

Сәкен Сейфуллин атындағы
Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің

ҒЫЛЫМ ЖАРҒЫСЫ

(пәнаралық)

ВЕСТНИК НАУКИ

Казахского агротехнического исследовательского
университета имени Сакена Сейфуллина

(междисциплинарный)

№ 4(123)

Астана 2024

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Өсімдік шаруашылығы

Ғылыми редактор:

Байбусенов Курмет Серикович – PhD, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Джатаев Сатывалды Адиевич - биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Мал шаруашылығы

Шауенов Сауымбек Кауысович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Балық шаруашылығы

Аубакирова Гүлжан Аманжоловна – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Орман шаруашылығы

Курмангожинов Альжан Жанибекович – PhD, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Майсупова Багила Джылысбаевна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Қазақ орман шаруашылығы және агроорман мелиорациясы ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан Республикасы, Щучинск

Жерге орналастыру

Озеранская Наталия Львовна – экономика ғылымдарының кандидаты, доцент, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

БИОЛОГИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Айдарханова Гүлнара Сабитовна – биология ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Конысбаева Дамиля Туремуратовна – биология ғылымдарының кандидаты, доцент С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ

Адуов Мубарак Адуович – ҚР АШҒА академигі, техника ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Тултабаева Тамара Чомановна – ҚР АШҒА академигі, техника ғылымдарының докторы, доцент, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ГУМАНИТАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Алмыспаева Галья Айтпаевна – тарих ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ЭКОНОМИКА ҒЫЛЫМДАРЫ

Кусайынов Талгат Аманжолович – экономика ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА МҮШЕЛЕРІНІҢ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҚҰРАМЫ

Яцек Цеслик, (*Jacek Cieślik*) – PhD, АГН Краков университеті, Польша, Краков

Саид Лаарибиа (*Said Laaribya*) – PhD, Ибн Тофайл университеті, Марокко, Рабат-Сале-Кенитра

Ху Инь Ган (*Hu Yingang*) – PhD, Солтүстік-Батыс ауыл шаруашылығы және орман шаруашылығы университеті, ҚХР, Янлин

Бюлент Тургут (*Bulent Turgut*) – қауымдастырылған профессор, Қарадениз техникалық университеті, Туркия, Трабзон

Шавруков Юрий Николаевич – Адъюнкт профессор, Флиндерс университеті, Ғылым және инженерия колледжі (Биология ғылымдары), Оңтүстік Австралия, Аделаида

Гончаров Николай Петрович – РФА академигі, профессор, Ресей Ғылым академиясының Сібір бөлімінің цитология және генетика институты, Ресей Федерациясы, Новосибирск
Анна Дюбель (*Anna Dubel*) - қауымдастырылған профессор, АГН Краков университеті, Польша, Краков

Бембенек Михал (*Bembenek Michal*) – профессор, АГН Краков университеті, Польша, Краков

Татаринцев Владимир Леонидович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Ұлттық зерттеу Томск мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы, Томск

Купидура Пшемислав (*Kupidura Przemyslaw*) – PhD, профессор, Варшава политехникалық университеті, Польша, Варшава

ISSN 2710-3757

ISSN 2079-939X

Басылым индексі – 75830

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@rambler.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 аударып жірту, 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 қол жетімділігіне 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.)
- P_{20} кг/га ә.е.з. (2-кескін координаты $51,60734^{\circ}$ с.е., $71,04142^{\circ}$ ш.б.)

Нөлдік өңдеу технологиясы:

- P_{20} 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 аударып жірту, культивация немесе дискілеу, содан кейін тығыздау жұмысын қамтыды. Нөлдік технология бойынша топырақты өңдеу жұмыстары жүргізілмейді. Зерттеу шеңберінде 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/дм³ 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 ЕІЖКЕЛКАМР 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.

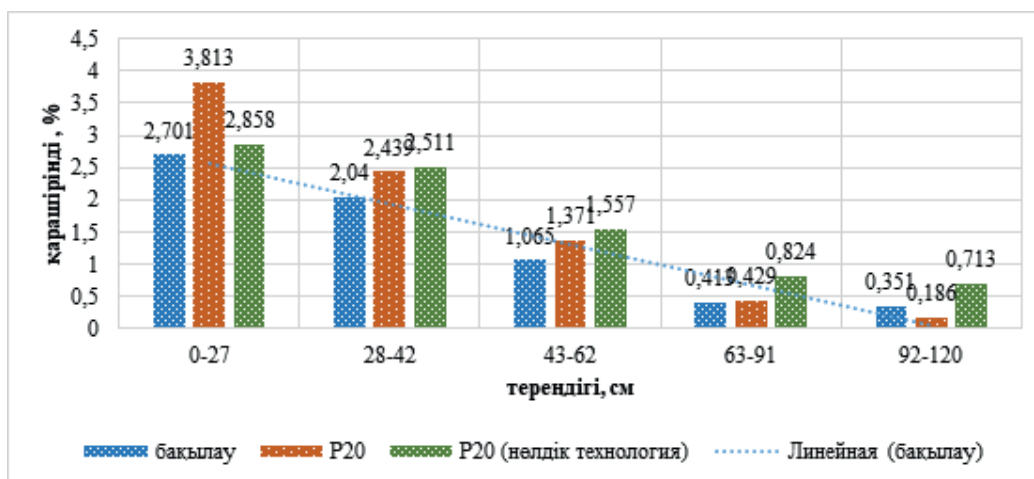
- Алмаспалы кальций мен магний катиондарын анықтау әдісі (МемСт 3594.2-93) катиондарды натрий катиондарымен ығыстыруға негізделген, яғни натрий хлориді ерітіндісімен өңдейді, содан кейін кальций мен магний катиондарының қосындысын қара хромоген индикаторының қатысуымен және жеке кальций катиондарын флуорексон 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/дм³ 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 H₂SO₄ 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 қарқындатуға оң әсер етіп, топырақтың қарашіріндісінің түзілу үрдісін жақсартады. Барлық нұсқаларда қарашіріндінің мөлшері кескін бойымен тереңге қарай күрт төмендейді (1-сурет).



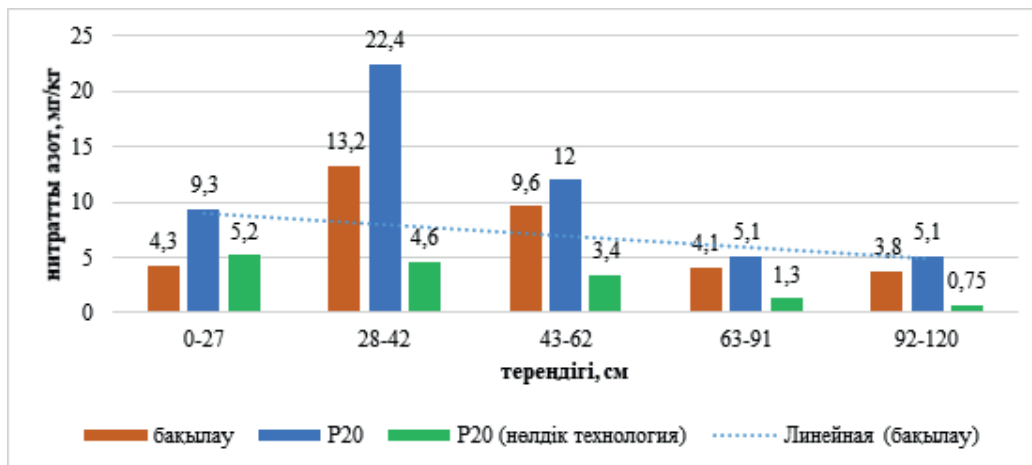
1-сурет – Карбонатты оңтүстік қара топырақтағы қарашірінді мөлшері, %

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 аудару жыртыу 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

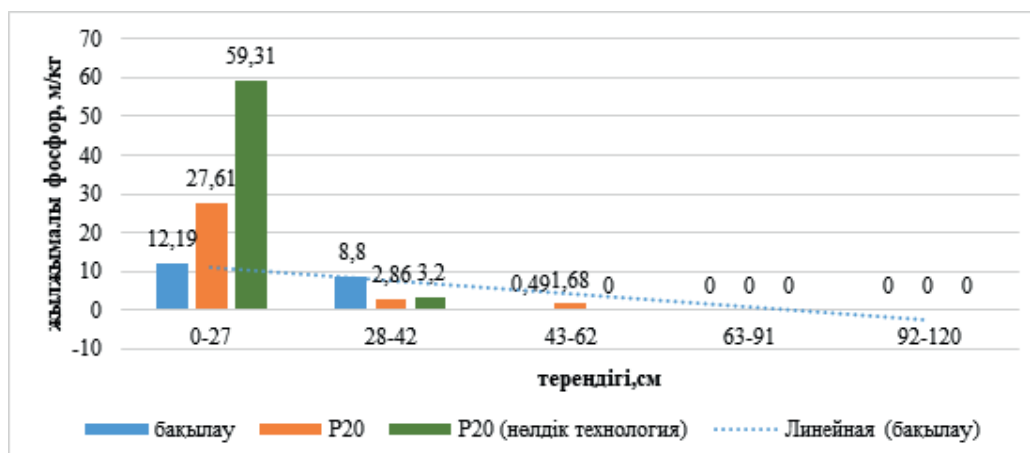
Жылжымалы фосфор мөлшері зерттеу жүргізілген нұсқаларда өте төмен көрсеткіштен өте жоғары көрсеткіш аралығында. Атап айтар болсақ, бақылау нұсқасының беткі қабатындағы жылжымалы фосфор мөлшері 12,19 мг/кг-нан басталып, 43-62 см қабатында 0,49 мг/кг-ға дейін төмендеп, әрі қарай кескін бойы фосфордың жоқ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

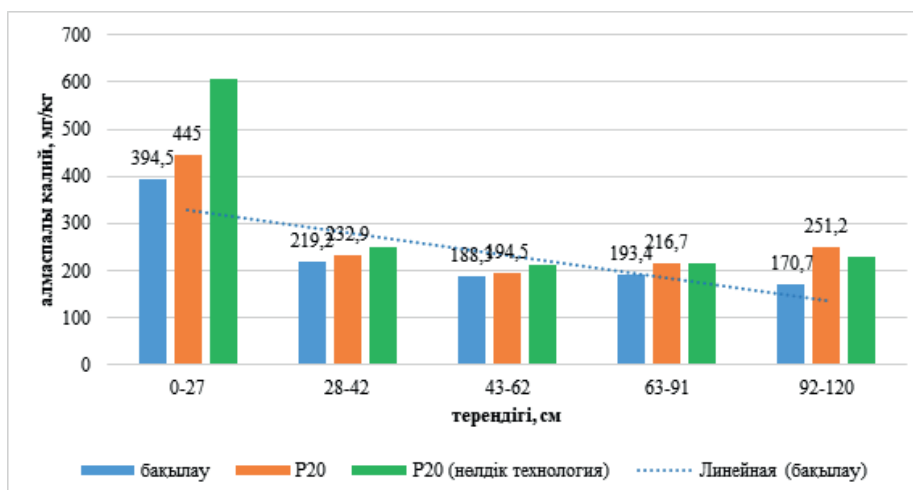
Дәстүрлі өңдеу технологиясы негізінде фосфор тыңайтқышы енгізілген нұсқаның беткі қабатындағы фосфор мөлшері бақылаудан 2,2 есе шамасында жоғары болды. Кескін бойы төменгі қабаттарда жылжымалы фосфор мөлшері күрт төмендей келе, 73 см кейін фосфордың жоқ екендігі анықталды.

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 ₂ %	pH	Сіңірілген негіздер							
			мг-экв. 100 г топыраққа				%			
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Σ	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	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 СГК:СФК 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 (СГК:СФК арақатынасы 2,0-2,3). Қарашіріндінің фракциялық құрамының кескін бойынша өзгерісінің заңдылығы байқалады. Кескіннің төменгі қабатына қарай гумин қышқылдарының үлесі азайып, фульвоқышқылдарының басымдылығы артады. СГК:СФК 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 ₂₀ (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 ₂₀ (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 ₀₅			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 vyshchelochennogo 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 sohranении 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 vyshchelochennogo 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 vyshchelochennogo 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 usloviyakh. *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.

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. 17-30. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/10.51452/kazatu.2024.4\(123\).1788](https://doi.org/10.51452/kazatu.2024.4(123).1788)

УДК 504.453, 528.856

Исследовательская статья

Оценка возможностей дистанционного мониторинга влажности почв территории Северного Казахстана

Кабжанова Г.Р. , Рахимжанов Б.К. , Тулекулова Д.Т. 

АО НК «Қазақстан Ғарыш Сапары», Астана, Қазақстан

Автор-корреспондент: Кабжанова Г.Р.: gurashkab@mail.ru

Соавторы: (1: ДТ) d.tuleukulova@gmail.com; (2: РБ) b.rakhimzhanov@gharysh.kz

Получено: 10-10-2024 **Принято:** 18-12-2024 **Опубликовано:** 30-12-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. Оценка предпосевого содержания влаги в посевном слое почвы необходима для эффективного управления сельскохозяйственным производством, особенно в зоне рискованного земледелия. Северный Казахстан является ключевым регионом для сельхозпроизводства в стране, и учитывая глобальные изменения климата, подверженность региона рискам в агропроизводстве (засуха, эрозия и др.), необходимо внедрение методов оперативной оценки условий и дистанционного мониторинга сельхозпроизводства.

Материалы и методы. Спутниковые данные использованы для оценки содержания влаги в почве и состояния растительности. Калибровка наземных данных проводилась путем отбора почвенных образцов для повышения точности спутниковых данных. Влажность почвы измерялась с помощью емкостного влагомера, основанного на измерении электропроводности, причем пробы отбирались в предпосевной период на всей территории Северного Казахстана, на глубине посевного слоя. Произведены расчеты запасов продуктивной влажности в почве с учетом объема и процентного содержания влаги. Эти наземные измерения послужили контрольными данными для калибровки спутниковых индикаторов. Откалиброванные данные позволили составить карту распределения влажности почвы, подчеркнув пространственную изменчивость влажности по региону.

Результаты. Спутниковый анализ с использованием данных дистанционного зондирования и наземных данных позволил выявить особенности пространственного распределения влажности почвы в регионе. Получены расчеты по сезонным колебаниям снежного покрова и его низкая плотность предполагает недостаточное накопление водных ресурсов в зимний период, что влияет на уровень продуктивной влажности почвы в весенний период на территории Северного Казахстана.

Заключение. Проведенное исследование демонстрирует, что методы оценки влажности почвы с использованием данных ДЗЗ и наземными измерениями являются эффективным инструментом для оперативного мониторинга состояния почв в Северном Казахстане. Комплексный анализ спектральных индексов (NDVI, NDWI, NDMI) и индексов дефицита воды (mCDI и SWE) выявил умеренный дефицит водных ресурсов. Данный дефицит требует адаптации аграрных практик для оптимального использования доступной влаги. На основе полученных данных рекомендуется внедрение влагосберегающих технологий, более точное планирование посевных циклов и адаптация агротехнологий к текущим гидрометеорологическим условиям, что позволит смягчить влияние дефицита воды и улучшить стабильность сельскохозяйственного производства в зоне рискованного земледелия.

Ключевые слова: влажность почвы; агропроизводство; дистанционное зондирование; геоинформационные системы.

Введение

В засушливых условиях Северного Казахстана на южных черноземах и каштановых почвах величина и стабильность урожая сельскохозяйственных культур определяется, в первую очередь, наличием почвенной влаги. Запасы продуктивной влаги в почве, как показатель доступной для растений влаги, прежде всего, необходимы для характеристики водообеспеченности растений, оценки их влияния на рост и транспирацию растений. Однако, данный переменный показатель трудно измерить в больших масштабах. В полевых условиях влажность почвы измеряется точечно, локально, по принятой шкале, имеются ограничения в учете пространственной изменчивости, требует больших трудозатрат и временных ресурсов. Альтернативой наземным методам оценки влажности почвы являются дистанционные методы оценки свойств почв. Данные методы имеют большой потенциал для характеристики текущих условий произрастания растений, прогнозирования урожайности и формирования трендов развития посевов.

Целью исследования является оценка влажности посевного слоя почв Северного Казахстана посредством дистанционных методов мониторинга.

Для достижения поставленной цели был проведен анализ подобных исследований в мире, проведен анализ данных дистанционного зондирования Земли (далее ДЗЗ) на период исследования, проведен полевой отбор почвенных образцов территории зоны интереса и оценка влажности посевного слоя, статистический анализ и оценка корреляционных зависимостей индексных величин данных ДЗЗ и значений влаги. Подход в сочетании оптического и инфракрасного излучения при дистанционном зондировании будет использован при оценке влажности почв с разрешением данных ДЗЗ, который вполне пригоден для оценки региональных масштабов. Дистанционный анализ влажности почв должен дать пространственную характеристику изменчивого параметра, который не стабилен во времени, а также зависит от типа почвы, рельефа, от типа землепользования.

Эффективное управление водными ресурсами в сельхозпроизводстве подразумевает мониторинг за влажностью почвы, особенно в предпосевной период, который является одним из важных исходных переменных при прогнозировании урожайности, оценке устойчивости земледелия региона.

Продуктивная влага – часть запасов влаги в почве, при поглощении которой растения не только поддерживают свою жизнедеятельность, но и синтезируют органическое вещество. В условиях Северного Казахстана термический режим территории не лимитирует рост и развитие зерновых культур. Определяющее значение в формировании продуктивности имеют атмосферные осадки, обеспечивающие создание запасов почвенной влаги и условия влагообеспеченности в период вегетации. Под водообеспеченностью понимают степень удовлетворения фактической их потребности в воде, т.е. отношение поступающего и имеющегося в почве запаса продуктивной влаги к количеству, необходимому для нормального развития культуры.

Высокий уровень агротехники и почвенного плодородия снижает его значение у разных культур на 25-40%.

Ресурсы почвенной влаги в предпосевной период в условиях северного Казахстана в основном зависят от количества осадков в осенне-зимний период. По мнению ученых, осенне-зимние осадки хорошо сохраняются в почве и являются резервным фондом на случай атмосферных засух для всех зерновых культур [1]. Результаты определения глубины промачивания дают ориентировочное представление о запасах продуктивной влаги в почве, перед посевом в зависимости от предшественника, приёма осенней обработки почвы, экспозиции поля. Полученная информация позволяет вносить необходимые коррективы в элементы весенней агротехники полевых культур и судить о величине ожидаемого минимума урожайности в случае засухи.

В сельскохозяйственном производстве большое значение имеет окупаемость каждого миллиметра израсходованной растениями влаги в период вегетации. По данным исследований, в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана на 1 ц зерна расходуется 7,1 мм почвенной влаги и 8,2 мм влаги летних осадков. При этом 1 мм почвенной влаги формирует 14 кг зерна, а 1 мм летних осадков – 12,2 кг [2].

Современное сельское хозяйство все чаще сталкивается с различными проблемами мониторинга посевов. Наиболее эффективным и надежным методом ведения постоянного

сельскохозяйственного мониторинга является использование средств и методов ДЗЗ. Данные, полученные этим методом, обладают рядом преимуществ по сравнению с другими, позволяя вести регулярное наблюдение и контроль над различными этапами сельскохозяйственных работ, стадиями развития растений и т.д. Кроме того, использование ДЗЗ совместно с различной статистической и другими видами информации позволяет получить высококачественные данные о нынешнем состоянии посевов. Основными особенностями данных ДЗЗ являются:

- актуальность получаемой информации;
- высокая достоверность получаемой информации;
- высокая периодичность получения информации;
- широкий охват исследуемой территории;
- получение данных в едином стандартизованном виде;
- возможность накопления статистической информации и использования ее для прогнозов урожайности и оценок ущерба [3].

Для успешного применения при мониторинге сельского хозяйства системы дистанционного зондирования должны отвечать следующим условиям [4]:

1. Возможность осуществления сбора данных, их коррекции и первичной обработки в течение 24-48 часов;
2. Невысокая (доступная) стоимость данных;
3. Высокое пространственное разрешение (порядка 5 м для спектральной съемки);
4. Высокое спектральное разрешение (порядка 10-20 нм) для повышения точности определения биофизических параметров растительного покрова;
5. Высокое временное разрешение, обеспечивающее, по крайней мере, 5-6 сеансов получения информации в течение вегетационного периода;
6. Возможность предоставления результатов тематической интерпретации данных в доступных пользователю форматах.

Оценка влажности почвы с использованием данных ДЗЗ стала активной областью исследований, особенно в свете растущих потребностей в управлении природными ресурсами и устойчивом развитии сельского хозяйства.

Исследования [5, 6, 7] показывают, что комплексное использование гиперспектральных, оптических и радиолокационных данных могут быть использованы для точной оценки влажности почвы через анализ спектров отражения, а также благодаря их чувствительности к изменениям в текстуре и структуре почвы.

Многие исследования [8] подчеркивают важность калибровки и валидации результатов с использованием наземных измерений, что критично для повышения достоверности получаемых данных.

Основное внимание в исследованиях дистанционного зондирования в области гидрологии было уделено разработке подходов для оценки гидрометеорологических состояний и потоков распределенным образом. Основной набор переменных состояний включает температуру поверхности земли, влажность поверхностного слоя почвы, снежный покров/водный эквивалент, качество воды, шероховатость ландшафта, землепользование, растительный покров и температуру голой почвы, альбедо поверхности и растительный покров. Гидрометеорологические потоки в первую очередь включают испарение почвы, скорость осадков, скорость пополнения, подповерхностный сток и транспирацию растений или эвапотранспирацию, а также сток таяния снега [9].

Современные технологии дистанционного зондирования, такие как спутниковые миссии GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) и SMAP (Soil Moisture Active Passive) играют критическую роль в мониторинге глобальных изменений запасов воды и влажности почвы [10, 11, 12]. GRACE предоставляет данные о динамике подземных вод и водного эквивалента снега, позволяя оценивать долгосрочные тренды водного баланса в регионах с ограниченными наземными наблюдениями. SMAP, в свою очередь, обеспечивает высокоточные данные о влажности почвы на глобальном уровне, что помогает моделировать процессы, связанные с водным циклом, сельскохозяйственной засухой и климатическими изменениями.

Кроме того, для интерпретации данных дистанционного зондирования используются модели, которые могут интегрировать как спутниковые, так и наземные наблюдения, что позволяет более точно оценивать состояние водных ресурсов и прогнозировать их изменения в условиях изменения климата. Например, показатели влажности почвы и снежного покрова могут быть использованы для оценки риска засухи или наводнений, что важно для управления водными ресурсами и сельскохозяйственным планированием.

Также растет интерес к использованию машинного обучения для анализа больших данных, получаемых со спутников. Такой подход улучшает качество прогнозов, а также автоматизирует процессы обработки данных в режиме реального времени, с использованием больших объемов данных за несколько лет [13].

О важности и актуальности мониторинга экологического состояния агроценозов говорит следующий факт. В Республике Казахстан по данным более 100-летних наблюдений, увеличение температуры уже составило около 2 °С. При этом в последние четыре десятилетия температура повышается более быстрыми темпами в среднем на 0,4 °С каждые 10 лет. Согласно разработанным учеными сценариям изменения климата в Казахстане, в течение 21 века ожидается дальнейшее увеличение среднегодовой температуры в среднем на 1-4 °С. При этом по данным моделирования всех рассматриваемых сценариев с изменением климата ожидается уменьшение количества осадков с мая по сентябрь [14].

