Аннотация**

**Предпосылки и цель.** В статье рассмотрено влияние минеральных удобрений на агрохимические показатели и содержание гумуса чернозема карбонатного южного в рамках традиционной и нулевой технологии обработки. Количество и качество гумуса очень чувствительны к изменению условий окружающей среды. Поэтому изучение органического вещества почвы является важнейшей проблемой, требующей решения в почвоведении, поскольку необходимо выявить генетические особенности почвы, а также повысить эффективность использования и плодородие почвы.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось в 2024 году на южных черноземах Акмолинской области. С целью определения изменений качественных показателей гумуса почвы было сделано 3 почвенных разреза на опытных участках научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева, где длительное время применяются технологии нулевой и традиционной обработки. Традиционная технология обработки включает вспашку с оборотом пласта, культивацию или дискование, а затем уплотнение. При нулевой технологии почвообработка не проводится.

**Результаты.** В результате исследования было установлено, что длительное применение минеральных удобрений оказало значительное влияние на качественный состав гумуса, на контроле соотношение  $C_{гк}:C_{фк} = 1,2$  характеризовалось преобладанием фульватно-гуматного типа, тогда как в вариантах с внесением удобрений это соотношение увеличилось до 2,0 и 2,3, переходя на гуматный тип. При традиционной технологии обработки длительное использование удобрений привело к изменению гумуса, выражающемуся в увеличении доли гуминовых кислот, связанных с кальцием, что способствует улучшению структуры почвы и её устойчивости.

**Заключение.** Традиционная технология оказывает влияние на интенсивность минерализации органических веществ и повышение содержания нитратного азота, что положительно сказывается на плодородии почвы в краткосрочной перспективе. Таким образом, минеральные удобрения оказывают значительное влияние на гумусообразование, его структуру и устойчивость в зависимости от применяемой технологии обработки почвы.

**Ключевые слова:** гуминовая кислота; гумус; минеральное удобрение; фульвокислота; южный чернозем.

## **Transformation of humus in southern chernozems under the influence of zero and traditional technologies in the conditions of the Akmola region**

Gulnur R. Kekilbayeva, Akgul Kassipkhan, Aiman Zh. Nazarova,  
Rabiga Zh. Beknazarova, Grigoriy A. Zvyagin, Danila P. Mikhailov

### **Abstract**

**Background and Aim.** The article examines the impact of mineral fertilizers on the agrochemical properties and humus content of southern carbonate chernozem under traditional and zero-tillage technologies. The quantity and quality of humus are highly sensitive to changes in environmental conditions. Therefore, studying soil organic matter is a critical issue in soil science, as it is necessary to understand the genetic characteristics of the soil and improve its use efficiency and fertility.

**Materials and Methods.** The study was conducted in 2024 on southern chernozems in the Akmola region. To determine changes in the qualitative indicators of soil humus, three soil profiles were made on experimental plots at the A.I. Barayev scientific and production center for grain farming, where zero and traditional tillage technologies have been used for a long time. The traditional tillage technology

includes plowing with soil turnover, cultivation or disking, and then compaction. Under the zero-tillage technology, no soil tillage is performed.

**Results.** The study found that the long-term application of mineral fertilizers had a significant impact on the qualitative composition of humus. In the control group, ratio CGA:CFA = 1,2 was characterized by a predominance of the fulvate-humate type, while in the fertilizer-treated variants, this ratio increased to 2,0 and 2,3, transitioning to the humate type. Under the traditional tillage technology, the prolonged use of fertilizers led to changes in humus, expressed in an increase in the proportion of humic acids bound with calcium, which contributes to improved soil structure and stability.

**Conclusion.** Traditional technology affects the intensity of organic matter mineralization and increases nitrate nitrogen content, which positively impacts soil fertility in the short term. Thus, mineral fertilizers significantly influence humus formation, its structure, and stability, depending on the soil tillage technology used.

**Keywords:** fulvic acid; humic acid; humus; mineral fertilizer; southern chernozem.