Космический мониторинг за влажностью почв охватывает большие территории, является достоверным и обладает некоторой степенью оперативности.

Для Республики Казахстан при поступательном развитии собственных космических технологий, развитии деятельности космической системы ДЗЗ, космический мониторинг сельскохозяйственного производства для агропромышленного комплекса имеет высокий практический интерес и глубоко актуален на сегодняшний день.

Обзор литературы показывает, что ДЗЗ является мощным инструментом для оценки влажности почвы. Комбинирование различных методов и алгоритмов, а также интеграция данных с наземными измерениями значительно повышают точность и надежность получаемых результатов. Эти технологии продолжают развиваться, что открывает новые возможности для эффективного управления ресурсами и устойчивого развития сельского хозяйства.

Материалы и методы

Для разработки стратегии управления почвенной влагой, особенно в условиях изменения климата и интенсификации сельскохозяйственного производства, необходима комплексная оценка экологических факторов, влияющих на ее содержание.

Во-первых, изучение погодно-климатических условий зоны интереса, что включает анализ количества осадков за осенне-зимний период, анализ запасов воды в снеге, глубину промерзания почв и др.

Во-вторых, анализ гидроморфизма почв. Уровень грунтовых вод зоны интереса в предпосевной период отслеживался через глобальный ресурс Grace Follow-On.

Следующий этап – проведение полевых исследований по оценке влажности почв по тестовым полигонам территории Северного Казахстана.

Влажность определялась полевым емкостным влагомером (измеряет влажность на основе изменения электрической проводимости) на глубину посевного слоя, с пересчетом % влажности в запасы продуктивной влаги в почве по следующей формуле:

$$W=(V\times P)/100,$$

где:

W – запас продуктивной влаги в посевном слое почв, мм;

V – объем почвы, м³;

P – процент влажности, %.

После получения данных была проведена калибровка данных и построение картограммы влажности по контрольным участкам.

Индексы дистанционного зондирования, такие как нормализованный разностный растительный индекс (NDVI), нормализованный разностный водный индекс (NDWI) и

нормализованный разностный индекс влажности (NDMI или soil moisture) дают важную информацию о состоянии растительности, идентификации водных объектов и содержании влаги в почве [15]. Это исследование сосредоточено на анализе значений, полученных на основе этих индексов, в частности, о состоянии растительности, наличии воды и влажности почвы.

Далее проводили тематический анализ данных ДЗЗ с применением индексов: NDVI, NDWI, NDMI, mCDI.

Snow Water Equivalent (SWE) – это важный показатель, который используется для оценки количества воды, содержащейся в снежном покрове. Он рассчитывается на основе ДЗЗ и других методов. SWE представляет собой количество воды, которое получится при таянии снежного покрова. Для расчета SWE с использованием данных ДЗЗ применяют спутниковые измерения и модели, которые включают в себя данные о толщине снежного покрова (snow depth), плотности снега (snow density) и другие характеристики. Для измерения толщины снежного покрова часто используют радиолокационные альтиметры или микроволновое излучение, что позволяет пробивать толщу снега и дать оценку глубины и плотности снега. Исходный спектральный индекс SWE загружен из сайта Copernicus.

$SWE = \text{Толщина снега (snow depth)} \times \text{Плотность снега (snow density)} / \text{Плотность воды}$.

Для расчета индекса SWE источниками данных являются спутники:

1. NASA GRACE/GRACE – FO, которые оценивают изменения в массе воды, включая снег, включают измерения гравитации на поверхности Земли;
2. Sentinel – 1, Sentinel – 3, предоставляют данные активного радиолокационного зондирования для оценки снежных запасов;
3. AMSR2 (Advanced Microwave Scanning Radiometer);
4. MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectrometer);
5. ERA5, модель повторного анализа, где объединены данные наблюдений с глобальными моделями атмосферных процессов для вычислений параметров снега и покрова SWE;
6. NOAA/NASA Snow Data Assimilation System (SNODAS), данная модель объединяет наземные измерения и данные спутников для оценки снежного покрова и SWE.

Характеристика индекса SWE для территории Республики Казахстан – это важный процесс для понимания водных ресурсов, климатических условий и потенциала снежного покрова в регионе. Индекс важен для управления водными ресурсами, прогнозирования стока воды, оценки риска наводнений и засух. Значение, полученное в период с декабря 2023 года по март 2024 год, для Северо-Казахстанской и Акмолинской областей можно считать ниже среднего для зимнего сезона. В северных регионах Казахстана снежный покров зимой может достигать нескольких десятков сантиметров, а значение SWE часто превышает 10-20 см, что эквивалентно более высокой водной массе при таянии снега.

Интерпретация данных на территорию двух областей Республики Казахстан, с показателем $SWE = 0.04566865610573633$ (рисунок 1):

- Северо-Казахстанская область находится в зоне с умеренным континентальным климатом с холодными зимами и обильными снегопадами. Для этого региона SWE в 4,57 см в зимний период можно считать достаточно низким показателем.
- Акмолинская область также расположена в климатической зоне с холодными и снежными зимами. Снежный покров обычно бывает обильнее. Поэтому такое значение тоже можно интерпретировать как ниже среднего.

Результаты и обсуждение

Результаты показывают, что уменьшение количества снега и более низкое значение SWE могут указывать на потепление климата, незначительные осадки зимой, и как следствие более низкий объем талой воды весной. В результате, весенне-летний период негативно сказывается на водоснабжении.

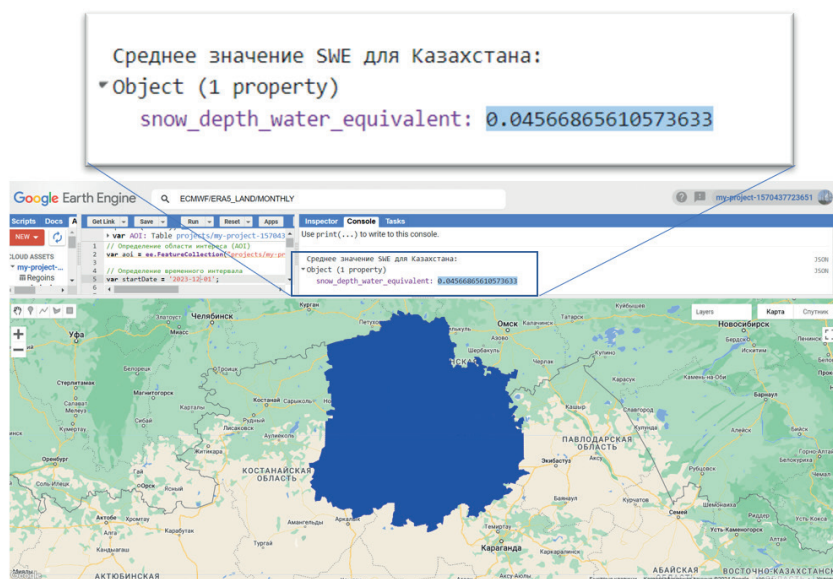


Рисунок 1 – Расчет индекса SWE на территории Северного Казахстана

Уровень грунтовых вод зоны интереса в предпосевной период отслеживался через глобальный ресурс Grace Follow-On, спутниковую миссию, разработанную для мониторинга подземных вод и других аспектов земной гидрологии. Она является продолжением миссии GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment), которая использовала спутники для измерения изменений в гравитационном поле Земли, что позволяет определять уровни подземных вод и их изменения во времени.

При проведении полевых исследований по тестовым полигонам за единицу отбора почвенного образца был принят элементарный участок, который максимально консолидирует и усредняет параметры рельефа, растительности, почвы, гранулометрического состава, антропогенной нагрузки и т.д. (рисунок 2).

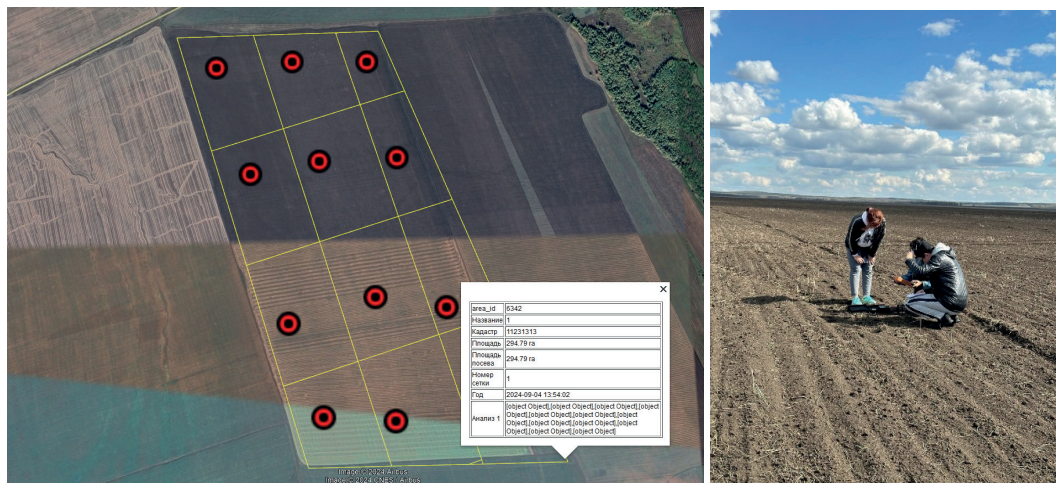


Рисунок 2 – Схема элементарных участков для отбора почвенных проб

Ученые Центра космических полетов имени Годдарда НАСА каждую неделю публикуют показатели влажности грунтовых вод и уровня засухи (рисунок 3). Эти данные основаны на измерениях запасов воды на суше, полученных с помощью спутниковых данных GRACE-Follow On (GRACE-FO), и объединены с другими наблюдениями с использованием сложной численной модели поверхностных водных и энергетических процессов.

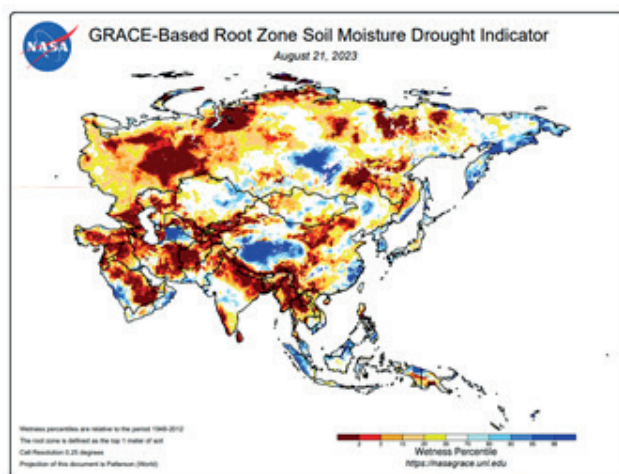


Рисунок 3 – Данные по влажности почвы с сайта NASA

Индикаторы засухи описывают текущие условия, выраженные в виде процентиля (статистический показатель), показывающего вероятность наступления засухи в данном конкретном месте в это время года, при этом более низкие значения (теплые цвета) означают более сухую погоду, чем обычно, а более высокие значения (синие) означают более влажную погоду, чем обычно. Они предоставляются как в виде изображений, так и в виде двоичных файлов данных. Смежные индикаторы США (CONUS) отображаются с разрешением 0,125 градуса, в то время как глобальные наземные индикаторы отображаются с разрешением 0,25 градуса (глобальные/Африка/Азия/Австралия/Европа/Северная Америка/Южная Америка). Зона интереса по территории Республики Казахстан за 2023 год расположена в диапазоне от 30-70 процентиля.

В зоне интереса на территории Северо-Казахстанской и Акмолинской областей запасы воды в грунте увеличились за 2023-2024 годы, что связано с повышением осадков, возможным изменением климата и колебаниями в атмосферной циркуляции (рисунок 4).

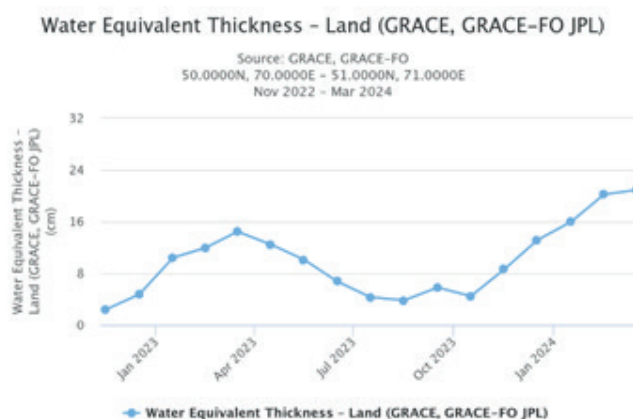


Рисунок 4 – Толщина эквивалента воды в грунте за 2023- 2024 годы на территории зоны интереса

Однако, стоит отметить, что интерпретировать данный тренд за один год неприемлемо. Долгосрочные наблюдения показывают значительные последствия, приводимые для управления водными ресурсами и адаптации к изменению климатических условий в данном регионе (рисунок 5).

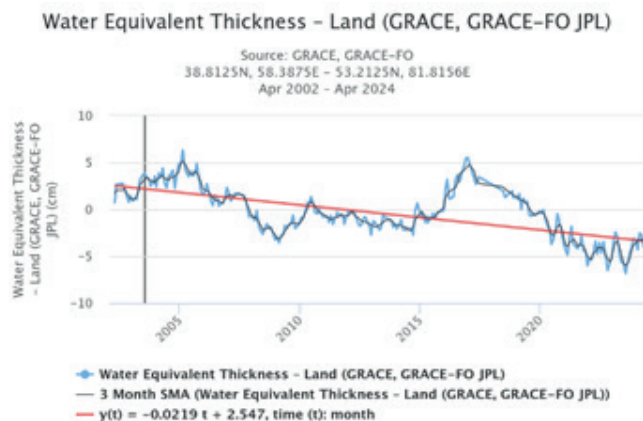


Рисунок 5 – Тенденция уровня грунтовых вод за период с 2002 по 2024 годы на территории зоны интереса

В целом, ниспадающий тренд может указывать на уменьшение запасов воды в грунте и подземных водах.

Индексы дистанционного зондирования, такие как нормализованный разностный растительный индекс (NDVI), нормализованный разностный водный индекс (NDWI) и нормализованный разностный индекс влажности (NDMI или soil moisture) дают важную информацию о состоянии растительности, идентификации водных объектов и содержании влаги в почве [15]. Это исследование сосредоточено на анализе значений, полученных на основе этих индексов, в частности, о состоянии растительности, наличии воды и влажности почвы.

Средние значения NDVI, рассчитанные для исследуемого района, показали устойчивую закономерность, с умеренно положительными значениями в диапазоне от 0,2 до 0,4, что указывает на наличие лугопастбищных угодий (рисунок 6). При этом, несмотря на наличие растительности, она не является густой, и территория может состоять в основном из полузасушливых экосистем.

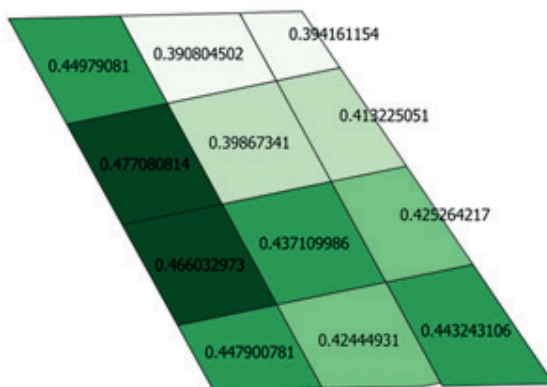


Рисунок 6 – Индекс NDVI элементарных участков

Полученные данные свидетельствуют о том, что растительный покров в регионе умеренный, без значительных площадей густых лесов или районов с высокой растительностью, могут существовать сезонные или экологические факторы, ограничивающие рост густой растительности.

Данные NDWI показали, что средние значения близки к 0,4, что немного ниже порогового значения, обычно ассоциируемого с водоемами (>0,5) (рисунок 7).

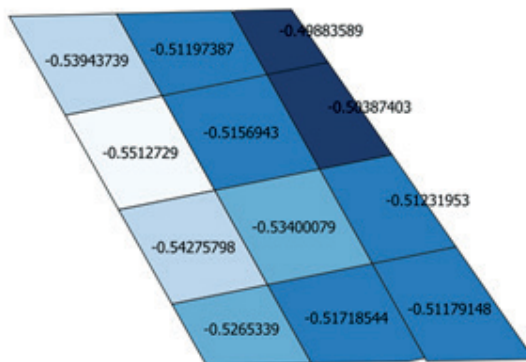


Рисунок 7 – Индекс NDWI элементарных участков

Это говорит о том, что оцениваемые районы, вероятно, содержат некоторое количество влаги или влажный рельеф. Хотя значения NDWI не превышают 0,5, незначительно положительные значения указывают на наличие лиманов или временно насыщенных почв. Это свидетельствует о наличии влаги, но не в виде крупных или устойчивых водоемов.

Средние значения *NDMI* колебались между 0,2 и 0,4, что отражает умеренный уровень влажности растительности, хотя и не указывает на сильную засуху или экстремальный дефицит воды (рисунок 8). Эти значения *NDMI* свидетельствуют о том, что, хотя растительность в этом районе не испытывает сильного водного дефицита, она также не процветает при высоком содержании влаги. Это может свидетельствовать об относительно сбалансированной, но несколько засушливой экосистеме, что согласуется с выводами *NDVI* и *NDWI* о наличии лугопастбищных угодий.

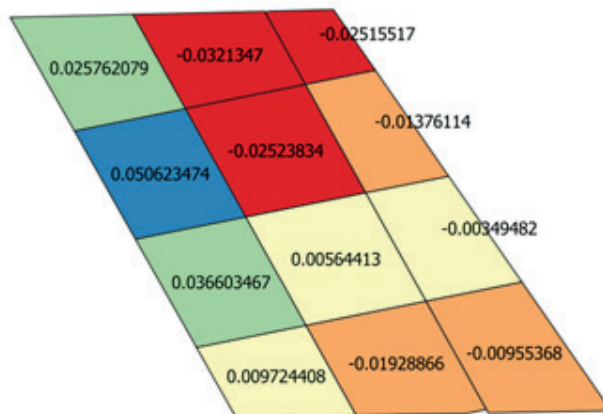


Рисунок 8 – Soil moisture элементарных участков

Модифицированный Комбинированный Индекс Дефицита (*mCDI*) – это индикатор, разработанный для оценки состояния засухи, особенно сельскохозяйственной, на определённой территории. Он основывается на комбинировании нескольких показателей, таких как:

- Дефицит осадков;
- Дефицит растительности (*NDVI*);
- Влажность почвы.

mCDI выражает насколько текущие климатические условия (недостаток осадков, засуха в почве) отличаются от нормальных для данного периода и места. Индекс помогает оценить испытывает ли регион нехватку воды и как это может повлиять на сельскохозяйственные культуры и экосистемы.

Обычно индекс *mCDI* рассчитывается как линейная комбинация нескольких показателей с разными весовыми коэффициентами:

$$mCDI = (\text{Standartized Precipitation Index} + \text{Soil Moisture} + \text{Water Index})/3,$$

Где: SPI (Standardized Precipitation Index) рассчитывается для разных временных интервалов - 1, 3, 6, 12 месяцев или более. Для краткосрочного анализа засухи можно использовать данные за 3-6 месяцев, а для анализа долгосрочных тенденций засухи лучше брать данные за 12 месяцев или более.

SMI (Soil Moisture Index) - обычно данных за последние 5-10 лет достаточно для оценки краткосрочных изменений влажности почвы. Однако, если доступны более долгосрочные данные, это улучшит точность.

Гидрологические индексы - анализ запасов подземных вод и речного стока, требует, как минимум данных за 10 лет, чтобы учитывать сезонные и долгосрочные колебания.

Оптимальный временной период для расчета mCDI:

Краткосрочный анализ (1-3 года) для оперативного мониторинга и оценки текущей засухи или водного дефицита.

Среднесрочный анализ (5-10 лет) помогает выявить изменения в условиях засухи и дефицита воды в зависимости от климатических циклов и позволяет лучше понять региональные тенденции.

Долгосрочный анализ (20-30 лет) наиболее предпочтительный период для полной оценки климатических изменений и долгосрочной динамики засухи. Особенно важен для регионов с переменчивым климатом, таких как Северный Казахстан.

В нашем случае:

$$mCDI = \frac{(-0.5)+0.0508+0.2166+(-0.3)}{4} = \frac{-0.126}{4} = -0.03$$

Значение указывает на умеренный дефицит водных ресурсов.

Индекс почвенной воды количественно определяет состояние влажности на различной глубине в почве. Это в основном обусловлено осадждением в процессе инфильтрации. Влажность почвы является очень неоднородной переменной и изменяется в небольших масштабах в зависимости от свойств почвы и характера дренажа. Спутниковые измерения интегрируются по относительно крупномасштабным площадям, а наличие растительности усложняет интерпретацию.

Влажность почвы на глубине до 5 см признана важнейшей климатической переменной (ECV) Глобальной системой наблюдения за климатом (ГСНК).

Индекс почвенной воды предоставляется над Европой, с разрешением 1 км, на основе поверхностной влажности почвы Sentinel-1 C-диапазона SAR (продукт SSM) и EUMETSAT Н SAF Metop ASCAT поверхностной влажности почвы, в глобальном масштабе с разрешением 0,1 градуса или 12,5 км на основе тех же наблюдений за влажностью почвы Metop ASCAT (рисунок 9).

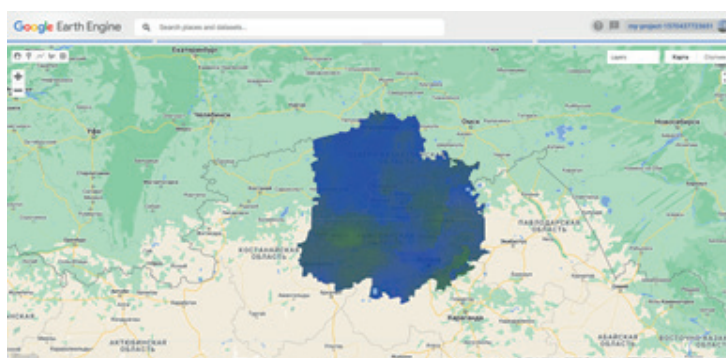


Рисунок 9 – Влажность почвы в пределах Северо-Казахстанской и Акмолинской областей

Значения по влажности почвы взяты со спутников SMAP (Soil Moisture Active Passive), который измеряет ее на верхних слоях поверхности (5 см). Расширенный набор данных SMAP НАСА и Министерства сельского хозяйства США объединяет данные наблюдений за влажностью почвы уровня SMAP 2 в модифицированную модель Палмера с использованием 1-мерного фильтра Калмана, улучшая оценку влажности почвы на основе модели, особенно в районах с нехваткой качественных приборов для измерения осадков (рисунок 10).

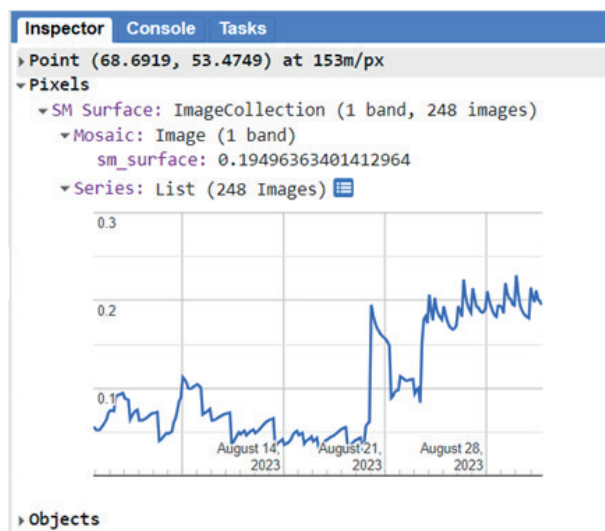


Рисунок 10 – Soil moisture на примере одного градиента пиксела

Заключение

Комплексный анализ содержания почвенной влаги в поверхностном слое почвы в предпосевной период 2024 года показал, что существует умеренный дефицит водных ресурсов. Значение SWE 0.04566865610573633 в Северо-Казахстанской области в зимний период определяется как достаточно низким показателем, в Акмолинской области снежный покров обычно бывает обильнее и поэтому данное значение тоже можно интерпретировать как ниже среднего. Индекс mCDI подтверждает наличие умеренного дефицита водных ресурсов, что требует внимания для адаптации аграрных практик к текущим условиям. Значения индексов NDVI, NDWI и NDMI также свидетельствуют о наличии влаги, но ее недостаточно для поддержания высокопродуктивных экосистем. По результатам исследования отмечаем умеренную положительную связь между данными ДЗЗ и наземными измерениями влажности поверхностного слоя почвы, коэффициент корреляции составил в среднем 0,45. Оценка предпосевного содержания влаги в посевном слое почвы на территории Северо-Казахстанской и Акмолинской областей указывают на неблагоприятные условия для весенних посевов: недостаточная влажность в посевном слое почвы может затруднить рост сельскохозяйственных культур, особенно в условиях продолжающегося изменения климата и увеличения риска засух. Дистанционные методы оценки после определенной калибровке и адаптации могут достаточно точно оценить запасы влаги в поверхностном слое почвы для равнинных территорий.

Вклад авторов

ГК: Инициировал и разработал концепцию исследования, участвовал в интерпретации результатов дистанционного зондирования Земли, осуществлял общий надзор за исследованием, провел сбор и обработку литературных данных, участвовал в написании рукописи для публикации и ее оформлении. БР: Инициировал и разработал концепцию исследования, проводил полевые работы, включая отбор почвенных образцов, участвовал в калибровке данных ДЗЗ, выполнил анализ статистических данных, осуществил общий надзор за исследованием, внес корректировки в методологическую часть статьи, а также участвовал в редактировании и подготовке рукописи. ДТ: Участвовал в обработке и получении результатов данных дистанционного зондирования Земли (растровых и векторных баз данных), с использованием ГИС, и облачных решений, провел анализ и подсчет полученных данных, участвовал в написании и редактировании рукописи к публикации.

Информация о финансировании

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP23485181) на 2024-2026 гг.

Список литературы

- 1 *Рекомендации по весенне-полевым работам в Акмолинской области в 2020 году.* https://baraev.kz/recomendaciya/recomendaiya_proizvodstva/1339-rekomendacii-po-vpr-npczh-2020.html.
- 2 Боложи, А. (2014). Запасы влаги в почве перед посевом. <http://agroinfo.kz/zapasy-vlagi-v-pochve-pered-posevom/>
- 3 *Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM ETM* [электронный ресурс]. <http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html>
- 4 Barnes, EM, Moran, MS, Pinter, P., Clarke, T. (2015). Multispectral Remote Sensing and Site-Specific Agriculture: Examples of Current Technology and Future Possibilities. *Precision Agriculture*, 845-854.
- 5 Lee, S.-J, Choi, C., Kim, J., Choi, M., Cho, J., Lee, Y. (2023). Estimation of High-Resolution Soil Moisture in Canadian Croplands Using Deep Neural Network with Sentinel-1 and Sentinel-2 Images. *Remote Sens.*, 15, 4063. DOI: 10.3390/rs15164063.
- 6 Neelam, M., Mohanty, BP. (2015). Global sensitivity analysis of the radiative transfer model. *Water Resources Research*, 51, 2428-2443.
- 7 Das, K., Paul, PK, Dobesova, Z. (2015). Present status of soil moisture estimation by microwave remote sensing. *Cogent Geoscience*, 1(1). DOI: 10.1080/23312041.2015.1084669.
- 8 Wang, L., Qu, JJ. (2009). Satellite remote sensing applications for surface soil moisture monitoring: A review. *Front. Earth Sci.*, 3, 237-247. DOI: 10.1007/s11707-009-0023-7.
- 9 Schmugge, TJ, Kustas, WP, Ritchie, JC, Jackson, TJ, Rango, A. (2002). Remote sensing in hydrology. *Advances in Water Resources*, 25(8-12), 1367-1385.
- 10 Gruber, A., Scanlon, T., van der Schalie, R., Wagner, W., Dorigo, W. (2019). Evolution of the ESA CCI Soil Moisture climate data records and their underlying merging methodology, *Earth Syst. Sci.*, 11, 717-739, DOI: 10.5194/essd-11-717-2019.
- 11 Dorigo, WA, Wagner, W., Albergel, C., Albrecht, F., Balsamo, G., Brocca, L., Chung, D., Ertl, M., Forkel, M., Gruber, A., Haas, E., Hamer, DP, Hirschi, M., Ikonen, J., De Jeu, R. Kidd, R. Lahoz, W., Liu, YY, Miralles, D., Lecomte, P. (2017). ESA CCI Soil Moisture for improved Earth system understanding: State-of-the art and future directions. *In Remote Sensing of Environment*, 203, 185-215. DOI: 10.1016/j.rse.2017.07.001.
- 12 Gruber, A., Dorigo, WA, Crow, W., Wagner, W. (2017). Triple Collocation-Based Merging of Satellite Soil Moisture Retrievals. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1-13. DOI: 10.1109/TGRS.2017.2734070.
- 13 Sazib, N., Mladenova, I. Bolten, J. (2018). Leveraging the google earth engine for drought assessment using global soil moisture data. *Remote sensing*, 10(8), 1265. DOI:10.3390/rs10081265.
- 14 Восьмое Национальное Сообщение и Пятый Двухгодичный Доклад Республики Казахстан Рамочной Конвенции ООН об Изменении Климата. (2022).
- 15 Yingxin, Gu, Hunt, E., Wardlow, B., Basara, JB, Brown, JF. Verdin, JP. (2008). Evaluation of MODIS NDVI and NDWI for vegetation drought monitoring using Oklahoma Mesonet soil moisture data, *Hydrology and Land Surface Studies*, 35,22. DOI:0.1029/2008GL035772.

References

- 1 *Rekomendacii po vesenne-polevym rabotam v Akmolinskoj oblasti v 2020 godu.* https://baraev.kz/recomendaciya/recomendaiya_proizvodstva/1339-rekomendacii-po-vpr-npczh-2020.html.
- 2 Bolozhi, A. (2014). Zapasy vlagi v pochve pered posevom. <http://agroinfo.kz/zapasy-vlagi-v-pochve-pered-posevom/>
- 3 *Interpretaciya kombinacij kanalov dannyh Landsat TM / ETM+* [elektronnyj resurs]: <http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html>
- 4 Barnes, EM, Moran, MS, Pinter, P., Clarke, T. (1996). Multispectral Remote Sensing and Site-Specific Agriculture: Examples of Current Technology and Future Possibilities. *Precision Agriculture*, 845-854.

- 5 Lee, S-J, Choi, C., Kim, J., Choi, M., Cho, J., Lee, Y. (2023). Estimation of High-Resolution Soil Moisture in Canadian Croplands Using Deep Neural Network with Sentinel-1 and Sentinel-2 Images. *Remote Sens.*, 15, 4063. DOI:10.3390/rs15164063.
- 6 Neelam, M., Mohanty, BP. (2015). Global sensitivity analysis of the radiative transfer model. *Water Resources Research*, 51, 2428-2443.
- 7 Das, K., Paul, PK, Dobesova, Z. (2015). Present status of soil moisture estimation by microwave remote sensing. *Cogent Geoscience*, 1(1). DOI:10.1080/23312041.2015.1084669.
- 8 Wang, L., Qu, JJ. (2009). Satellite remote sensing applications for surface soil moisture monitoring: A review. *Front. Earth Sci.*, 3, 237-247. DOI:10.1007/s11707-009-0023-7.
- 9 Schmugge, TJ, Kustas, WP, Ritchie, JC, Jackson, TJ, Rango, A. (2002). Remote sensing in hydrology. *Advances in Water Resources*, 25(8-12), 1367-1385.
- 10 Gruber, A., Scanlon, T., van der Schalie, R., Wagner, W., Dorigo, W. (2019). Evolution of the ESA CCI Soil Moisture climate data records and their underlying merging methodology, *Earth Syst. Sci.*, 11, 717-739, DOI:10.5194/essd-11-717-2019.
- 11 Dorigo, WA, Wagner, W., Albergel, C., Albrecht, F., Balsamo, G., Brocca, L., Chung, D., Ertl, M., Forkel, M., Gruber, A., Haas, E., Hamer, DP, Hirschi, M., Ikonen, J., De Jeu, R. Kidd, R. Lahoz, W., Liu, YY, Miralles, D., Lecomte, P. (2017). ESA CCI Soil Moisture for improved Earth system understanding: State-of-the art and future directions. *In Remote Sensing of Environment*, 203, 185-215. DOI: 10.1016/j.rse.2017.07.001.
- 12 Gruber, A., Dorigo, WA, Crow, W., Wagner, W. (2017). Triple Collocation-Based Merging of Satellite Soil Moisture Retrievals. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1-13. DOI:10.1109/TGRS.2017.2734070.
- 13 Sazib, N., Mladenova, I., Bolten, J. (2018). Leveraging the google earth engine for drought assessment using global soil moisture data. *Remote sensing*, 10(8), 1265. DOI:10.3390/rs10081265.
- 14 Vosmoe Nacional'noe Soobshchenie i Pyatyi Dvuhgodichnyj Doklad Respubliki Kazahstan Ramochnoj Konvencii OON ob Izmenenii Klimata. (2022).
- 15 Gu Y., Hunt, E., Wardlow, B., Basara, JB, Brown, JF, Verdin, JP. (2008). Evaluation of MODIS NDVI and NDWI for vegetation drought monitoring using Oklahoma Mesonet soil moisture data. *Hydrology and Land Surface Studies*, 35, 22. DOI:10.1029/2008GL035772.

Солтүстік Қазақстан аумағының топырақ ылғалдылығын қашықтықтан мониторингтеу мүмкіндіктерін бағалау

Кабжанова Г.Р., Рахимжанов Б.К., Тулеукулова Д.Т.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Топырақ қабатындағы егіс алдындағы ылғалдылықты бағалау ауылшаруашылық өндірісін тиімді басқару үшін қажет, әсіресе қауіпті егіншілік аймағында. Солтүстік Қазақстан елдегі ауыл шаруашылығы өндірісі үшін негізгі өңір болып табылады және климаттың жаһандық өзгерістерін, өңірдің агроөнеркәсіп өндірісіндегі (кұрғақшылық, эрозия және т.б.) тәуекелдерге ұшырауын ескере отырып, ауыл шаруашылығы өндірісінің жағдайларын жедел бағалау және қашықтықтан мониторинг жүргізу әдістерін енгізу қажет.

Материалдар мен әдістер. Спутниктік деректер топырақтың ылғалдылығы мен өсімдік жағдайын бағалау үшін қолданылады. Жер үсті деректерін калибрлеу спутниктік деректердің дәлдігін жақсарту үшін топырақ үлгілерін таңдау арқылы жүргізілді. Топырақтың ылғалдылығы электр өткізгіштігін өлшеуге негізделген капацитивті ылғал өлшегіштің көмегімен өлшенді және сынамалар егіс алдындағы кезеңде Солтүстік Қазақстанның бүкіл аумағында, егіс қабатының тереңдігінде алынды. Ылғалдылықтың көлемі мен пайызын ескере отырып, топырақтағы өнімді ылғалдылық қорларын есептеу жүргізілді. Бұл жердегі өлшеулер спутниктік индикаторларды калибрлеу үшін бақылау деректері ретінде қызмет етті. Калибрленген деректер аймақ бойынша ылғалдылықтың кеңістіктік өзгергіштігін көрсете отырып, топырақ ылғалдылығының таралуын картаға түсіруге мүмкіндік берді.

Нәтижелер. Қашықтықтан зондтау деректері мен жердегі деректерді пайдалана отырып, спутниктік талдау аймақтағы топырақ ылғалдылығының кеңістіктік таралу ерекшеліктерін анықтады. Қар жамылғысының маусымдық ауытқуы бойынша есептеулер алынды және оның төмен тығыздығы қысқы кезеңде су ресурстарының жеткіліксіз жинақталуын болжайды, бұл Солтүстік Қазақстан аумағында көктемгі кезеңде топырақтың өнімді ылғалдылық деңгейіне әсер етеді.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу ЖҚЗ деректерін және жерүсті өлшемдерін пайдалана отырып, топырақ ылғалдылығын бағалау әдістері Солтүстік Қазақстандағы топырақтың жай-күйін жедел мониторингтеудің тиімді құралы болып табылатынын көрсетеді. Спектрлік индекстерді (NDVI, NDWI, ndmi) және су тапшылығы индекстерін (mCDI және SWE) кешенді талдау су ресурстарының орташа тапшылығын анықтады. Бұл тапшылық қол жетімді ылғалды оңтайлы пайдалану үшін аграрлық тәжірибелерді бейімдеуді талап етеді. Алынған мәліметтер негізінде ылғал үнемдейтін технологияларды енгізу, егіс циклдерін дәлірек жоспарлау және агротехнологияларды ағымдағы гидрометеорологиялық жағдайларға бейімдеу ұсынылады, бұл су тапшылығының әсерін жұмсартуға және қауіпті егіншілік аймағында ауыл шаруашылығы өндірісінің тұрақтылығын жақсартуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: топырақтың ылғалдылығы; агроөндіріс; қашықтықтан зондтау; геоақпараттық жүйелер.

Assessment of the possibilities of remote monitoring of soil moisture in the territory of northern Kazakhstan

Gulnara R. Kabzhanova, Berik K. Rakhimzhanov, Dana T. Tuleukulova

Abstract

Background and Aim. Assessment of the pre-sowing moisture content in the sown soil layer is necessary for effective management of agricultural production, especially in the zone of risky farming. Northern Kazakhstan is a key region for agricultural production in the country, and given global climate change, the region's exposure to risks in agricultural production (drought, erosion, etc.), it is necessary to introduce methods for operational assessment of conditions and remote monitoring of agricultural production.

Materials and Methods. Satellite data were used to assess the moisture content in the soil and the state of vegetation. Calibration of ground data was carried out by sampling soil samples to improve the accuracy of satellite data. Soil moisture was measured using a capacitive moisture meter based on the measurement of electrical conductivity, and samples were taken in the pre-sowing period throughout the territory of Northern Kazakhstan, at the depth of the sowing layer. Calculations of reserves of productive moisture in the soil have been made, taking into account the volume and percentage of moisture content. These ground-based measurements served as reference data for the calibration of satellite indicators. The calibrated data made it possible to map the distribution of soil moisture, highlighting the spatial variability of humidity in the region.

Results. Satellite analysis using remote sensing and ground-based data revealed the features of the spatial distribution of soil moisture in the region. Calculations on seasonal fluctuations of snow cover and its low density suggest insufficient accumulation of water resources in winter, which affects the level of productive soil moisture in spring in the territory of Northern Kazakhstan.

Conclusion. The conducted research demonstrates that methods for assessing soil moisture using remote sensing data and ground measurements are an effective tool for operational monitoring of soil conditions in Northern Kazakhstan. A comprehensive analysis of spectral indices (NDVI, NDWI, NDMI) and water scarcity indices (mCDI and SWE) revealed moderate water scarcity. This deficiency requires the adaptation of agricultural practices for optimal use of available moisture. Based on the data obtained, it is recommended to introduce moisture-saving technologies, more accurate planning of sowing cycles and adaptation of agricultural technologies to current hydrometeorological conditions, which will mitigate the impact of water scarcity and improve the stability of agricultural production in the zone of risky farming.

Keywords: soil moisture; agricultural production; remote sensing; geoinformational system.

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. 31-42. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2024.4(123).1790

УДК 633.367.2

Исследовательская статья

Влияние прайминга и регуляторов роста на симбиотическую активность и урожайность люпина узколистного (*Lupinus angustifolius*)

Тюлендинова С.Т.¹ , Гордеева Е.А.¹ , Шестакова Н.А.¹ , Hakl J.² 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

²Чешский университет естественных наук в Праге

Автор-корреспондент: Тюлендинова С.Т.: saniya_98_98@mail.ru

Соавторы: (1: ЕГ) gordeeva1311@mail.ru; (2: ШН) ninakul23@mail.ru

(3 Н) hakl@af.czu.cz

Получено: 09-10-2024 **Принято:** 06-12-2024 **Опубликовано:** 30-12-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. Зернобобовые культуры обладают высоким биологическим потенциалом и способностью повышать почвенное плодородие, что делает их значимыми для интенсификации земледелия в Республике Казахстан. Узколистный люпин сорта Орловский кормовой выбран объектом исследования благодаря его высокой урожайности и содержанию белка. Цель исследования – изучение влияния регуляторов роста на симбиотическую деятельность и продуктивность люпина узколистного в условиях степной зоны Северного Казахстана.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция», почва – чернозем обыкновенный. Изучалось влияние прайминга и регуляторов роста на симбиотическую активность и формирование урожайности люпина. Измерялись биометрические показатели корневой системы, количество, масса и активность клубеньков, динамика накопления сухого вещества и формирование элементов продуктивности.

Результаты. В 2023 году засушливые условия снижали симбиотическую активность корневой системы, а благоприятные условия 2024 года способствовали её увеличению до среднего и высокого уровней. Выявлены положительные корреляции между количеством и массой клубеньков и накоплением сухого вещества ($r=0,71-0,83$), а также между активностью клубеньковых бактерий и урожайностью ($r=0,92$). Применение регуляторов роста и прайминга семян положительно влияло на рост и развитие растений люпина, максимальная урожайность в 2023 году – 15,9 ц/га и 20,9 ц/га в 2024 году.

Закключение. Результаты исследования показывают значимость предпосевной обработки семян для повышения симбиотической активности люпина узколистного, увеличивающей его продуктивность. Полученные данные могут быть полезны для разработки методов предпосевной подготовки и агротехнических приемов для увеличения урожайности данной культуры.

Ключевые слова: люпин узколистный; симбиотическая деятельность; прайминг; регулятор роста; сухое вещество; клубеньковые бактерии.

Введение

В повышении продуктивности полевых культур и улучшения почвенного плодородия значительная роль отводится зернобобовым культурам, в том числе и люпину, способным вступать в симбиоз с клубеньковыми бактериями. Это позволяет фиксировать атмосферный азот в почве, за счет чего возможно снизить затраты на удобрения. В среднем люпин накапливает о 150-

250 кг/га азота. Запахивая зеленую массу люпина, почва обогащается органическим веществом и улучшаются физико-химические свойства почвы [1, 2]. Симбиотическая деятельность обеспечивает стимулирование фотосинтетической активности, роста вегетативной массы и других физиологических процессов, положительно влияющие на продуктивность культуры [3]. Симбиотическая активность корневой системы зависит от внешних условий, в частности от влагообеспеченности и температурного режима; наличия питательных веществ [4].

На симбиотическую деятельность большое влияние оказывает обеспеченность питательными веществами. Поэтому обработка регуляторами роста значительно влияет на бобово-ризобиальный симбиоз. В опытах О.Г. Волобуевой (2015) результаты исследований показали, что действие биопрепаратов и регуляторов роста положительно сказывается на показателях роста, надземной массе, массе корневой системы с клубеньками, числе и массе клубеньков и активности нитрогеназы. Так предпосевная обработка препаратом Эпин Экстра увеличивала количество клубеньков до 9 штук на растение, а массу – на 10-15%. В исследованиях Т.Н. Дроновой и Н.И. Бурцевой (2018) при применении микробиологических препаратов количество клубеньковых бактерий на корнях бобовых трав увеличивалось до 37,1-41 штук на растение, в то время как в контрольных вариантах они не обнаруживались. Наблюдалась достоверная прибавка по урожайности на 30,7-45,9%, также увеличивалось количество белка на 3-5% [5].

И.М. Ханиева, Т.М. Чапаев, К.Р. Канукова (2013) доказали, что применение регуляторов Бинорам и Гуапсин оказывают положительное влияние на число и массу клубеньков в посевах бобовых культур. Так в опытах, количество клубеньков в фазу бутонизации на растении было на 4-5 штук больше в сравнении с контролем, а масса – на 1,7-1,8 г больше. В фазу цветения показатели значительно увеличились: количество – на 14 штук с растения, масса – на 2,4-2,5 г. Максимальные показатели по количеству и массе клубеньков формировались в фазу бутонизации. Также отмечалась закономерность в формировании симбиотического аппарата в зависимости от метеорологических условий: в более увлажненные годы количество клубеньков было значительно выше [6].

Среди всех зернобобовых культур люпин является лучшим фиксатором азота. Люпин узколистый накапливает до 200 кг азота, что равноценно 40 т навоза (Анисимова, Сысолятин Крицкий и другие, 2021). За три года исследований в условиях Всероссийского научно-исследовательского института люпина коэффициент азотфиксации в контрольном варианте составил в среднем 44%, а при предпосевной обработке семян и опрыскивании регуляторами по вегетации – 57 %. Применение данных регуляторов обеспечивало прибавку урожайности – 3-3,5 ц/га [7].

Л.И. Яловик (2022) отмечает положительное влияние регулятора роста Новосил на динамику накопления клубеньков узколистного люпина, масса увеличивалась на 6-10 г с м². Максимальная масса наблюдалась в фазу цветения – 36 г/м². Как следствие, увеличивалась продуктивность люпина на 25-26%. Данные исследователи доказали зависимость урожайности с симбиотической зависимостью [8]. Многочисленными исследованиями было доказано, что урожайность бобовых культур в значительной степени определяется симбиотической деятельностью. Так в опытах Л.А. Макеевой, В.Г. Пушкарева (2016) биологическая урожайность люпина узколистного находилась в прямой зависимости от симбиотической активности. Обработка регулятором роста Эпин Экстра увеличивала урожайность до 38,2-47,6 ц/га, увеличивало ассимилирующую поверхность и массу активных клубеньковых бактерий, фиксация азота увеличивалась до 96-106 кг/га. В опытах О.В. Трубуна и С.В. Руда (2019) обработка регуляторами роста Эмистим и Эпин способствовало активному нарастанию клубеньковых бактерий. В фазу бутонизации масса клубеньков при обработке увеличивалась на 20,6-50% [9].

В.Е. Головина и Р.В. Беляева (2022) в своих исследованиях установили корреляционные связи высокого и среднего уровня между количеством и массой клубеньков с надземной массой ($r=0,7-0,8$), урожаем зерна ($r=0,5-0,9$), сбором зеленой массы ($r=0,7-0,8$) люпина узколистного [10].

Материалы и методы

Закладка опытов проводилась согласно Методике полевого опыта по Б.А. Доспехову [11]. Люпин высевался на делянке размером 17 м² в трехкратной повторности. Схема опыта: 1) контроль; 2) предпосевная обработка Мегамикс Семена (2 л/т); 3) предпосевная обработка

Мегамикс Семена (2 л/т) в комплексе с обработкой Мегамикс Профи (0,7 л/га) по вегетации; 4) Мегамикс Семена (2 л/т)+Мегамикс Бор (1 л/га); 5) гидропрайминг; 6) нутрипрайминг Мегамикс Семена (2 л/т).

Прайминг – предпосевное замачивание семян, которое проводилось по Вудстоку и Тейлорсону (1998). Применялось два вида прайминга – гидропрайминг и нутрипрайминг. В гидропрайминге семена замачивались в воде на 2,5 часа и затем высушивались до состояния сыпучести. Аналогично проводился нутрипрайминг, представляющий собой замачивание в питательном растворе, в нашем случае это вода + Мегамикс Семена.

В исследованиях проводились следующие учеты и наблюдения: динамика накопления сухой массы, определение симбиотической активности корневой системы, структурные элементы продуктивности. Определение динамики накопления зеленой и сухой массы проводилось согласно Методическим указаниям по проведению лабораторных полевых опытов с кормовыми культурами Всероссийского научно-исследовательского института кормов им. В.Р. Вильямса (1981) [12].

Оценка симбиотической активности корневой системы проводилась по патенту «Способ оценки азотфиксирующей активности бобовых культур (RU 2286048, Стаценко А.П., 2006). В четырех точках выкапывались по 10 растений. Корневая система очищалась от почвы и промывалась проточной водой. С помощью лезвия клубеньки отделялись от корней. Навеска 0,5 г растиралась в ступке с кварцевым песком в 20 мл 96% спирта. Полученный гомогенат фильтровали через плотный бумажный фильтр. Полученный фильтрат использовался для оценки активности на фотоэлектроколориметре на синем светофильтре при 520 нм. В качестве контроля был этанол. Об активности азотфиксации судили по показаниям прибора (экстинция, ед): высокая фиксация – 0,750 и выше; средняя – 0,521-0,749; низкая – (0,500 и ниже) [13, 14].

Учет урожая и структурные элементы продуктивности согласно В.М. Лукомец (2010) [15]. Полученные данные анализировались с помощью однофакторного дисперсионного анализа с использованием программы STATISTICA и MS Excel. В рамках эксперимента показатели были анализированы с помощью однофакторного дисперсионного анализа ANOVA.

В годы исследований наблюдались контрастные метеорологические условия. В 2023 году сумма активных температур превышала среднееголетние показатели на 232,5 °С (рисунок 1). Наибольшие отклонения наблюдались в межфазный период цветение-плодообразование, что негативно сказалось на завязывании бобов. Количество осадков было существенно ниже нормы, что в сочетании с высокими температурами создавало засушливые условия в течение вегетационного периода. В 2024 году в начальные фазы роста и развития выпало большое количество осадков, повышенная влажность отрицательно сказывалась на формировании клубеньковых бактерий, поэтому клубеньки стали активно формироваться лишь в фазу бутонизации-цветения. Повышенная влажность вела к удлинению вегетационного периода.

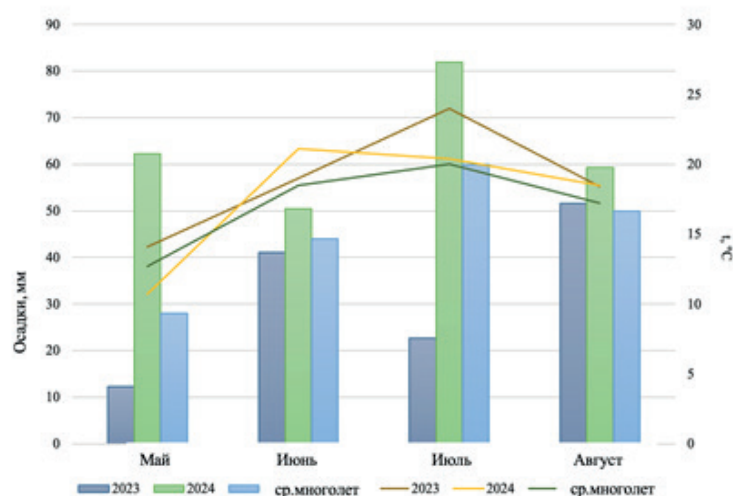


Рисунок 1 – Метеорологические условия вегетационного периода 2023-2024 гг.

Результаты и обсуждение

Вегетационный период 2023 года характеризовался выраженными засушливыми условиями, что оказало значительное влияние на развитие клубеньковых бактерий. Острая нехватка влаги привела к гибели части бактерий, а низкий уровень осадков в фазу цветения, совпадающую с пиком образования клубеньков, на фоне высоких температур негативно сказался на их численности. В контрольной группе было зафиксировано минимальное количество клубеньков – 26 шт на растение. Максимальное же количество клубеньков было получено при применении препарата Мегамикс Профи, достигнув 65 шт на растение. Во всех вариантах, где использовались препараты для обработки, количество клубеньков превышало контрольный вариант, варьируясь от 6 до 39 шт.

В 2024 году сложились более благоприятные условия для формирования клубеньковых бактерий. В фазу цветения минимальное число клубеньков составило 52 шт на растение в контрольном варианте, что было вдвое выше по сравнению с показателями предыдущего года. Благоприятное увлажнение оказало положительное влияние на эффективность препарата Мегамикс Бор, который обеспечил максимальное количество клубеньков – 103 шт на растение. В вариантах с применением Мегамикс Семена и Мегамикс Профи количество клубеньков находилось на одном уровне – 81-85 штук на растение, тогда как при использовании гидро- и нутрипрайминга их количество варьировалось в пределах 73-75 шт на растение (рисунок 2).

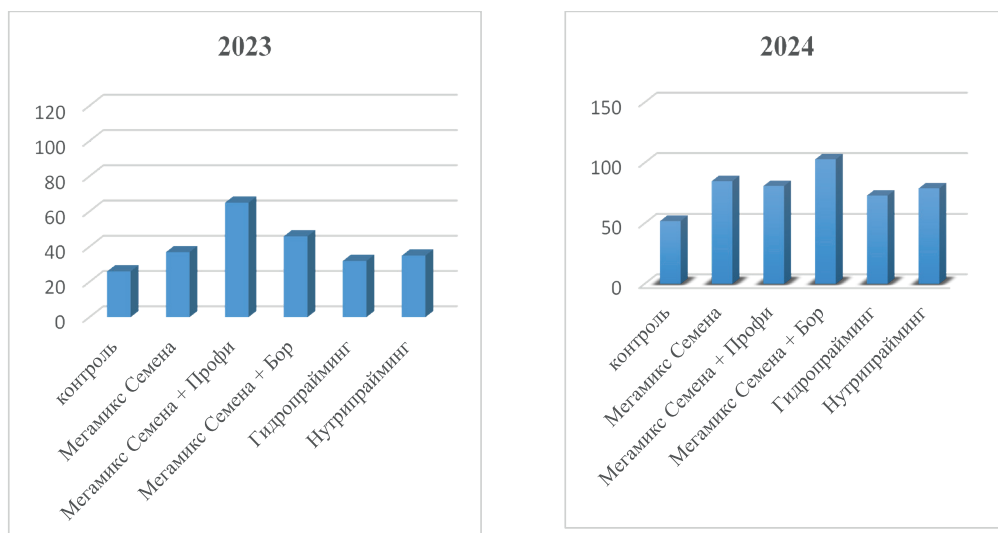


Рисунок 2 – Количество клубеньковых бактерий на корнях люпина, шт/растение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что увлажнение почвы играет ключевую роль в эффективности симбиоза между растением и клубеньковыми бактериями. Влага необходима для поддержания активности бактерий и их способности фиксировать азот. Когда почва хорошо увлажнена, растения могут лучше усваивать питательные вещества, что способствует активному росту клубеньков. В засушливых условиях этот процесс замедляется, так как растения и бактерии страдают от нехватки влаги. Таким образом, увеличение количества клубеньков в 2024 году связано с лучшими условиями увлажнения, которые способствовали повышению активности бактерий, а применение регуляторов роста дополнительно стимулировало этот процесс, улучшая симбиоз и повышая продуктивность растений.

У люпина установлены высокие и средние корреляционные связи между количеством и массой клубеньков с динамикой накопления сухого вещества ($r=0,7-0,8$). В фазу цветения в обоих годах наблюдалось максимальное накопление сухого вещества в варианте с обработкой Мегамикс Семена+Бор, составившее 1,96 г/растение в 2023 году и 2,67 г/растение в 2024 году. В 2024 году зафиксировано значительное увеличение сухой биомассы по сравнению с предыдущим годом: 2,48 г/растение при гидропрайминге и 2,32 г/растение при нутрипрайминге, что в 1,7–2,3 раза превышает показатели 2023 года (рисунок 3).

Применение регуляторов роста и прайминг семян стимулируют обменные процессы, ускоряя рост и развитие корневой системы, а также усиливая фотосинтетическую активность. В результате в вариантах наблюдалось наибольшее накопление сухого вещества как в 2023, так и в 2024 годах. Однако, эффект оказался более выраженным в 2024 году благодаря улучшенным погодным условиям.

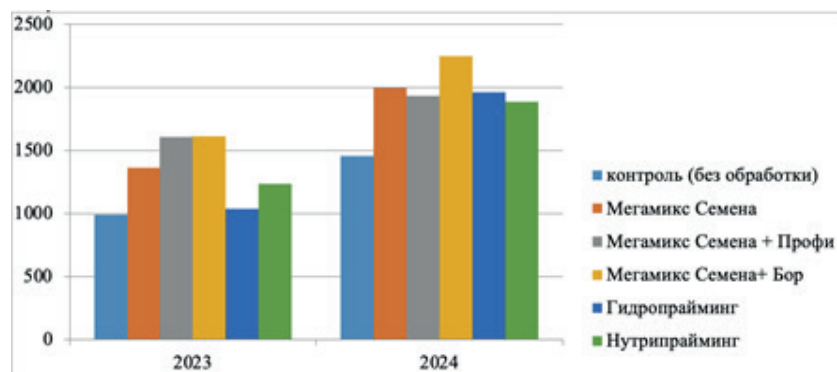


Рисунок 3 – Динамика накопления сухого вещества люпином, кг/га

В 2023 году длина корневой системы в контрольном варианте была больше, но при обработке регуляторами корни формировались более толще и с большим количеством боковых корней. Максимальная масса корней отмечена в варианте Мегамикс Семена+Профи – 33,9 г/растение, что в 2,2 раза превышает контроль. Масса клубеньков в этом варианте также значительно превышала показатели остальных вариантов, составив 6,8 г/растение. Несмотря на высокие показатели массы корней и клубеньков, активность клубеньковых бактерий в данном варианте была на среднем уровне. В варианте с Мегамикс Семена при высоких показателях массы корневой системы – 33,9 г/растение и клубеньков – 3,9 г/растение активность была низкой. Это может быть связано с дефицитом макро- и микроэлементов, а также влаги в почве к моменту цветения, что негативно сказалось на симбиотической активности. Аналогичная ситуация наблюдалась при применении гидропрайминга. Тем не менее, прайминг в питательном растворе обеспечивал более высокую активность клубеньковых бактерий. Наилучшие результаты по активности клубеньковых бактерий были достигнуты при обработке Мегамикс Бор, которая обеспечила высокую активность при средних показателях массы корневой системы (29,1 г/растение) и клубеньков (2,2 г/растение). При оптимальном увлажнении повышалась эффективность применяемых регуляторов. Все варианты обработок повышали активность клубеньковых бактерий. Лучшим вариантом также был Мегамикс Бор, наряду с повышением активности, отмечались наибольшие показатели по массе корней - 48,1 г/растение и клубеньков – 2,9 г/растение.

Таким образом, данные за два года исследований показывают, что наиболее эффективной обработкой является комбинация Мегамикс Семена+Бор, обеспечивающая не только максимальное количество и массу клубеньков и корней, но и высокую активность клубеньковых бактерий (таблица 1).

Таблица 1 – Симбиотическая активность (СА) люпина узколистного в зависимости от применения регуляторов роста

Вариант	Корневая система			Клубеньковые бактерии		
	длина, см	сырая масса, г	сухая масса, г	масса, г	длина волны, нм	СА
2023 год						
Контроль	20	14,8	3,6	0,02	0,350	низкая
Мегамикс Семена	20	33,9	7,2	3,9	0,540	низкая
Мегамикс Семена+Профи	19	59,2	10,9	6,8	0,418	средняя

Продолжение таблицы 1

Мегамикс Семена+Бор	19,5	29,1	8,1	2,2	0,922	сильная
Гидропрайминг	19	16,7	4,1	0,4	0,421	низкая
Нутрипрайминг	19,7	17,2	4,4	1,1	0,535	средняя
Tukey test HSD $\alpha=0,05$	0,69	0,06	<0,001	<0,001	0,66	-
2024 год						
Контроль	22	39,6	8,4	0,9	0,432	низкая
Мегамикс Семена	21	42,3	9,2	1,2	0,527	средняя
Мегамикс Семена+Профи	22	42,4	9,5	1,3	0,504	средняя
Мегамикс Семена+Бор	24	48,1	11,3	2,9	0,756	сильная
Гидропрайминг	22	44	10,6	1,9	0,529	средняя
Нутрипрайминг	21	47,3	11	2,0	0,601	средняя
Tukey test HSD $\alpha=0,05$	0,01	0,96	0,73	0,14	0,96	-
Коэффициент корреляции г:						
Количество клубеньков-накопление сухого вещества=0,71						
Масса клубеньков-накопление сухого вещества=0,83						

Результаты за 2023 год показывают, что в контрольном варианте наблюдалась низкая симбиотическая активность, что коррелировало с минимальными показателями по числу бобов (3 шт/растение) и массе семян с растения (0,96 г), а также низкой урожайностью – 7,9 ц/га. Применение Мегамикс Семена привело к увеличению числа бобов (3 шт/растение) и массы семян (1,31 г), что повысило урожайность до 10,9 ц/га. Наиболее высокие результаты были зафиксированы при использовании Мегамикс Семена+Бор, где наблюдалась сильная симбиотическая активность, максимальное число бобов (5 шт), количество семян (17,4 шт/растение) и наибольшая урожайность – 15,9 ц/га.

В 2024 году, благодаря более благоприятным погодным условиям и применению регуляторов роста, показатели значительно возросли по сравнению с предыдущим годом. В контрольном варианте число бобов увеличилось до 5 штук/растение, а урожайность составила 11 ц/га. В вариантах с применением Мегамикс Семена, Мегамикс Семена+Профи и Мегамикс Семена+Бор наблюдалось значительное повышение урожайности, которая достигла максимальных значений при применении Мегамикс Семена+Бор – 20,9 ц/га, что сопровождалось сильной симбиотической активностью и наибольшим числом бобов (7 штук/растение) и массой семян (3,9 г). Это объясняется более эффективным усвоением азота и других питательных веществ из почвы.

Также отмечены высокие результаты при применении гидропрайминга и нутрипрайминга в 2024 году. При этом наблюдалось увеличение как количества бобов, так и массы семян, что также положительно сказалось на урожайности (15,5 и 15,1 ц/га соответственно). Высокий коэффициент корреляции ($r=0,92$) между симбиотической активностью и урожайностью подтверждает прямую зависимость этих показателей, подчеркивая эффективность применения регуляторов роста для повышения продуктивности люпина узколистного (таблица 2).

Таблица 2 – Структурные элементы продуктивности люпина узколистного в зависимости от уровня симбиотической активности (СА)

Вариант	СА	Число бобов на растении, шт	Количество семян с растения, шт	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га
2023 год						
Контроль	низкая	3	7,8	0,96	120	7,9
Мегамикс Семена	средняя	3	9,6	1,31	124	10,9
Мегамикс Семена+Профи	низкая	4	13,4	1,40	127	11,5

Продолжение таблицы 2

Мегамикс Семена+Бор	сильная	5	17,4	1,92	125	15,9
Гидропрайминг	низкая	3	8,1	1,8	125	10,2
Нутрипрайминг	средняя	4	8,5	2,0	129	11,4
Tukey test HSD $\alpha=0,05$		0,02	0,19	0,03	0,02	0,01
2024 год						
Контроль	низкая	5	18	2,4	128	11
Мегамикс Семена	средняя	6	20	2,6	132	15,4
Мегамикс Семена+Профи	средняя	7	24	3,1	134	16,8
Мегамикс Семена+Бор	сильная	7	26	3,9	136	20,9
Гидропрайминг	средняя	9	30	4,2	139	15,5
Нутрипрайминг	средняя	7	27	4	135	15,1
Tukey test HSD $\alpha =0,05$		0,13	0,14	0,03	0,03	0,19
Коэффициент корреляции r: Симбиотическая активность (длина волны)-урожайность=0,92						

Таким образом, результаты исследования подчеркивают, что оптимизация симбиотической активности и применение регуляторов роста в благоприятных условиях существенно увеличивают продуктивность люпина узколистного. Это открывает перспективы для улучшения агрономических практик, направленных на повышение урожайности бобовых культур в условиях изменения климата.

Проведенные исследования подтвердили, что применение регуляторов роста и прайминга семян оказывает значительное влияние на накопление сухого вещества у люпина узколистного. В обоих исследуемых годах – 2023 и 2024, наблюдались корреляционные связи ($r=0,7-0,8$) между количеством и массой клубеньков и динамикой накопления сухой биомассы. Это подчеркивает важность симбиотической деятельности клубеньковых бактерий для формирования продуктивности растений.

Во всех вариантах, где применялись регуляторы роста, наблюдалось значительное превышение по количеству клубеньков по сравнению с контролем. Различия между вариантами составляли от +6 до +39 шт, что подчеркивает важность применения препаратов для улучшения симбиотической активности. Особенно эффективно себя проявили Мегамикс Профи и Мегамикс Бор, которые стабильно обеспечивали максимальные результаты как в стрессовых, так и в благоприятных условиях. Варианты с применением гидро- и нутрипрайминга также показали высокие результаты, особенно в благоприятных условиях 2024 года, где количество клубеньков варьировалось в пределах 73-75 шт/растение. Это указывает на значительное влияние предпосевной обработки на симбиотическую активность, что особенно важно в засушливых условиях. В 2023 году эффективность прайминга была менее выраженной, но все же превысила показатели контрольного варианта. К такому же выводу пришли В.В. Конончук, С.М. Тимошенко и др. (2020) [16].

Множество исследований подтверждают, что активное образование клубеньков у бобовых растений связано с увеличением накопления сухого вещества. Например, в работах Smith et al. (2020) и Jones et al. (2018) наблюдается положительная корреляция между количеством клубеньков и биомассой растений, что подтверждает данные нашего исследования. Высокие установленные корреляционные связи ($r=0,7-0,8$), согласуются с выводами других авторов о важности симбиотических отношений для эффективного накопления питательных веществ.

Предпосевная обработка семян в комплексе с обработкой регуляторами по вегетации наиболее эффективный метод повышения продуктивности. Это соответствует данным из исследований Brown et al. (2019) и Williams et al. (2021), где показано, что комбинированные обработки часто приводят к более значительному увеличению сухой биомассы. Это может быть связано с синергетическим эффектом, когда несколько активных компонентов действуют вместе, усиливая общую продуктивность растений. Исследования показали, что регуляторы роста и

технологии обработки семян значительно влияют на симбиотическую активность клубеньковых бактерий, что, в свою очередь, отражается на продуктивности люпина узколистного. В литературе отмечается, что применение регуляторов роста может улучшить обменные процессы в растениях, способствуя росту корневой системы и увеличению фотосинтетической активности, что подтверждает результаты нашего исследования (Khan et al., 2015; Majeed et al., 2016).

Согласно исследованиям, оптимальные условия для симбиоза между растениями и клубеньковыми бактериями могут варьироваться в зависимости от уровня увлажненности и доступных макро- и микроэлементов в почве (Zhao et al., 2016). В нашем эксперименте, проведенном в 2023 году, когда наблюдались засушливые условия, было зафиксировано снижение активности клубеньковых бактерий. Это согласуется с работами, указывающими на то, что дефицит влаги является одним из основных факторов, ограничивающих симбиотическую активность (Jia et al., 2021).

В 2024 году условия для роста растений были более благоприятными, что подтверждает результаты других авторов, подчеркивающих важность оптимального увлажнения для эффективного функционирования симбиотических отношений (Cavagnaro et al., 2017). В этом контексте, применение Мегамикс Бор показало высокие результаты по количеству клубеньков, что может быть связано с тем, что бор участвует в процессах клеточного деления и развития корней (Hassan et al., 2019).

Сравнительный анализ с контрольной группой также выявил, что применение регуляторов роста повышает количество бобов и урожайность, что согласуется с выводами, сделанными в работах, посвященных агрономическим практикам по повышению продуктивности бобовых (Kumar et al., 2018; Teixeira et al., 2020). Наблюдаемые высокие корреляционные связи между симбиотической активностью и урожайностью ($r = 0,92$) подчеркивают важность симбиоза для обеспечения высоких урожаев, что также подтверждается многими исследованиями (Nardi et al., 2008).

Таким образом, данные исследования подчеркивают значение применения регуляторов роста и технологий прайминга семян в агрономической практике, особенно в условиях, где симбиотическая активность клубеньковых бактерий может быть ограничена. Это открывает перспективы для дальнейших исследований, направленных на оптимизацию применения различных агрономических методов для повышения устойчивости и продуктивности бобовых культур в засушливых регионах.

Заключение

Проведенные исследования подтверждают, что применение регуляторов роста, таких как Мегамикс Семена и Мегамикс Бор, а также технологии прайминга семян, оказывают значительное влияние на симбиотическую активность клубеньковых бактерий и накопление сухого вещества у люпина узколистного.

В 2023 году засушливые условия ограничивали образование клубеньков на корнях, что негативно сказалось на их количестве и продуктивности. Однако в 2024 году, благодаря улучшенным условиям увлажнения, наблюдалось существенное увеличение числа клубеньков и их массы, что напрямую повлияло на рост сухой биомассы и урожайность.

Наиболее эффективной обработкой оказалась комбинация Мегамикс Семена+Бор, которая обеспечила максимальные показатели по урожайности в оба года – 15,9 ц/га в 2023 году и 20,9 ц/га в 2024 году. Высокая корреляция ($r = 0,7-0,8$) между количеством и массой клубеньков и динамикой накопления сухой биомассы подчеркивает важность симбиотической деятельности для повышения продуктивности растений.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что использование регуляторов роста и прайминга семян является эффективным агротехническим приемом для повышения устойчивости и продуктивности люпина узколистного, особенно в условиях резко континентального климата.

Вклад авторов

СТ: постановка задачи, разработка методологии исследования, анализ данных и написание основной части статьи. ЕА, НА: проведение полевых экспериментов, сбор и обработка данных, участие в анализе результатов. Н.Ж: консультации по методологии, анализ результатов,

редактирование и подготовка статьи к публикации. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Благодарность

Авторы выражают руководству ТОО «Terra GD» за предоставление препаратов для проведения исследований и особую признательность оригинаторам сорта люпина Орловский ФБГНУ за предоставленный семенной материал в необходимом объеме.

Список литературы

1 Головина, ЕВ, Зотиков, ВИ. (2019). *Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ*. Орёл: Картуш, 1, 318.

2 Наумикин, ВН, Наумкина, ЛА, Муравьев, АА. (2013). Продуктивность образцов люпина узколистного и белого в лесостепи Центрально-Черноземного региона. *Кормопроизводство*, 6, 20-22.

3 Пархин, НВ, Петрова, СН. (2012). Фотофизические реакции листьев люпина узколистного при формировании растительно-микробных симбиозов. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 1, 15-19.

4 Eulenstein, F., Lana M., Tauschke, M. (2017). Trends of soybean yields under climate change scenarios. *Horticulture*, 3 (1), 5. DOI:10.3390/horticulturae3010010.

5 Дронова, ТН, Бурцева, НИ. (2018). Влияние микробиологических препаратов на симбиотическую деятельность и продуктивность многолетних бобовых трав. *Известия Нижегородского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*, 2 (50), 44-50.

6 Ханиева, ИМ, Чапаев, ТМ, Канукова, КР. (2013). Симбиотическая деятельность посевов чечевицы на выщелоченных черноземах Предгорной зоны КБР. *Фундаментальные исследования*, 11 (2), 1197-1202.

7 Анисимова, НВ, Сысолятин, ЕП, Крицкий, ВВ. и другие. (2021). Изучение исходного материала люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) по алкалоидности. *Земледелие и селекция в Беларуси*, 57, 323-333.

8 Ялович, ЛИ. (2022). Формирование продуктивности люпина узколистного на юге Псковской области. *Молочно-хозяйственный вестник*, 1 (45), 165-176.

9 Tryhuba, OV, Pyda, SV. (2019). Efficiency of application of plant growth regulators in the cultures of white lupine (*Lupinus albus* L.). *Biology*, 4 (78), 59-69. DOI:10.1093/bcp/bcac170.

10 Головина, ЕВ, Беляева, РВ. (2022). Симбиотическая деятельность и формирование урожая люпина узколистного и сои в контрастных условиях. *Земледелие*, 36, 31-36.

11 Доспехов, БА. (1985). *Методика полевого опыта* М.: Колос, 416.

12 Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса. (1987). Москва.

13 Посыпанов, ГС. (1991). *Методы изучения биологической фиксации азота воздуха*. М.: Агропромиздат, 299.

14 Способ оценки азотфиксирующей активности бобовых культур. (2006). Патент на изобретение №2286048 RU. Стаценко, А.П., Иванов А.И., Иванов П.А.; заявитель и патентообладатель Региональный центр государственного экологического контроля по Пензенской области; заявл. 20.06.2005; опубл. 27.10.2006. Бюл. № 30.

15 Лукомец, ВМ. (2010). *Методика проведения полевых опытов*. Краснодар, 249-252.

16 Конончук, ВВ, Тимошенко, СМ. и др. (2020). Азотфиксирующая способность люпина узколистного в одновидовом и смешанном посевах в зависимости от норм высева и удобрений в центре Нечерноземной зоны России. *Научно-производственный журнал Зернобобовые и крупяные культуры*, 2 (34), 49-58.

17 Макеева, ЛА, Пушкарев, ГВ. (2016). Урожайность и азотфиксирующая способность люпина узколистного при применении регулятора роста Эпин Экстра. *Символ науки*, 2, 12-14.

18 Khan, MA, Ali, B., Faryal, R. (2015). Growth Regulators in Agriculture: Their Role in Enhancing Yield and Quality of Crops. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(5), 1797-1807. DOI:383155239/Horticulture03100.

19 Zhao, H., Chen, Y., Zhang, Y. (2016). Effects of Soil Moisture and Nutrient Levels on Rhizobial Symbiosis in Legumes. *Plant Soil*, 402(1-2), 187-199. DOI:10.3390/genes15030273.

20 Jia, H., He, J., Li, Y. (2021). Water Deficit and Its Effect on Rhizobial Activity and Legume Growth. *Agricultural Water Management*, 243. DOI: 10.1016/j.stress.2023.100341.

21 Cavagnaro, TR, Pantoja, CA, Smith, SE. (2017). The Role of Soil Moisture in the Growth of Legumes and Their Symbiotic Bacteria. *Soil Biology and Biochemistry*, 111, 66-75. DOI:10.1016/10.1007/s13213-010-0117-1.

22 Hassan, MM, Hamid, Y., Al-Ani, S A. (2019). The Role of Boron in Plant Growth: A Review. *Journal of Plant Nutrition*, 42(3), 389-404.

23 Kumar, S., Singh, RK, Singh, S. (2018). Agronomic Practices to Enhance Productivity of Leguminous Crops. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(6), DOI:10.1016/1933-1940. 10.18782/2582-2845.8335.

24 Teixeira, RDS, Barroso, FP, Gomes, JFC. (2020). Increasing Yield of Legumes through Agronomic Practices: A Review. *Sustainability*, 12(6), 2280. DOI:10.1186/s40538-016-0085-1.

25 Nardi, S., Pizzeghello, D. (2008). Soil Microorganisms and Plant Growth: Implications for Sustainable Agriculture. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(3), 663-675. DOI:10.1007/978-981-13-6790-8_2.

References

1 Golovina, EV, Zotikov, VI. (2019). *Produkcijonnyj process i adaptivnyje reakcii k abioticheskim faktoram sortov soi severnogo ekotipa v usloviyah Central'no-Chernozemnogo regiona RF*. Oryol: Kartush, 318.

2 Naumikin, VN, Naumkina, LA, Murav'ev, AA. (2013). Produktivnost' obrazcov lyupina uzkolistnogo i belogo v lesostepi Central'no-Chernozemnogo regiona. *Kormoproizvodstvo*, 6, 20-22.

3 Parhin, NV, Petrova, SN. (2012). Fotofizicheskie reakcii list'ev lyupina uzkolistnogo pri formirovanii rastitel'no-mikrobnih simbiozov. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 1, 15-19.

4 Eulenstein, F., Lana, M., Tauschke, M. (2017). Trends of soybean yields under climate change scenarios. *Horticulture*, 3 (1), 5. DOI:10.3390/horticulturae3010010.

5 Dronova, TN, Burceva, NI. (2018). Vliyanie mikrobiologicheskikh preparatov na simbioticheskuyu deyatel'nost' i produktivnost' mnogoletnih bobovyh trav. *Izvestiya Nizhevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2 (50), 44-50.

6 Hanieva, IM, Chapaev, TM, Kanukova, KR. (2013). Simbioticheskaya deyatel'nost' posevov chechevicy na vyshchelochennyh chernozemah Predgornoj zony KBR. *Fundamental'nye issledovaniya*, 11 (2), 1197-1202.

7 Anisimova, N., Sysolyatin, EP, Krickij, VV. i drugie. (2021). Izuchenie iskhodnogo materiala lyupina uzkolistnogo (*Lupinus angustifolius* L.) po alkaloidnosti. *Zemledelie i selekciya v Belarusi*, 57, 323-333.

8 Yalovik, LI. (2022). Formirovanie produktivnosti lyupina uzkolistnogo na yuge Pskovskoj oblasti. *Molochno-hozyajstvennyj vestnik*, 1 (45), 165-176.

9 Tryhuba, OV, Pyda, SV. (2019). Efficiency of application of plant growth regulators in the cultures of white lupine (*Lupinus albus* L.). *Biology*, 4 (78), 59-69. DOI:10.1093/pcp/pcac170.

10 Golovina, EV, Belyaeva, RV. (2022). Simbioticheskaya deyatel'nost' i formirovanie urozhaya lyupina uzkolistnogo i soi v kontrastnyh usloviyah. *Zemledelie*, 36, 31-36.

11 Dospekhov, BA. (1985). *Metodika polevogo opyta*. M.: Kolos, 416.

12 Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami VNII kormov imeni V.R. Vil'yamsa (1987). Moskva.

13 Posyanov, GS. (1991). *Metody izucheniya biologicheskoy fiksacii azota vozduha*. M.: Agropromizdat, 299.

14 Sposob otsenki azotfiksiruyushchey aktivnosti bobovykh kultur. (2006). Patent na izobrenenie № 2286048 RU. Statsenko, A.P., Ivanov, A.I., Ivanov, P.A.; zayavitel' i patentoobladatel' Regional'nyy tsentr gosudarstvennogo ekologicheskogo kontrolya po Penzenskoy oblasti; zayavl. 20.06.2005; opubl. 27.10.2006. Byul. № 30.

15 Lukomec, VM. (2010). *Metodika provedeniya polevyh opytov*. Krasnodar, 249-252.

16 Kononchuk, VV, Timoshenko, SM. i dr. (2020). Azotfiksiruyushchaya sposobnost' lyupina uzkolistnogo v odnovidovom i smeshannom posevah v zavisimosti ot norm vyseva i udobrenij v centre Nechernozemnoj zony Rossii. *Nauchno-proizvodstvennyj zhurnal Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2 (34), 49-58.

17 Makeeva, LA, Pushkarev, GV. (2016). Urozhajnost' i azotfiksiruyushchaya sposobnost' lyupina uzkolistnogo pri primenenii regulyatora rosta Epin Ekstra. *Simvol nauki*, 2, 12-14.

18 Khan, MA, Ali, B., Faryal, R. (2015). Growth Regulators in Agriculture: Their Role in Enhancing Yield and Quality of Crops. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(5), 1797-1807. DOI:383155239/Horticulture03100.

19 Zhao, H., Chen, Y., Zhang, Y. (2016). Effects of Soil Moisture and Nutrient Levels on Rhizobial Symbiosis in Legumes. *Plant Soil*, 402(1-2), 187-199. DOI:10.3390/genes15030273.

20 Jia, H., He, J., Li, Y. (2021). Water Deficit and Its Effect on Rhizobial Activity and Legume Growth. *Agricultural Water Management*, 243. DOI: 10.1016/j.stress.2023.100341.

21 Cavagnaro, TR, Pantoja, CA, Smith, SE. (2017). The Role of Soil Moisture in the Growth of Legumes and Their Symbiotic Bacteria. *Soil Biology and Biochemistry*, 111, 66-75. DOI:10.1016/10.1007/s13213-010-0117-1.

22 Hassan, MM, Hamid, Y., Al-Ani, S A. (2019). The Role of Boron in Plant Growth: A Review. *Journal of Plant Nutrition*, 42(3), 389-404.

23 Kumar, S., Singh, RK, Singh, S. (2018). Agronomic Practices to Enhance Productivity of Leguminous Crops. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(6), DOI:10.1016/1933-1940.10.18782/2582-2845.8335.

24 Teixeira, RDS, Barroso, FP, Gomes, JFC. (2020). Increasing Yield of Legumes through Agronomic Practices: A Review. *Sustainability*, 12(6), 2280. DOI:10.1186/s40538-016-0085-1.

25 Nardi, S., Pizzeghello, D. (2008). Soil Microorganisms and Plant Growth: Implications for Sustainable Agriculture. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(3), 663-675. DOI:10.1007/978-981-13-6790-8_2.

Прайминг пен өсу реттегіштерінің тар жапырақты бөрібұршақтың (*Lupinus angustifolius*) симбиотикалық белсенділігі мен өнімділігіне әсері

Тюлендинова Т.С., Гордеева Е.А., Шестакова Н.А., Накл J.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Дәнді-бұршақты дақылдар жоғары биологиялық әлеуетке және топырақ құнарлылығын арттыру қабілетіне ие, сондықтан олар Қазақстан Республикасында егіншілікті қарқындалу үшін маңызды. Тар жапырақты бөрібұршақтың Орловский кормовой сортының жоғары өнімділігі мен ақуыз құрамына байланысты зерттеу нысаны ретінде таңдалады. Зерттеу мақсаты - Солтүстік Қазақстанның дала аймағындағы тар жапырақты бөрібұршақтың симбиотикалық белсенділігі мен өнімділігіне өсу реттегіштерінің әсерін зерттеу.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу «Солтүстік Қазақстан ауыл шаруашылық тәжірибе станциясы» ЖШС базасында жүргізілді, топырағы – қарапайым қара топырақ. Прайминг пен өсу реттегіштерінің тар жапырақты бөрібұршақтың симбиотикалық белсенділігіне және өнімділікті қалыптастыруына әсері зерттелінген. Тамыр жүйесінің биометриялық көрсеткіштері; түйіндік бактериялардың саны, массасы және белсенділігі; құрғақ заттардың жинақталу динамикасы және тар жапырақты бөрібұршақтың өнімділік элементтері анықталған.

Нәтижелер. 2023 жылғы құрғақ жағдайлар бөрібұршақтың тамыр жүйесінің симбиотикалық белсенділігін төмендетті, 2024 жылғы қолайлы жағдайлар түйіндердің белсенділігін орташа және

жоғары деңгейге дейін арттырды. Құрғақ заттардың жинақталу динамикасы бар түйіндердің саны мен массасы ($r=0,71-0,83$), түйін бактерияларының белсенділігі мен өнімділігі ($r=0,92$) арасында корреляциялық байланыстар орнатылды. Өсу реттегіштердің және прайминг қолдануы бөрібұршақ өсімдіктерінің өсу және дамуына оң әсер етті, максималды өнімділік – 2023 жылы -15,9 ц/га және 2024 жылы - 20,9 ц/га.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері тар жапырақты бөрібұршақтың өнімділігін арттыратын симбиотикалық белсенділігін арттыру үшін тұқым алдындағы өңдеудің маңыздылығын көрсетеді. Алынған нәтижелер осы дақылдың өнімділігін арттыру үшін егіс алдындағы дайындық әдістері мен агротехникалық әдістерді әзірлеу үшін пайдалы болуы мүмкін.

Кілт сөздер: тар жапырақты бөрібұршақ; симбиотикалық белсенділік; прайминг; өсу реттегіштер; құрғақ зат; түйін бактерия.

The influence of priming and growth regulators on the symbiotic activity and yield of narrow-leaved lupine (*Lupinus angustifolius*)

Saniya Tyulendinova, Yelena Gordeyeva, Nina Shestakova, Josef Hakl

Abstract

Background and Aim. Legumes have high biological potential and the ability to increase soil fertility, which makes them important for the intensification of agriculture in the Republic of Kazakhstan. Narrow-leaved lupine of the Orlovsky kormovoy variety was chosen as the object of the study due to its high yield and protein content. The purpose of the study is to study the effect of growth regulators on the symbiotic activity and productivity of narrow-leaved lupine in the steppe zone of Northern Kazakhstan.

Materials and methods. The study was conducted at the LLP “North Kazakhstan Agricultural Experimental Station”, soil – ordinary black soil. The effect of priming and growth regulators on symbiotic activity and formation of lupine yield was studied. The biometric parameters of the root system, the number, weight and activity of nodules, the dynamics of dry matter accumulation and the formation of productivity elements were measured.

Results. In 2023, drought conditions reduced the symbiotic activity of the root system, while favorable conditions in 2024 contributed to its increase to medium and high levels. Positive correlations were found between the number and weight of nodules and dry matter accumulation ($r=0.71-0.83$), as well as between the activity of nodule bacteria and yield ($r=0.92$). The use of growth regulators and seed priming had a positive effect on the growth and development of lupine plants, the maximum yield in 2023 was 15.9 c/ha and 20.9 c/ha in 2024.

Conclusion. The results of the study show the importance of pre-sowing seed treatment for increasing the symbiotic activity of narrow-leaved lupine, increasing its productivity. The data obtained can be useful for developing pre-sowing preparation methods and agrotechnical techniques to increase the yield of this crop.

Keywords: lupine angustifolius; symbiotic activity; priming; growth regulator; dry matter; nodule bacteria.

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. 43-51. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.4(123).1785

УДК 543.97

Исследовательская статья

Влияние углеводородного ракетного топлива на прорастание и рост различных растений

Бекешев Е.А. , Джумабаева Л.С. , Бариева Б.Ш., Ермолдина Э.Т. ,
Қылышбай Ш.Е. , Ержанов Е.Е. 

Филиал РГП «Инфракос», Алматы, Казахстан

Автор-корреспондент: Бекешев Е.А.: Narimax.erlan@gmail.com

Соавторы: (1: ЛД) djumabaevs@mail.ru; (2: ББ) barievabch@mail.ru;

(3: ЭЕ) ermoldina@mail.ru; (4: ШК) shyngys.kylyshbai@mail.ru;

(5: ЕЕ) er.asyl1008@gmail.com

Получено: 07-10-2024 **Принято:** 23-12-2024 **Опубликовано:** 30-12-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. Научные исследования направлены на изучение влияния различных концентраций углеводородного ракетного топлива (керосин) на рост и развитие растений в районах, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности на космодроме Байконур. Целью данного исследования является оценка влияния различных концентраций углеводородного ракетного топлива на миграцию (переход из почвы через корневую систему в растения) и их воздействие на рост и развитие культурных растений.

Материалы и методы. Лабораторные исследования влияния углеводородов ракетного топлива на растительность проводились на образцах естественных типов почв, привезённых из района падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз» в Улытауском регионе. Для проведения научного исследования влияния ракетного топлива на рост и развитие растений были исследованы такие растения как пшеница, кукуруза, горох и огурец.

Результаты. В данной работе представлен транслокационный показатель вредности, отражающий способность химического вещества перемещаться из почвы в растения через корневую систему. Результаты экспериментов показали, что увеличение концентрации керосина подавляет рост корней у пшеницы, кукурузы, гороха и огурцов. Прорастание семян наблюдали на 3-й день, а измерение корней был проведён на 7-й день. При концентрации керосина С100 мг/кг процесс замедления роста проростков огурца, пшеницы и гороха составляет 15,5%, 23% и 10,7%, соответственно, относительно модельно-почвенного эталона (МПЭ), что не оказывает фитотоксического действия на корни проростков семян. Процесс замедления роста проростков семян кукурузы составляет 41,3% относительно МПЭ, что оказывает угнетающее действие на корни растений.

Заключение. Исследования показали, что концентрация керосина С-100 мг/кг не оказывает фитотоксического воздействия для проростков огурца, пшеницы и гороха, но оказывает угнетающее действие для проростков кукурузы относительно модельно-почвенного эталона.

Ключевые слова: ракетно-космическая деятельность; углеводородные ракетные топлива; углеводородные горючие (УВГ); модельный почвенный эталон (МПЭ); керосиновые топлива; растительный покров.

Введение

Территории Казахстана, отведённые для осуществления ракетно-космической деятельности (РКД), относятся к районам с техногенными загрязнениями, неблагоприятно влияющими на

здоровье населения. Загрязнение объектов окружающей среды углеводородным топливом остаётся актуальной проблемой и вызывает глобальную обеспокоенность, тем самым вызывая научный интерес из-за его вредного воздействия, высокой стойкости в окружающей среде и низкой способности к разложению.

Общеизвестно, какое влияние оказывает углеводородное топливо на сельскохозяйственные земли, свойства почвы, проницаемость и водоудерживающую способность почвы и может привести к уплотнению почвы, уменьшению инфильтрации, что пагубно влияет на производство сельскохозяйственных культур. Углеводородное топливо приводит к ухудшению аэрации почвы, создавая анаэробные условия, что наносит вред микробиоме почвы и затрудняет развитие растений. Углеводородное топливо может изменить pH почвы, делая её более кислой или щелочной, что сказывается на доступности для растений таких важных элементов, как фосфор, калий, железо и другие. В результате, химический состав почвы изменяется, что негативно влияет на её плодородие и способность поддерживать рост растений [1, 2].

В результате реализации проекта «Байтерек» [3] Казахстан перешёл на керосиново-кислородные ракеты-носители (РН). Однако, керосиновые топлива, как и другие нефтепродукты, образует углеводородные пленки на поверхности почвы, снижая ее проницаемость и газообмен. В дальнейшем такого рода загрязнения почвы могут привести к полной смене флоры и фауны уникального ландшафта.

В этой статье изучено влияние керосина в различных концентрациях на всхожесть, а также рост различных растений. Вид углеводородов, тип почвы являются одними из наиболее важных факторов, влияющих на воздействие углеводородного загрязнения на различные культуры. Некоторые культуры значительно восприимчивы к загрязнению углеводородами, чем другие, что может повлиять на их урожайность.

Загрязнение почвы углеводородным топливом оказывает значительное негативное воздействие на растительность. Это происходит из-за изменения физико-химических свойств почвы, главным образом из-за увеличения гидрофобности и заполнения почвенных капилляров нефтью [4]. Авторы работы [5] изучали поведение различных растений в зависимости от концентрации керосина в почве. Статистически изучена устойчивость растений к керосину, и показано, что при массовой концентрации керосина в почве более 5% значительно понижается всхожесть семян.

Однако в литературе [6] показано, что концентрация нефтепродуктов (НП) до 100 мг/кг сухой почвы экологической опасности для окружающей среды не представляет, даже большие количества НП (до 500 мг/кг) без вредных последствий перерабатываются почвенными микроорганизмами. Сильно загрязнённые грунты, концентрации НП более 5000 мг/кг подлежат санации.

Длительное воздействие даже небольшого количества несгоревшего топлива несёт значительный урон на экологическую ситуацию местности, также как и при аварийных сбросах, так как углеводородное топливо имеет свойство сохраняться и накапливаться в верхних слоях почвы с дальнейшей миграцией в более глубокие слои грунта [7], при этом продолжая загрязнение природной среды своим испарением [8].

Почва обладает естественным потенциалом самоочищения от углеводородных топлив, данный процесс довольно продолжительный – от 10 до 30 лет, а то и более, в зависимости от типа почвы [9]. Таким образом, техногенное воздействие на почву, в зависимости от характера, продолжительности и интенсивности, приводит к снижению плодородия растительного покрова, что выражается либо в его мгновенной гибели, либо в постепенном увядании [10-13].

Методы и материалы

Исследования были выполнены в соответствии с Методическими рекомендациями по гигиеническому обоснованию предельно допустимых концентраций химических веществ в почве №2609-82. Предметом исследования выступало углеводородное топливо (керосин) и его способность мигрировать из почвы через корневую систему в растения. В качестве тест-претендентов использовали следующие растения: пшеница, огурец, кукуруза и горох.

Концентрации углеводородов ракетного топлива, вносимых в почву, составили 100, 1000, 5000 и 15000 мг/кг. Выбор концентрации загрязняющего вещества основывался на фитотоксичном воздействии, который проявляется в снижении роста корней растений на 20%.

Экспериментальное обоснование предельно допустимой концентраций (ПДК) нефтепродуктов в почве проводилось при комнатной температуре +18-20 °С на естественном типе почвы, характерной для районов падения отделяющихся частей ракет-носителей Центрального Казахстана. Использовался естественный тип почвы с наиболее лёгким механическим составом (песчаные и супесчаные), содержащий до 2% гумуса и доведённый до 60% влажности от полной влагоёмкости [14].

В подготовленный сосуд, содержащий МПЭ и естественный тип почвы, производилась посадка испытуемых растений. Почву весом 50 г поместили в чашки Петри и увлажняли до 60% от полной влагоёмкости, вносили различные концентрации керосина, хорошо перемешивали и высевали семена в количестве 10-15 шт. После этого чашки закрывали крышками и помещали в термостат при температуре +23 °С. На третий день визуально фиксировали прорастание семян, а на седьмой день измеряли длину корней проростков, предварительно вымытых от почвы. Для роста и развития семян проростков, проводился регулярный полив. Показателями фитотоксического воздействия служили прорастание семян и длина корней проростков, которые выражены в процентах торможения их развития относительно модельно почвенного эталона.

Для МПЭ применяли среднезернистый песок, который просеивали через сито с диаметром отверстий 2 мм, очищали от различных примесей и доводили до воздушно-сухого состояния.

Фракции среднезернистого песка подвергались обработке однонормальной соляной кислотой с целью окисления органических примесей. Затем песок промывали водой до достижения нейтрального уровня рН (рН=7,0), что помогает удалить илстую фракцию. Контроль нейтральной реакции промытого водой структурного скелета единого МПЭ осуществлялся путем измерения рН промывных вод с использованием рН-метра. Признаком удаления иловых фракций является прозрачность промывных вод, которая должна быть не менее 10 см.

Промытые частицы среднезернистого песка доводили до воздушно-сухого состояния. Высушенный до этого состояния среднезернистый песок с нейтральной реакцией служит структурным скелетом для МПЭ.

Для повышения плодородия модельно почвенного эталона в его структуру добавлялись питательные смеси Прянишникова в сухом виде из расчёта на 1 кг грунта, которая включала следующие соединения (г/кг): NH_4NO_3 ; CaHPO_4 ; MgSO_4 ; KCl ; FeCl_3 . Оценка влияния углеводородного топлива на растения проводилась на основе показателей их роста и развития, в зависимости от концентрации вносимого углеводородного топлива в почву.

Результаты и обсуждение

Результаты проведённых исследований показывают, что на 3-й день взошли семена кукурузы при концентрации 100, 1000 и 5000 мг/кг «рисунок 1а», а семена огурца взошли при концентрации 100 мг/кг и 1000 мг/кг «рисунок 1б». На 3 сутки всхожесть семян кукурузы в МПЭ составляет 41%, огурцов 50%. При концентрации 100 мг/кг всхожесть семян кукурузы 41%, огурцов 67%. Всхожесть семян кукурузы при концентрации 1000 мг/кг 33%, огурцов 25%, при 5000 мг/кг, только семена кукурузы взошли на 17%. Проростки семян растений, проросшие на едином модельном почвенном эталоне и при концентрации 100 мг/кг, свидетельствуют о более высоком росте и развитии растений, по сравнению с растениями, загрязнёнными концентрациями 1000 мг/кг и 5000 мг/кг.

На 7-ые сутки были проведены замеры длины корней проростков семян «рисунок 2».

Показатели роста проростков семян кукурузы и огурцов на 7-й день представлены в таблице 1. Концентрация была выбрана на основе фитотоксического эффекта загрязняющего вещества, который выражался в 20% снижении роста корней по сравнению с МПЭ (контроль). Как видно из таблицы 1, торможение развития проростков огурцов по сравнению с контролем при концентрации керосина $C=100$ мг/кг составляет 15,5%, что не оказывает существенного негативного влияния на корневую систему и не вызывает замедления их общего развития.

Процесс подавления корней проростков кукурузы при концентрации керосина $C=100$ мг/кг составил 41,3%, относительно МПЭ, что указывает на фитотоксическое действие на корни проростков. Однако, при концентрации 1000 мг/кг наблюдалось прораствание семян на 30%.

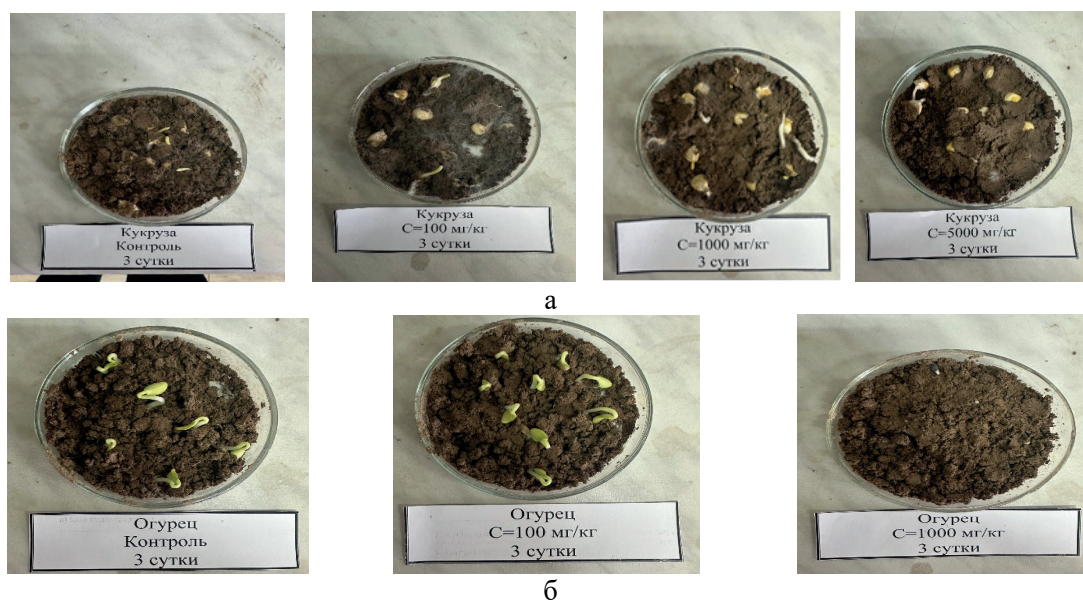


Рисунок 1 – Наблюдение прорастания семян кукурузы на 3-й день, $C= 100,1000,5000$ мг/кг (а) и огурца $C= 100,1000$ мг/кг (б)

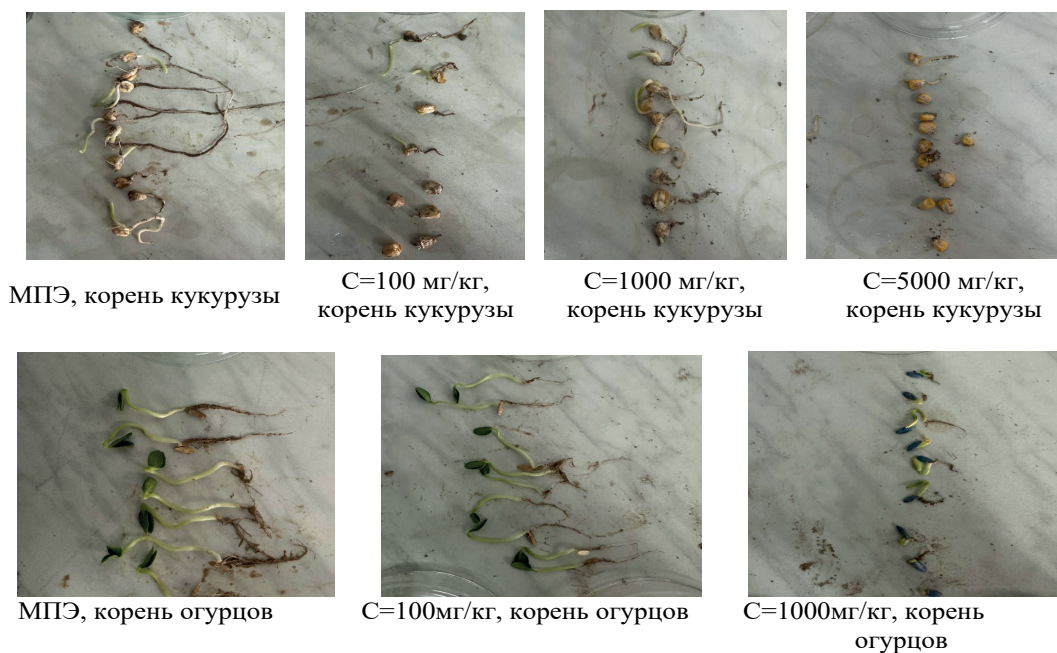


Рисунок 2 – 7-й день наблюдения развития проростков семян кукурузы и огурцов, концентрация керосина: МПЭ (контроль) $C= 100, 1000, 5000$ мг/кг

Таблица 1 – Показатели проростков семян огурцов и кукурузы на 7-й день

Концентрация керосина (мг/кг)	Длина корней проростков семян, (см)	Угнетение роста и развития проростков семян относительно МПЭ, (%)	Прорастания проростков семян, (%)	Длина корней проростков семян, (см)	Угнетение роста и развития проростков семян относительно МПЭ, (%)	Прорастания проростков семян, (%)
	Огурцы			Кукуруза		
МПЭ	4,6 ±0,30	0	75	4,75±0,17	0	91
100	3,9±0,02	15,5	75	2,79±0,11	41,3	84
1000	1,42±0,07	69,2	66,6	2,42±0,25	49,1	30
5000	0	0	0	0	0	0
15 000	0	0	0	0	0	0

При загрязнении почвы керосином, где концентрация составляет С=5000 мг/кг и С=15 000 мг/кг прорастание семян огурцов и кукурузы не наблюдается.

Изучение транслокационного показателя вредности характеризует способность углеводородного топлива (керосин) мигрировать из почвы в корневую систему растений.

Прорастание семян было зафиксировано на 3-й день «рисунок 3». Семена гороха взошли при концентрации керосина 100 мг/кг, а семена пшеницы взошли при концентрации 100 мг/кг и 1000 мг/кг. На 3 сутки всхожесть семян пшеницы в МПЭ составляет 73%, гороха 50%. При концентрации 100 мг/кг всхожесть семян пшеницы составляет 60%, гороха 40%. Всхожесть семян пшеницы при концентрации 1000 мг/кг составили 53%, гороха 20%. Измерение длины корней проростков семян проводили на 7-й день «рисунок 4».

Показатели проростков семян пшеницы и гороха на 7-й день представлены в таблице 2. При концентрации керосина С=100 мг/кг процесс торможения развития проростков пшеницы относительно контроля, составляет 23%, что не оказывает отрицательного влияния на корни проростков и не приводит к торможению их развития. Процесс торможения проростков корней гороха при концентрации керосина С=100 мг/кг составил 10,7%, что также не оказывает отрицательное влияние на корни проростков и не приводит к торможению их развития относительно МПЭ, следовательно фитотоксическое действие на корни проростков не оказывается.

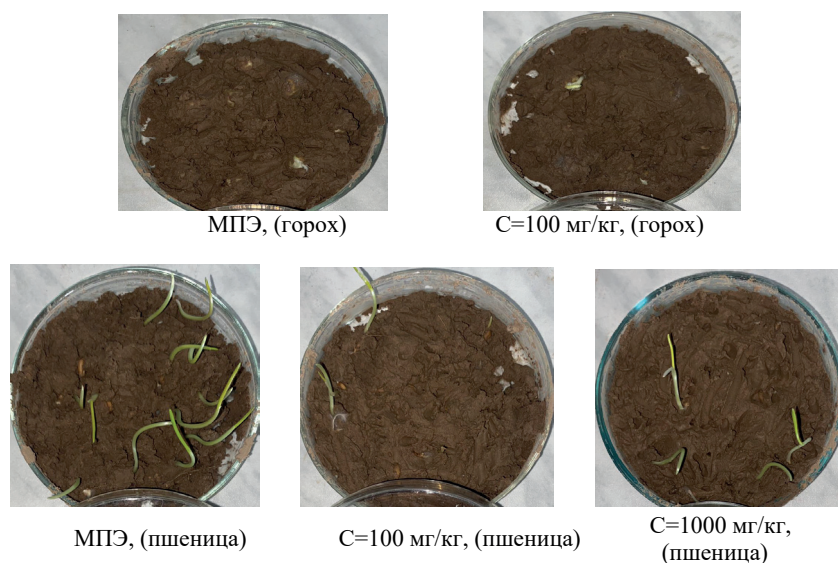


Рисунок 3 – Наблюдение проростков семян гороха и пшеницы на 3-е сутки концентарция керосина - контроль, С=100 и 1000 мг/кг

Таким образом, концентрация керосина $C=100$ мг/кг не вызывает подавления роста и развития корней растения более чем на 20%, что свидетельствует об отсутствии фитотоксического воздействия.

В процентном соотношении при концентрации керосина 100 мг/кг всхожесть семян пшеницы составила 86,6%, гороха 80% по сравнению с МПЭ. При концентрации керосина 1000 мг/кг всхожесть семян пшеницы, гороха относительно с МПЭ составила 60%.

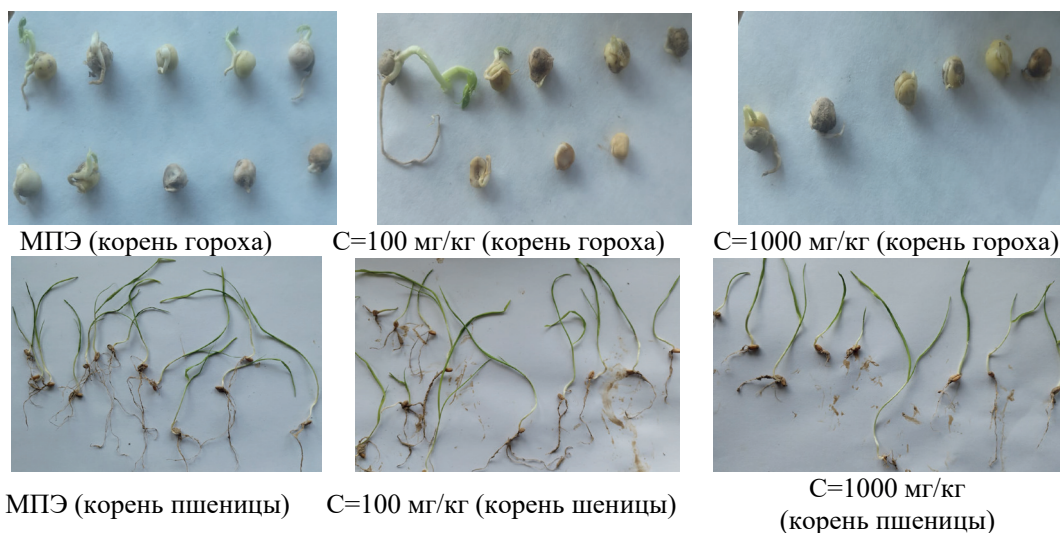


Рисунок 4 – 7-й день наблюдения роста и развития проростков семян гороха и пшеницы (МПЭ, концентрация керосина $C=100, 1000$ мг/кг)

На рисунках 1-4 и в таблицах 1, 2 показаны количественные и процентные показатели прорастания и роста семян растений при концентрациях 100 и 1000 мг/кг.

Таблица 2 – Показатели проростков семян пшеницы и гороха на 7-й день

Концентрация керосина (мг/кг)	Длина корней проростков семян, (см)	Угнетение роста и развития проростков семян относительно МПЭ, (%)	Прорастания проростков семян, (%)	Длина корней проростков семян, (см)	Угнетение роста и развития проростков семян относительно МПЭ, (%)	Прорастания проростков семян, (%)
МПЭ	7,4±0,01	0	93,3	1,31±0,05	0	100
100	5,7±0,05	23	86,6	1,17±0,09	10,7	80
1000	2,7±0,29	63,9	60	1,0±0,1	23,7	60
5000	0	0	0	0	0	0
15 000	0	0	0	0	0	0

В ходе исследований было выявлено, что кукуруза и пшеница более устойчивы к керосину при концентрации 100 мг/кг. Концентрация углеводородного топлива (керосина) 1000 мг/кг, 5000 мг/кг, 15000 мг/кг, фитотоксичны для роста и развития растений. При этом рост и развитие семян огурцов, кукурузы, гороха и пшеницы, прорастающие на МПЭ с добавлением смеси Прянишникова, составили 75%, 91%, 100 % и 93,3% соответственно по сравнению с загрязненными концентрациями керосина, что свидетельствует о высоком росте и развитии проростков семян.

Заключение

Таким образом, в ходе исследования транслокационного показателя вредности была проанализирована миграция углеводородного топлива (керосина) из почвы в корневую систему растений, таких семян как пшеница, огурец, кукуруза и горох.

Установлено, что при концентрации керосина 100 мг/кг фитотоксичность для роста и развития проростков семян по сравнению МПЭ не наблюдается. Концентрация 1000 мг/кг, 5000 мг/кг, 15000 мг/кг углеводородного ракетного топлива, оказывает фитотоксическое воздействие на проростки семян, что проявляется в виде задержки роста и развития семян гороха, кукурузы, огурцов и пшеницы по сравнению с МПЭ.

Вклад авторов

ЕА и ЭЕ: Концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. ББ, и ШК: сбор и обработка материала. ЛД и ЕЕ: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Исследования проведены при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках гранта № AP19679969 «Исследование процессов идентификации ракетного углеводородного топлива в почвах районов эксплуатации ракет-носителей и разработка их гигиенического норматива», послужат основой разработке гигиенического норматива.

Список литературы

- 1 Колесников, СИ, Жаркова, МГ, Казеев, КШ, Кутузова, ИВ, Самохвалова, ЛС, Налета, ЕВ, Зубков, ДА. (2014). Оценка экотоксичности тяжелых металлов и нефти по биологическим показателям чернозёма. *Экология*, 3, 157-166.
- 2 Смирнова, ТС, Панина, ЮЮ. (2015). Мониторинг углеводородного загрязнения почвы посредством анализа ее ферментативной активности. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 12, 33-38.
- 3 Соглашение от 22 декабря 2004 года между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о создании на космодроме "Байконур" космического ракетного комплекса «Байтерек».
- 4 Мирчинк, ТГ. (1988). *Почвенная микология*. М.: Изд.-во МГУ. 220.
- 5 Potashev, K, Sharonova, N, Breus, I. (2014). The use of cluster analysis for plant grouping by their tolerance to soil contamination with hydrocarbons at the germination stage. *Sci. Total Environ*, 485-486, 71-82.
- 6 Фомин, ГС, Фомин, АГ. (2001). Почва. *Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам*. Справочник, М.: Протектор, 304.
- 7 Каменщиков, ФА, Богомольный, ЕМ. (2006). *Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта*. М.: Ижевск, 525.
- 8 Другов, ЮС, Родин, АА. (2007). *Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов*. Практическое руководство 2-е издание, переработанное и дополненное, С-Петербург, 270.
- 9 Кайыргаликызы, Ж, Шаймерденова, УТ, Мусина, УШ, Джамалова, ГА. (2018). Биоремедиация почв, загрязненных дизельным топливом и керосином. *Международный студенческий научный вестник*, 4(4), 552-555.
- 10 Неронов, ВВ, Черницова, ОВ, Королева, ТВ, Кречетов, ПП. (2012). Современное состояние растительности космодрома Байконур и оценка ее потенциальной устойчивости к воздействию ракетно-космической деятельности. *Аридные экосистемы*, 18(3):52, 72-85.
- 11 Гигиенические нормативы «Предельно-допустимые концентрации компонентов жидких ракетных топлив, продуктов их трансформации в объектах окружающей среды». Утв. Минздравом РК от 18 ноября 2010 года № 899.

12 Okolelova, AA, Zheltobryuhov, VF, Tarasov, AP, Kasterina, NG. (2015) Особенности нормирования нефтепродуктов в почвенном покрове. *Фундаментальные исследования*, 12, 2.

13 Kireeva, NA, Galimzyanova, NF. (1995). Влияние загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами на численность и видовой состав микромицетов. *Почвоведение*, 2, 211-216.

14 Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве №2609-82».

References

1 Kolesnikov, SI, Zharkova, MG, Kazeev, KSH, Kutuzova, IV, Samohvalova, LS, Naleta, EV, Zubkov, DA. (2014). Ocenka ekotoksichnosti tyazhelykh metallov i nefiti po biologicheskim pokazatelyam chernozyoma. *Ekologiya*, 3, 157-166.

2 Smirnova, TS, Panina, YUYU. (2015). Monitoring uglevodorodnogo zagryazneniya pochvy posredstvom analiza ee fermentativnoi aktivnosti. Zashchita okruzhayushchej sredy v neftegazovom komplekse, 12, 33-38.

3 Soglasenie mezhdru Pravitel'stvom Respubliki Kazahstan i Pravitel'stvom Rossijskoj Federacii o sozdanii na kosmodrome «Baikonur» kosmicheskogo raketnogo kompleksa «Baiterek» ot 22 dekabrya 2004 goda.

4 Mirchink, TG. (1988). *Pochvennaya mikologiya*. M.: Izd.-vo MGU. 220.

5 Potashev, K, Sharonova, N, Breus, I. (2014). The use of cluster analysis for plant grouping by their tolerance to soil contamination with hydrocarbons at the germination stage. *Sci. Total Environ*, 485-486, 71-82.

6 Fomin, GS, Fomin, AG. (2001). *Pochva. Kontrol' kachestva i ekologicheskoy bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam*. Spravochnik. M.: Protektor, 304.

7 Kamenshchikov, FA, Bogomolnyi, EM. (2006). *Removal of petroleum products from the water surface and soil*. M.: Izhevsk, 525.

8 Drugov, YuS, Rodin, AA. (2007). *Environmental analyses in oil and petroleum product spills Practical guide*. 2nd edition, revised and supplemented. St. Petersburg, 270.

9 Kaiyrgalikyzy, Zh, Shaimerdenova, UT, Musina, US, Dzhamalova, GA. (2018). Bioremediation of soils contaminated with diesel fuel and kerosene. *International Student Scientific Bulletin*, 4(4), 552-555.

10 Neronov, VV, Chernitsova, OV, Koroleva, TV, Krechetov, PP. (2012). The current state of vegetation at the Baikonur cosmodrome and assessment of its potential resistance to the effects of rocket and space activities. *Arid ecosystems*, 18(3): 52, 72-85.

11 Gigienicheskie normativy «Predel'no-dopustimye koncentracii komponentov zhidkih raketnykh topliv, produktov ih transformacii v ob'ektah okruzhayushchej sredy». Utv. Minzdravom RK ot 18 noyabrya 2010 goda № 899.

12 Okolelova, AA, Zheltobryuhov, VF, Tarasov, AP, Kasterina, NG. (2015) Osobennosti normirovaniya nefteproduktov v pochvennom pokrove. *Fundamental'nye issledovaniya*, 12, 2.

13 Kireeva, NA, Galimzyanova, NF. (1995). Vliyanie zagryazneniya pochv nef'tyu i nefteproduktami na chislennost' i vidovoj sostav mikromicetov. *Pochvovedenie*, 2, 211-216.

14 Metodicheskie rekomendacii po gigienicheskomu obosnovaniyu PDK himicheskikh veshchestv v pochve №2609-82».

Көмірсутекті зымыран отынының әртүрлі өсімдіктердің өнгіштігі мен өсуіне әсері

Бекешев Е.А., Джумабаева Л.С., Бариева Б.Ш., Ермолдина Э.Т.,
Қылышбай Ш.Е., Ержанов Е.Е.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Ғылыми зерттеулер Байқоңыр ғарыш айлағындағы зымыран-ғарыш қызметінің әсеріне ұшыраған аудандардағы өсімдіктердің өсуі мен дамуына көмірсутекті зымыран отынының (керосин) әртүрлі концентрациясының әсерін зерттеуге бағытталған. Бұл зерттеудің мақсаты көмірсутекті зымыран отынының әртүрлі концентрациясының миграцияға

әсерін (топырақтан тамыр жүйесі арқылы өсімдіктерге өту) және олардың мәдени өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсерін бағалау болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Зымыран отынының көмірсутектерінің өсімдіктерге әсерін зертханалық зерттеу Ұлытау өңіріндегі «Союз» зымыран тасығыштарының бөлінетін бөліктерінің құлау ауданынан әкелінген табиғи топырақ типтерінің үлгілерінде жүргізілді. Зымыран отынының өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсері туралы ғылыми зерттеу жүргізу үшін бидай, жүгері, бұршақ және қияр сияқты өсімдіктер зерттелді.

Нәтижелер. Бұл жұмыста химиялық заттың топырақтан өсімдіктерге тамыр жүйесі арқылы өту қабілетін көрсететін зияндылықтың транслокациялық көрсеткіші келтірілген. Тәжірибе нәтижелері керосин концентрациясының жоғарылауы бидай, жүгері, бұршақ және қиярдағы тамырдың өсуін тежейтінін көрсетті. Тұқымның өнуі 3-ші күні байқалды, ал тамырды өлшеу 7-ші күні жүргізілді. Керосин С100 мг/кг концентрациясында қияр, бидай және бұршақ өскіндерінің өсуін бәсеңдету процесі сәйкесінше 15,5%, 23% және 10,7% құрайды, бұл тұқым өскіндерінің тамырларына фитотоксикалық әсер етпейді. Жүгері тұқымының өскіндерінің өсуін бәсеңдету процесі ТМЭ-на қатысты 41,3% құрайды, бұл өсімдік тамырларына тежеу әсерін береді.

Қорытынды. Зерттеулер көрсеткендей, керосин С-100 мг/кг концентрациясы қияр, бидай және бұршақ өскіндеріне фитотоксикалық әсер етпейді, бірақ топырақ үлгісіне қатысты жүгері өскіндеріне тежеу әсерін береді.

Кілт сөздер: зымыран-ғарыш қызметі; көмірсутекті зымыран отындары; көмірсутекті жанармай (КСЖ); керосинді отындар; өсімдік жамылғысы.

The effect of hydrocarbon rocket fuel on germination and growth of various plants

Erlan A. Bekeshev, Laila S. Dzhumabaeva, Bakyt Sh. Barieva, Elmira T. Ermoldina,
Shyngys E. Kylyshbay, Erasyl E. Erzhanov

Abstract

Background and Aim. Scientific research is aimed at studying the effect of various concentrations of hydrocarbon rocket fuel (kerosene) on the growth and development of plants in areas affected by rocket and space activities at the Baikonur cosmodrome. The purpose of this study is to assess the effect of various concentrations of hydrocarbon rocket fuel on migration (transition from soil through the root system to plants) and their impact on the growth and development of cultivated plants.

Materials and Methods. Laboratory studies of the effect of rocket fuel hydrocarbons on vegetation were carried out on samples of natural soil types brought from the area of the fall of the separating parts of the «Soyuz» launch vehicles in the Ulytau region. To conduct a scientific study of the effect of rocket fuel on plant growth and development, plants such as wheat, corn, peas and cucumber were studied.

Results. This paper presents a translocation hazard indicator reflecting the ability of a chemical to move from soil to plants through the root system. The experimental results showed that an increase in kerosene concentration suppresses root growth in wheat, corn, peas and cucumbers. Seed germination was observed on day 3, and root measurement was performed on day 7. At a concentration of kerosene C100 mg/kg, the process of slowing the growth of cucumber, wheat and pea seedlings is 15.5%, 23% and 10.7%, respectively, relative to the model soil standard (MSS), which does not have a phytotoxic effect on the roots of seed seedlings. The process of slowing down the growth of corn seed seedlings is 41.3% relative to the MSS, which has a depressing effect on plant roots.

Conclusion. Studies have shown that the concentration of kerosene C-100 mg/kg does not have a phytotoxic effect on cucumber, wheat and pea seedlings, but has a depressing effect on corn seedlings relative to the model soil standard.

Keywords: rocket and space activities; hydrocarbon rocket fuels; hydrocarbon fuels (HCF); kerosene fuels; vegetation cover.





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. 52-65. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.4(123).1777

ЭОЖ 632.4.01/.08: [571.27]

Шолу мақаласы

Бұталы раушандардың аурулары және олардың саңырауқұлақ ауруларына генетикалық төзімділігі

Сабитова З.Д.¹ , Мырзабаева М.Т.¹ , Гаджимурадова А.М.¹ ,
Куровский А.В.² 

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

²Томск мемлекеттік университеті, Томск, Ресей Федерациясы

Корреспондент-автор: Сабитова З.Д.: zika.sabitova@gmail.com

Бірлескен авторлар: (1: ММ) malika77780@mail.ru; (2: ГА) aisarat3878@mail.ru;

(3: АВ) a.kurovskii@yandex.ru

Қабылданған күні: 01-10-2024 **Қабылданды:** 06-12-2024 **Жарияланды:** 30-12-2024

Түйін

Сәндік өсімдіктер қалалық ландшафттарда көгалдандыру және коммерциялық мақсатта өсіріледі. Олар эстетикалық қасиеттері үшін жоғары бағаланады және әлемдік бау-бақша өнеркәсібінің маңызды бөлігін құрайды. Өртүрлі фитопатогенді микроорганизмдер қоздырғыштары әсерінен сәндік өсімдіктер құндылығын жоғалтады, көшет материалдарының сапасын да төмендетіп үлкен экономикалық зиян келтіреді. Соның ішінде раушан гүлдері ең танымал сәндік өсімдігі болып табылады. Соңғы жылдары сәндік өсімдіктер нарығының айтарлықтай өсуі саңырауқұлақ қоздырғыштарының таралуына ықпал етті. Қазақстанда таралған раушан аурулары болып қара дақ (*Diplocarpon rosae* Wolf), ақ ұнтақ (*Podosphaera pannosa* Wallr.:Fr.) және тат (*Phragmidium* spp.) болып табылады. Сондықтан да осы өсімдіктерге фитопатогендердің түрлілігі туралы мәліметтерді жүйелеу өзекті ғылыми-зерттеу міндеті болып табылады. Бұл шолуда аталмыш қоздырғыштардың әртүрлілігін және олардың жоғарыда аталған сәндік өсімдіктерге кері әсерін сипаттадық.

Кілт сөздер: ақ ұнтақ; қара дақ; раушан; тат саңырауқұлағы.

Кіріспе

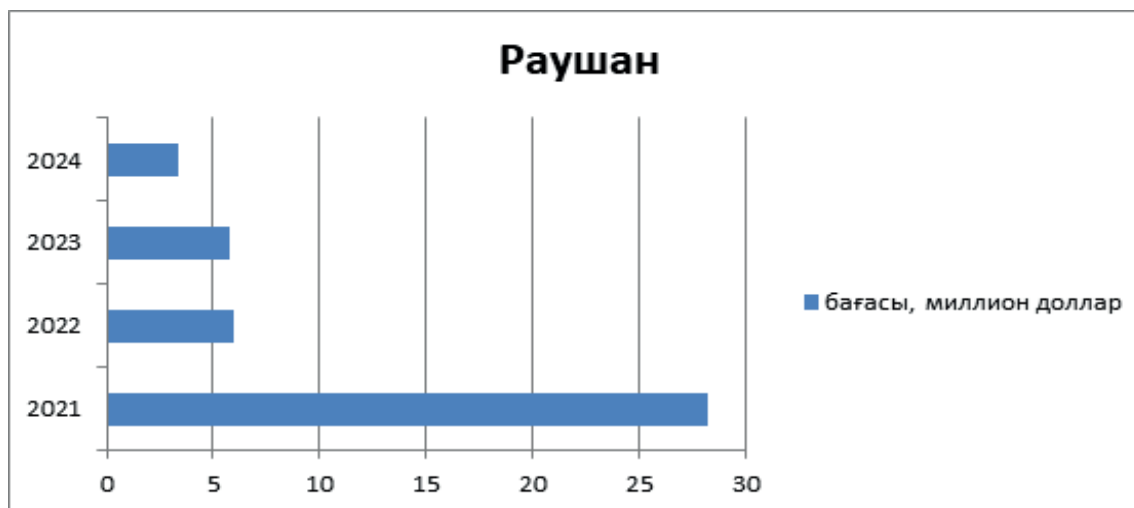
Раушан маңызды сәндік өсімдік ретінде

Раушан гүлдері бірнеше мыңдаған жылдар бұрын Еуропа мен Қытайда дәрілік, сәндік және хош иіс алу мақсатында мәдени сұрыптарды шығаруға бағытталған [1]. 18 ғасырда Еуропаға қытайлық раушандарды енгізу [2] нәтижесінде еуропалық раушан гүлдері өзгерістерге ұшырады. Мысалы гүлдердің көлемінің үлкеюі, түстерінің алуандылығы, хош иісінің артуы. Содан бері қарқынды селекция және жоспарланған селекциялық жұмыстар бүкіл әлемде мәдени формалары бар раушан түрлерінің жүздеген сорттардың пайда болуына әкелді [3]. Бұл өзгерістер раушан гүлін әлемдегі ең танымал сәндік өсімдікке айналдырды. Осылайша, өсіру тарихына байланысты раушан гүлдері тетраплоидты, триплоидты және диплоидты сорттардан тұратын түр аралық кешен болып табылады [4]. Қазіргі уақытта раушанның жаңа сорттарының басым көпшілігін жеке селекционерлер шығарады.

Раушандар әлемдегі ең маңызды сәндік өсімдіктердің бірі болып табылады, әлемдік статистика бойынша жылына 18 млрд кесілген гүлдер, 60-80 млн өсіретін раушан және ландшафт үшін 220 млн раушан өндіріледі [5]. Жиырма жыл бұрын әлемде кесілген раушан және бақша раушандары

нарығының болжамды құны жылына 11,7 млрд долларды құрады [6]. 2008 жылы раушанның әлемдік өндірісі 24 млрд еуроға бағаланды [7]. Жақында голландиялық раушан кесілген гүлдер нарығының құны 10 млрд долларға бағаланды [8] және Солтүстік Американың ландшафттық раушан өнеркәсібі 1 млрд долларға бағаланды [9]. Осылайша, әлемдік ауқымдағы раушан өнеркәсібі 10 млрд долларға жуық экономикалық әсерге ие.

Қазақстан Республикасы Қаржы министрлігінің Мемлекеттік кірістер комитеті шетелден гүл әкелуге қатысты қызықты деректермен бөлісті (1-сурет) [10].



1-сурет – 2020-2024 жылдардағы Қазақстаннан раушан гүлінің импорты

2021 жылы Қазақстанға 41,4 млн долларға 5 752 т гүл әкелінді. Атап айтқанда, раушан (3 646 т, 28,2 млн АҚШ доллары), хризантема (714 т, 4,8 млн АҚШ доллары), лалагүл (240 т, 1,4 млн АҚШ доллары), қалампыр (197 т, 1,1 млн АҚШ доллары) және басқа да гүлдер. Сонымен қатар, 2021 жылы Қазақстан 71,4 мың АҚШ долларын құрайтын салмағы 17,8 т раушан мен лалагүлді экспорттаған.

2022 жылдың қаңтар-ақпан айларында Қазақстанға 8,5 млн АҚШ долларын құрайтын 1085 т гүл әкелінді. Раушан гүлдері ең танымал болды: оның 724 т импортталды, құны шамамен 6 млн АҚШ доллар.

2022 жылы гүлдер Нидерландыдан (535 т), Бельгиядан (162 т), Германиядан (115 т), Эквадордан (94 т), Литвадан (79 т), Колумбиядан (54 т), Өзбекстаннан (69 т), Кения (15 т), Словакия (5 т), Израиль (4 т) және Түркия (3 т) мемлекеттерінен әкелінді.

2023 жылдың қаңтар-ақпан айларында Қазақстанға 9,5 млн АҚШ долларын құрайтын 1341 т гүл (24,6 млн бүршік) әкелінді. Раушан гүлдері тағы да танымалдық бойынша бірінші орынға шықты: 799 т (18 млн бүршік) құны 5,8 млн АҚШ доллар.

2023 жылы Қазақстанға 60,1 млн АҚШ долларын құрайтын 8,5 мың т гүл әкелінді, бұл 2022 жылмен салыстырғанда 1,4 мың т және 13,1 млн АҚШ долларына көп. 2023 жылы қазақстандық раушан гүлдері Өзбекстанда шетелде сұранысқа ие болды, онда 40,4 мың АҚШ долларына 27,1 т гүл экспортталды [10].

2024 жылдың қаңтарында Қазақстанға 5,0 млн АҚШ долларын құрайтын 639,7 т гүл (12,1 млн бүршік) әкелінді. 2023 жылдың қаңтарында 3,9 млн АҚШ долларға 526,8 т гүл (10,2 млн бүршік) импортталды. Раушан гүлдері ең танымал болып қалды, 411,2 т (9,3 млн бүршік) құны 3,4 млн АҚШ долларын құрады.

2024 жылы гүлдер Эквадордан (404,2 т), Нидерландыдан (105,4 т), Колумбиядан (49,3 т), Қытайдан (16,3 т), Кениядан (44,8 т), Өзбекстаннан (9,2 т) және Израильден (2,7 т) әкелінді [10].

Ұсынылған деректерге сүйене отырып, соңғы жылдары Қазақстанға гүл әкелу көлемі мен құнының айтарлықтай өскені туралы қорытынды жасауға болады. Раушан гүлдер ең танымал гүл болып қала береді, бұл импорт және экспорт деректерімен расталады. Қазақстан түрлі елдерден белсенді түрде гүлдер импорттайды, бұл ретте жеткізушілер арасында Эквадор жетекші орын

алады. Мәліметтер сондай-ақ ел экономикасын нығайтуға және ішкі нарықтың қажеттіліктерін қанағаттандыруға көмектесетін гүл нарығын дамытудың оң динамикасын көрсетеді.

Өсімдік ауруларының раушан гүлінің өндірісіне әсері

Қазігі таңда көптеген қалалар саябақтар мен жасыл кеңістіктердің қажеттілігін талап етеді. Жасыл кеңістіктердің қоршаған ортаның жағдайына жағымды әсер ету қабілетін ескере отырып, оларды адамдардың өмір сүретін, жұмыс істейтін, оқитын және демалатын жеріне барынша жақындату қажет. Сәндік өсімдіктер қоршаған ортаның және ірі қалалардың ажырамас бөлігі болып табылады. Олар қолайлы микроклиматтық және санитарлық-гигиеналық жағдайларды жасап қана қоймай, сонымен қатар қалалық ландшафтының эстетикалық жағдайын жақсартады.

Бірақ сәндік кешендерді құру барысында бірқатар мәселелер кездеседі:

- біріншіден, гүлдердің көпшілігі көшет әдісімен өсіріледі, яғни тұқым себу жылыжайларда жүзеге асырылады, одан әрі көшеттерді ашық жерге отырғызады. Көбінесе сәндік өсімдіктер дала жағдайына бейімделуі нашар етеді;

- екіншіден, гүлді өсімдіктердің нашар өсуінің себебі – олардың әртүрлі аурулармен және зиянкестермен зақымдануы;

- үшіншіден, абиотикалық, биотикалық және антропогендік стрестік жағдайларға қарсы сорттық сезімталдық байқалады [11].

Саңырауқұлақтар, бактериялар, вирустар, нематодтар және фитоплазмалар бүкіл әлемде өсірілген раушанға әсер етеді. Бұл қоздырғыштар өсімдіктердің өсуін баяулатады және өліміне әкеледі, сонымен қатар өсімдіктің сәндік құндылығына айтарлықтай әсер етіп, жапырақтар мен гүлдердің мозаикасын, деформациясын, дақтарын, түссізденуін, некрозын тудырады. Соңғы уақытта тұтынушылар тарапынан бау-бақша раушандарына сұраныстың жоғары тенденциясы байқалып, ерекше күтімді қажет етпейтін және аймақтың негізгі ауруларына төзімді раушандарды өсіруді дамыту аса маңызды [12]. Соның ішінде қара дақ пен ақ ұнтақ ауруларына төзімді раушан гүлдері өте жоғары сұранысқа ие.

Солтүстік Америка мен Еуропадағы раушан генетикасын зерттейтін бірнеше мемлекеттік бағдарламалар өз зерттеулерін ауруға төзімді сорттарын шығаруға негізделген, ал жеке бағбандар раушанның жаңа сәндік сортын шығаруға бағытталған. Осылайша, әлемде шығарылатын жаңа раушан сорттарының басым көпшілігін жасайтын жеке селекциялық бағдарламалар [13].

Жапырақ дақтары мен жапырақтардың түсуін тудыратын кең таралған әлемдік раушан саңырауқұлақ қоздырғыштарына: қара дақ (*Diplocarpon rosae* Wolf), тат (*Phragmidium spp.*), церкоспора (*Cercospora pueri* B. H. Davis және *C. rosicola* Pass.) және антракноз (*Sphaceloma rosarium*) жатады.

Ақ ұнтақ (*Podosphaera pannosa* Wallr.:Fr.) және жалған ақ ұнтақ (*Peronospora sparsa* Berk.) саңырауқұлағы саябақтарда, қалалық ортада сәндік раушан гүлдеріне әсер етеді, бірақ екі ауру да жылыжайларда өсірілетін гүлдерде жиі кездеседі [14].

Күз мезгілінде раушанның негізгі қоздырғышы – *Botrytis* саңырауқұлағы (*Botrytis cinerea* Pers. Ex Fr.) [15]. Раушандарды өсіру кезінде бұл аурумен күресу ақ ұнтақтың құнына сәйкес болса да, раушан гүлдеріндегі сұр шірікке төзімділігі туралы аз мәлімет бар.

Саңырауқұлақтан басқа раушан ауру қоздырғыштарына вирус, бактерия, нематодтар жатады. Мысалы, кең таралған бактериялық ауру – тәжі ауруы (*Agrobacterium tumefaciens* Conn.) [16], нематодтар [17] және әртүрлі вирустар бүкіл әлемде кең таралған және жақсы бақыланады [18].

Саңырауқұлақ және бактериялық аурулармен күресу шараларына: профилактикалық фунгицидтік немесе бактерицидтік (био бақылауды қоса алғанда) қолдану арқылы толықтай жою (инфекция көздерін жою), оқшаулаумен (тек таза жабдықты пайдалану) және төзімді сорттар қолданумен жүргізіледі [19].

Раушандарда көптеген вирустар бар, соның ішінде: Алмұрттың некротикалық сақина дақтары вирусы (PNRS), Алма мозаикалық вирусы (ArMV), Арабис мозаикалық вирусы (ArMV) [20].

Көптеген вирустар өлімге әкелмесе де, инфекциялар әдетте гүлдердің өміршеңдігін, өнімділігін және сапасын төмендетеді [21]. Дегенмен, қызғылт Розетка вирусы раушан өсімдігі үшін аса қауіпті және өлімге әкеледі [22].

Егер өсімдік вирус ауруымен жұқтырылған болса, өсімдіктен вирусты жою мүмкін емес. Вирустармен күресудің негізгі әдісі – олардың таралуына жол бермеу. Ол үшін отырғызу материалының вирустармен ластанбауын қамтамасыз ететін сертификаттау бағдарламалары қолданылады.

Мысалы, Калифорния университетінде (Дэвис, АҚШ) Foundation Plant Services өсімдіктерді сертификаттау қызметі бар, ол вируссыз раушан сорттарын сақтауға арналған. Олар сондай-ақ термотерапия (жылумен емдеу) арқылы өсімдіктерден вирустарды жоя алады.

Қара дақ ауруы

Қара дақ – кең таралған және өте зиянды ауру. Ауру әсіресе жоғары ылғалдылық жағдайында қарқынды дамиды. Ауру өсімдіктердің әлсіреуіне әкеледі, олар нашар қыстайды және келесі жылы жаман гүлдейді. Жапырақтардағы қара дақтардың әсерінен зардап шеккен өсімдік сәндік көрінісін жоғалтады (2-сурет) [23].



2-сурет – Қара дақ ауруымен зақымданған раушан жапырағы [23]

Қоздырғыш *D. rosae*, гемибиотрофты [24] аскомицет, оның өмір сүруі ең алдымен тірі жасушаларға байланысты. Оның кем дегенде 11 түрлі патогендік расалары бар екендігі құжатталды [25]. Саңырауқұлақтың жыныстық формасы *Marssonina rosae* болғанымен, бұл туралы мәліметтер аз кездеседі [26]. Бірнеше зерттеулер молекулалық маркерлерді қолдана отырып, саңырауқұлақтардың әртүрлілігін зерттеді және басқа саңырауқұлақ географиясына байланысты өзгергіштік бар екенін анықтады. Мысалы АҚШ, Украина, Канада, Франция, Швеция елдерінде жүргізілген зерттеулерде қара дақ ауруының патогендерінде айырмашылық табылды [27].

Жаздың екінші жартысында раушан түрлерінің жапырақтарында әртүрлі көлемдегі қою қоңыр, қара дақтар байқалды. Соның салдарынан жапырақтары бозарып, мерзімінен бұрын түсіп қалды. Біржылдық өскіндердің жасыл қабығында да дақтар болды. Нәтижесінде келесі жылы өсімдік әлсіреп, нашар гүлдейді. Жапырақтардың терісінің астында саңырауқұлақ мицелийі дамиды аурудың қоздырғышы өсіп келе жатқан жолақтарды қалыптастырады. Раушан жапырақтарының қара дақ ауруы кезінде бұл жарықтық дақтардың шеттерінде анық көрінеді. Өйткені, раушан гүлдері тығыз, көлеңкелі және нашар желдетілетін жерлерде отырғызылады.

Арудың белгілері жапырақтарда дөңгелек қара дақтар түрінде пайда болады. Зақымдалған жапырақтар әдетте құлап кетеді, бұл өсімдіктер қалыпты даму қабілетін жоғалтады. Дақтарда саңырауқұлақтың конидиальды споралануы дамиды. Конидиялар түссіз, ұзынша, сәл сойыл тәрізді, кейде пішіні дұрыс емес, көбінесе шілтерлі, өлшемі 16-25×5-7 мкм (3-сурет).



3-сурет – Қара дақ спорасы [23]

Аурудың қоздырғышы жоғары температура диапазонында дами алады. Ылғалды субтропиктерінде саңырауқұлақтың өсуіне және дамуына жағымды әсер ететін температура бүкіл вегетациялық кезеңде дерлік байқалады, түнде немесе таңертеңгі шықтан жауын-шашын түріндегі тамшы-сұйық ылғалдылық инфекция үшін жеткілікті. Жапырақтардағы алғашқы дақтар маусымның бірінші онкүндігінде пайда болады.

Жаңбырдың тамшылары арқылы таралатын қоздырғыш бүкіл егістікке, әсіресе жас өсімдіктерге, біркелкі таралмауы мүмкін, бұл сорттың төзімділігіне байланысты. Сорттардың төзімділігін анықтау үшін бір танапта бірнеше раушан сұрыптарын бір-біріне жақын отырғызады. Арасына жұқтырылған раушан гүлдерін отырғызады. Сынақ жұмыстары кем дегенде 3 жыл бойы жүргізіледі. Ең төзімді раушандар кейіннен патогендердің алуан түрлілігіне ұшырауы үшін бірнеше жерге отырғызылады. Дегенмен, далалық скрининг өсімдіктердің төзімді расаларын анықтамайды. Скринингтің бұл түрін зертханада белгілі бір расалармен бөлінген жапырақтарды скрининг әдісі арқылы тиімді жүргізуге болады. Осылайша жеке бағбандар немесе ғылыми зерттеу мекемелері сынақтар жүргізеді [28].

Қара дақ конидиялары жаңбырлатып суаруды қолдану арқылы да таралуы мүмкін. Көптеген коммерциялық раушан өсірушілер бүрку, жаңбырлатып бүрку жұмыстарын аз немесе мүлдем қолданбауға бет бұрып жатыр. Бұдан басқа, егу деңгейін арттыру үшін аз күш жұмсалады, дегенмен олардың сынақтары әдетте сезімтал сорттарды қамтиды және көбінесе белгіленген ауру сынақтарының жанына отырғызылады [29].

АҚШ және Еуропа елдерінде далалық және зертханалық зерттеулер раушан гүлдерінің (мәдени және жабайы) қара дақтарға төзімділігін бағалады. Ең төзімді түрлер жабайы раушан гүлдері немесе олармен шағылысу арқылы алынған сорттар болып шықты. Соңғы 30 жылдағы табыстарға қарамастан, қара дақтар ауруына толықтай төзімді сорттар жоқ: Америка Құрама Штаттарында сыналған 400 раушан сортының тек 7% жоғары төзімділік көрсетті [30].

Ақ ұнтақ ауруы

Ақ ұнтақ саңырауқұлақтары алғашқы рет зерттелген кезде *Erysiphaceae* тұқымдасына немесе *Erysiphales* отрядына жіктелген. Соңғы жылдары *Leotiomycetes* класстық мультигенді филогениясы нәтижесінде ақ ұнтақ Helotiales мүшесі екенін көрсетті. Олар әдетте әртүрлі ауылшаруашылық және сәндік өсімдіктердің жапырақтарында, жас бұтақтарында, кейде жемістерінде инфекциялар тудыратын байқалады. Оларды ұнтақты дақтар немесе өсімдік бетіндегі ақ, сары, қоңыр немесе сұрғылт мицелий мен конидиофорлардың диффузиялық қабаты арқылы оңай анықтауға болады, кейде сфералық, ине ұшы тәрізді, сары, қоңыр және қара түсті мицелийлер құрылымдармен безендірілген. Ақ ұнтақтың ауыл шаруашылығы мен бау-бақша шаруашылығына айтарлықтай экономикалық әсері, өсімдік беттеріндегі бірегей инфекциялық құрылымдардың айқын дамуы және өсімдік-паразиттік өзара әрекеттесулердің әртүрлілігі оларды биотрофты қоздырғыштарды және олардың өсімдік иелерімен өзара әрекеттесуін зерттеу үшін қолайлы үлгілі организмдерге айналдырды [31].

2000 жылдан 2019 жылға дейін әлемдік аурулар ақпараттық базасында тіркелген 700-ден астам ұнтақты көгеру ауруының үштен бірі тек жалпы деңгейде анықталды. Бұл аурулардың қоздырғыштары молекулярлық филогенездер мен морфологиялық белгілерді пайдалана отырып, міндетті түрде анықтауды қажет етеді. Көптеген аурулар генетикалық жағынан бір-бірінен ерекшеленетін түрлердің морфологиялық тұрғыдан бір-бірінен ажыратылмайтыны туралы дәлелдемелердің жоғарылауымен сәйкестендіру мақсатында салыстырылатын тип үлгілері үшін жақсы сақталған анықтамалық ДНҚ тізбегін әзірлеу өте маңызды.

Ақ ұнтақ жылыжайларда өсірілетін раушандардың басты ауруы болып табылады. Себебі жылыжай жағдайында қоздырғыштың дамуына оңтайлы жағдай жасалған [32]. Бұл әртүрлі сорттармен әрекеттесетін көптеген патогендік расалары бар облигатты саңырауқұлақ паразиті [33]. Жылыжайларда өсірілетін раушандар (зерттелетіндердің 5%) және дала жағдайында өсетін раушандармен салыстарғанда, дала жағдайында патогендік расалардың әртүрлілігі жоғары (4-сурет) [34].



4-сурет – Ақ ұнтақпен ауырған раушан жапырағы [23]

Сонымен қатар, *Podosphaera* ауадағы конидиялар бар, олар негізінен су тамшылары арқылы таралатын Диплокарпон сияқты патогенге қарағанда ұзақ қашықтыққа тасымалдана алады. Бұл жаңа расалардың тез қалыптасып, таралу күшін арттырады. Төзімділік мәдени және жабайы раушан гүлдерінде анықталған. Патоген мен иесі өсімдіктің өзара әрекеттесуін зерттеу нәтижесінде, саңырауқұлақтардың тез енуі мен өсуінен бастап өсімдіктің қорғаныс реакциясына және споралардың баяу өнуіне дейінгі әртүрлі реакцияларды анықтады [35].

Ақ ұнтақ пен өсімдіктің өзара әрекеттесуін түсіну, ауруға төзімділікке байланысты кез келген зерттеулер үшін өте маңызды. Бұл міндетті биотрофты қоздырғыш гаустория деп аталатын арнайы инфекциялық құрылымдар және ие өсімдік ішінде әрі қарай колонизациялау арқылы иесінде өзін орнықтыру үшін қарқынды инфекция процестеріне ие. Өсімдіктердегі ұнтақты көгеруге төзімділікке жауапты гендер бар, ал раушан, жүзім және дәнді дақылдарда (бидай және арпа) ұнтақты көгеруге төзімділік туралы мәліметтер бар [36].

Тат ауруы

Тат – жабайы және бақша раушандарының кең таралған ауруы. Аурудың негізгі зияндылығы – өсімдіктердің бұралуы, жапырақтардың, өскін мен бұталардың кебуі, өсу мен дамудың тежелуі. Дүние жүзінде *Phragmidium* тектес тат қоздырғыштарының 10 түрі раушандарда паразиттер әсеріне ұшырайды, олардың ішінде ең көп тарағандары *P. americanum*, *P. fusiforme*, *P. montivagum*, *P. mucronatum*, *P. rosae-pimpinellifoliae*, *P. rosae-rugosae* және *P. tuberculatum*. Бұл түрлер морфологиялық жағынан ұқсас, сондықтан оларды ажырату қиын [37].

Украинада жүргізілген зерттеу бойынша *Phragmidium mucronatum* (Pers), *Phragmidium rosae-pimpinellifoliae* (Rabenh.) Diet., *Phragmidium tuberculatum* J.H.H. Müller [38] даму циклінде келесі морфологиялық құрылымдарға ие: спермогониялар (кішкентай, сарғыш-қоңыр түсті, эпидермис пен кутикула арасында орналасқан) жапырақ бетінде пайда болады (5-сурет).



5-сурет – Тат белгісі бар жапырақтың жоғарғы жағы [23]

Эциалар (гипофильді, қызғылт сары түсті, перидийсіз, бірақ гиалинді парафиздермен), эциоспоралар тізбектерде пайда болады; урединиальды (гипофильді, кішкентай, диаметрі 2 мм-ге дейін) парафиздермен қоршалған, жалғыз урединиоспоралар, сабақта; телия (гипофильді, қара, телиоспоралар) ұзын, эллиптикалық, көп жасушалы, қара қоңыр, жапырақтың төменгі жағында болады [39].

Раушанның өсу кезеңінде патогеннің даму кезеңдері: сәуір-мамыр айларында эциоспоралары бар ашық сары эцийдің сабақтарында түзілуі; қазанайында қызғылт сары урединиоспоралары бар урединия жапырақтарында дамуы; тамыз-қазан айларында жапырақтардың төменгі бетінде телиоспоралары бар қара қоңыр қыстайтын телийлердің пайда болуы. Көктем-жаз мезгілінде Украинаның оңтүстігіне вегетациялық кезеңнің өте құрғақ климаттық жағдайлары таттың дамуын тежейді. Сондықтан тат ауруының алғашқы белгілері қыркүйектің бірінші онкүндігінде таңертеңгі шыққан кейін пайда болады. Қыркүйектің екінші онкүндігінен қазанның үшінші онкүндігіне дейін аурудың жаппай дамуы байқалады, ол хлоротикалық сары дақтармен жабылған жапырақтардың астыңғы жағында бір мезгілде уредо және телиоспорогенез түрінде көрінеді. Мұндай зақымдану жапырақтардың жаппай түсуіне, сондай-ақ жаңа жапырақтардың біртіндеп өсуіне әкеледі. Тат раушан өсімдіктерінің вегетациялық кезеңінің ұзаруына әкеледі, бұл өз кезегінде олардың қолайсыз абиотикалық факторларға, әсіресе төмен температураға төзімділіктің төмендеуіне ықпал етеді [40].

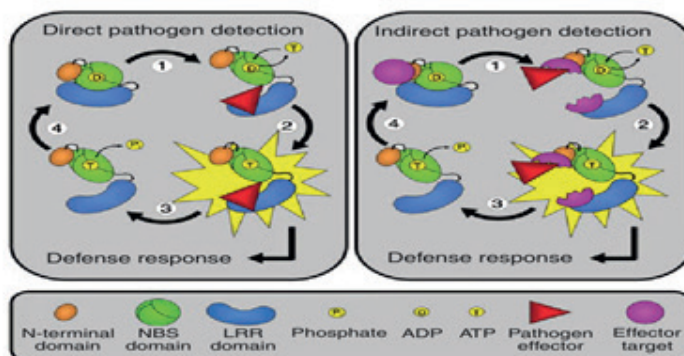
Фитопатогенді ауруларға раушан гүлдеріндегі генетикалық төзімділік механизмі

Раушан сияқты сәндік өсімдіктерде ауруларға төзімділік гендерінің қалыптасуы ұзақ мерзімді үрдіс. Бұл әсіресе раушандар үшін қиын, өйткені коммерциялық мақсатпен өсірілетін раушандар (кесілетін раушандар, құмырадағы, бақша және көгалдандыруға) арналған көптеген түрлер бар және олардың әрқайсысының түсі мен пішініне қойылатын талаптары бар. Осылайша, раушанды кез-келген ауруға төзімді болу үшін жүздеген жаңа сорттар жасау қажет болады [41].

1990 жылдардың басынан бастап генетикалық маркерлерді анықтау жұмыстары белсенді дамып келеді. RFLP, AFLP, SSR, RGA, PK, CAP, SCAR маркерлер сипатталған және басқалары диплоидтар мен тетраплоидтар үшін генетикалық карталар жасау үшін пайдаланылды. Бұл карталарда әртүрлі белгілермен байланысты аймақтар, соның ішінде ауруға төзімділік, сондай-ақ осы төзімділікке жауап беретін гендер көрсетілген [42].

TIR-NBS-LRR (TNL) гендер өсімдік ауруларына төзімділікке жауапты гендерінің бірі. Бұл гендер патогендерді анықтауға және қорғаныс механизмдерін белсендіруде маңызды рөл атқарады, өсімдіктерге зиянды микроорганизмдердің шабуылдарына тиімді жауап беруге көмектеседі. Клондалған 310 астам өсімдік ауруларына төзімділік гендерінің шамамен 61% NLR гендер тобына жатады [43]. Демек, төзімділік гендерінің аналогтары ретінде де белгілі NLR ақуыздары олардың патогендерге әсерін түсіндіру үшін көптеген өсімдіктерде кеңінен зерттелді [44]. Жабық тұқымдылардағы NLR гендерінің филогенетикалық талдауына сәйкес оларды үш кіші санатқа бөлуге болады: TIR-NBS-LRR (TNL), CC-NBS-LRR және RPW8-NBS-LRR [45].

Өсімдік NBS-LRR ақуыздарының ерекшелігінің ең қарапайым түсіндірмесі патогендердің өсімдік NBS-LRR ақуыздары мен патогендік молекулалардың тікелей әрекеттесуі арқылы анықталады. Өсімдіктерге төзімділіктің бірнеше ақуыздары ғана жақсы сипатталғанымен, өсімдіктер патогенді анықтаудың тікелей және жанама механизмдерін қолданатыны туралы дәлелдер бар (6-сурет) [46].



6-сурет – NBS-LRR генінің белсендіру моделі [46]

Мысалы, қара дақ үшін үш ген (Rdr) анықталды, сонымен қатар ішінара төзімділіктің тұқым қуалау схемасы сипатталды. Ақ ұнтақ жағдайында аурудың белгілі бір расасына толық төзімділікті қамтамасыз ететін доминантты ген Rpp1 табылды. Сонымен қатар, зерттеу жұмыстары бойынша

ақ ұнтаққа төзімділікпен байланысты бірнеше учаскелер QTL анықталды [47]. Раушан мен қара дақ ауруының өзара әрекеттесуі өсірілген өсімдік патогендерінің ең көп зерттелген өзара әрекеттесулерінің бірі болып табылады [48]. Бүгінгі күні 11 дейін патогендік расалар әртүрлі авторлармен сипатталған, ие өсімдіктердің әртүрлі жиынтықтары бойынша сараланған және ие өсімдік – патогендікөзара әрекеттесу гистологиялық және биохимиялық әдістермен зерттелген [49].

Өсімдіктердің ауруға төзімділігін анықтайтын зерттеулердің ішінде бірнеше төзімділік гендері (R-гендер) зерттелді. Олардың бірі өсімдікті әртүрлі патогендік изоляттардан, соның ішінде DortE4 изоляттарынан қорғауды қамтамасыз ететін TNL типті ген ретінде анықталды [50].

Қорытынды

Ауруларға төзімділік үш себеп бойынша раушан өсірушілер үшін басты мәселенің біріне айналды:

- 1) көгалдандыруға арналған раушандар тұтынушылар арасында ауруға төзімді өсімдіктер аса жоғары сұранысқа ие;
- 2) жылыжайда немесе учаскеде аурулармен күресу қымбатқа түседі;
- 3) химиялық ластануды азайту және денсаулыққа зиян келтіруін болдырмау үшін зиянды химиялық препараттарды пайдалануды азайту аса маңызды.

Раушан – генетикалық өзгергіштігі жоғары күрделі өсімдік және қазіргі уақытта ол ауруларға төзімділік үшін өсіріледі, өсімдіктерді даладағы жағдайына қарай таңдайды. Бұл процесс ұзақ, өйткені өсімдіктердің ауруларға төзімділігін сенімді бағалау үшін 2-3 жыл қажет. Сондықтан ауруға төзімділікке жауап беретін гендерді оңай бақылауға көмектесетін молекулалық маркерлерді пайдалану өте пайдалы.

Осы уақытқа дейін бірнеше маркерлер белгілі, бірақ олар раушан өсіруде үнемі қолданылмайды. Мыңдаған маркерлерді анықтай алатын генотиптеу әдістерін әзірлеу төзімді сорттарды жасау процесін жылдамдатады.

Бүгінгі күні әртүрлі таксономиялық топтардан көптеген саңырауқұлақ аурулары сипатталған, олар зақымдалған өсімдіктердің өсуі мен дамуына, олардың өніміне, сәндік қасиеттеріне әсер етуі мүмкін. Әртүрлі фитопатогенді аралас инфекциялар әдетте олардың әрқайсысының зиянды әсерін күшейтеді. Саңырауқұлақ аурулары өсімдіктен өсімдікке вегетативті жолмен беріледі; көпшілігі су және тұқым арқылы таралады. Саңырауқұлақтардың көптеген аурулары өте кең ауқымға ие. Әртүрлі тұқымдас өсімдіктерді жұқтыру арқылы олар жел мен судың көмегімен көршілес әртүрлі дақылдардың екпелеріне тез таралады, бұл олардың таралуын бақылауды айтарлықтай қиындатады және тұрақты табиғи инфекция ошақтарының пайда болуына әкелуі мүмкін. Сәндік дақылдардың саңырауқұлақ қоздырғыштарының генетикалық әртүрлілігін, географиялық таралуын және биологиялық қасиеттерін түсіну олардың әрі қарай таралуының алдын алу үшін олардың молекулалық және серологиялық диагностикасының тиімді әдістерін жасауға ықпал етеді.

Авторлардың қосқан үлесі

СЗ: Әдеби деректерді жинаумен және талдаумен, материалды құрылымдаумен, сондай-ақ мақала жазумен және рәсімдеумен айналысты. ММ: Ғылыми дереккөздерді талдауға және іріктеуге, мақаланың мазмұны бойынша кеңес беруге және мәтінді редакциялауға қатысты. ГА: Зерттеу тақырыбы бойынша ақпарат жинауға, материалдар дайындауға және деректерді жинақтауға көмек көрсетті. КА: сараптамалық ұсыныстар беру және мәтінді түпкілікті редакциялаумен айналысқан.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Guoliang, W. (2003). *Ancient Chinese roses*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 387–395.
- 2 Joyaux, F. (2003). *European (Pre-1800)*. In A.V. Roberts, T. Debener, Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 395–402.

- 3 Marriott, M. (2003). *Modern (Post-1800)*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 402–409.
- 4 Zlesak, DC, Whitaker, VM, Hoanson, SC. (2010). Evaluation of roses from the Earth-Kind Trials: Black spot (*Diplocarpon rosae* Wolf) resistance and ploidy. *HortScience*, 45(12), 1779–1787.
- 5 Blom, TJ, Tsujita, MJ. (2003). *Cut rose production*. In A. V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 594–600.
- 6 Pemberton, HB, Kelly, JW, Ferare, J. (2003). *Pot rose production*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 587–593.
- 7 Heinrichs, F. (2008). International statistics flowers and plants AIPH, Union Fleurs. 56.
- 8 Byrne, DH, Pemberton, HB, Holeman, DJ, Debener, T., Waliczek, TM, Palma, MA. (2019). Survey of the rose community: Desired rose traits and research issues. *Acta Horticulturae*, 1232, 189–192. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1232.27.
- 9 Vineland Research and Innovation Centre. (2013). *The innovation report VRIC*.
- 10 *What do Kazakhstan's gift?* (05.08.2022). Committee of State Revenues Ministry of Finance of the Republic of Kazakhstan. <https://www.gov.kz/memleket/entities/kgd/press/news/details/336939?lang=ru>
- 11 Horst, RK, Cloyd, RA. (2007). *Compendium of rose diseases and pests*. The American Phytopathological Society, 2nd ed., 1-83.
- 12 Gahlaut, V., Kumari, P., Jaiswal, V., Kumar, S. (2021). Genetics, genomics and breeding in *Rosa* species. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 96(5), 545–559. DOI: 10.1080/14620316.2021.1894078.
- 13 Hutton, S. (2012). The future of the rose industry. *American Rose*, 41, 36–37.
- 14 Xu, X., Pettitt, T. (2003). *Downy mildew*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 154–158
- 15 Gleason, ML, Helland, S. (2003). *Botrytis*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 144–148.
- 16 Hert, AP, Jones, JB. (2003). *Crown gall*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 140–144.
- 17 Wang, X., Jacob, Y., Mastrantuong, S., Bazzano, J., Voisin, R., Esmenjaud, D. (2004). Spectrum and inheritance of resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne hapla* in *Rosa multiflora* and *R. indica*. *Plant Breeding*, 23, 79–83.
- 18 Mekapogu, M., Jung, J-A, Kwon, O-K, Ahn, M-S, Song, H-Y, Jang, S. (2021). Recent progress in enhancing fungal disease resistance in ornamental plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 22 (15), 7956. DOI: 10.3390/ijms22157956.
- 19 Yim, B., Baumann, A., Grunewaldt-Stöcker, G., Liu, B., Beerhues, L., Zühlke, S., Sapp, M., Nesme, J., Sørensen, SJ, Smalla, K., Winkelmann, T. (2020). Rhizosphere microbial communities associated with rose replant disease: Links to plant growth and root metabolites. *Horticulture Research*, 7, 144. DOI: 10.1038/s41438-020-00365-2.
- 20 Debener, T., Byrne, DH. (2014). Disease resistance breeding in rose: Current status and potential of biotechnological tools. *Plant Science*, 228, 107–117. DOI: 10.1016/j.plantsci.2014.04.005
- 21 Baradan, GR, Aminao, MM, Assari, MJ. (2012). Identification of fungal diseases of *Rosa damascena* in Kerman province of Iran. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 45(8), 1087–1095.
- 22 Gachomo, EW, Dehne, HW, Steiner, U. (2006). Microscopic evidence for the hemibiotrophic nature of *Diplocarpon rosae*, cause of black spot disease of rose. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 69, 86–92.
- 23 Windham, MT, Evans, T., Collins, S., Lake, JA, Lau, J., Riera-Lizarazu, O., Byrne, DH. (2023). Field resistance to rose rosette disease as determined by multi-year evaluations in Tennessee and Delaware. *Pathogens*, 12 (3), 439. DOI: 10.3390/pathogens12030439.
- 24 Shalini, M., Jayasekhar, KG, Sabarinathan, R., Akila, Kannan, R. (2020). Antifungal activity of new bacterial biocontrol agents against *Diplocarpon rosae* causing black spot disease of rose. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(5), 3124–3133. DOI: 10.20546/ijcmas.2020.905.370.

- 25 Whitaker, VM, Hokanson, SC. (2009). Partial resistance to black spot disease in diploid and tetraploid roses: General combining ability and implications for breeding and selection. *Euphytica*, 169, 421-429.
- 26 Kono, A., Kawabata, A., Yamazaki, A., Ohkubo, Y., Sofu, A., Hosokawa, M. (2023). Control of black spot disease by ultraviolet-B irradiation in rose (*Rosa* × *hybrida*) production. *The Horticulture Journal*, 92 (1), 88–96. DOI: 10.2503/hortj.QH-037.
- 27 Lühmann, A-K, Linde, M., Debener, T. (2010). Genetic diversity of *Diplocarpon rosae*: Implications on practical breeding. *Acta Horticulturae*, 87, 157–162.
- 28 Yeluguri, S., Prakash, T., Sriram, S., Kempaiah, SG, Venkat, D., Upreti, KK, Mythili, JB. (2023). Screening of rose genotypes in field and in vivo for resistance against black spot caused by *Diplocarpon rosae*. *Indian Phytopathology*, 76, 281–288.
- 29 Jennings, C., Simmons, T., Parajuli, M., Liyanage, KHE., Baysal-Gurel, F. (2024). Effect of fungicides and application intervals for the control of black spot of roses. *HortScience*, 59(5), 673–677.
- 30 Li, Y., Pu, M., Cui, Y., Gu, J., Chen, X., Wang, L., Wu, H., Yang, Y., Wang, C. (2023). Research on the isolation and identification of black spot disease of *Rosa chinensis* in Kunming, China. *Scientific Reports*, 13, 8299. DOI: 10.1038/s41598-023-35295-1.
- 31 Chandran, NK, Sriram, S., Prakash, T., Budhwar, R. (2021). Transcriptome changes in resistant and susceptible rose in response to powdery mildew. *Journal of Phytopathology*. DOI: 10.1111/jph.13028.
- 32 Zhao, Y., Xiong, Z., Wu, G., Bai, W., Zhu, Z., Gao, Y., Parmar, S., Sharma, V. K., Li, H. (2018). Fungal endophytic communities of two wild *Rosa* varieties with different powdery mildew susceptibilities. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2462. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02462.
- 33 Zhang, C., Li, J., Su, Y., Wu, X. (2022). Association of physcion and chitosan can efficiently control powdery mildew in *Rosa roxburghii*. *Antibiotics*, 11(11), 1661. DOI: 10.3390/antibiotics11111661.
- 34 Bender, CL, Coyier, DL. (1984). Pathogenic variation in Oregon populations of *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*. *Plant Disease*, 70, 383–385.
- 35 Zhang, Y., Dong, W., Zhao, C., Ma, H. (2022). Comparative transcriptome analysis of resistant and susceptible Kentucky bluegrass varieties in response to powdery mildew infection. *BMC Plant Biology*, 22, 1–10. DOI: 10.1186/s12870-022-03883-4.
- 36 Chandran, NK, Sriram, S., Prakash, T., Budhwar, R. (2021). Transcriptome changes in resistant and susceptible rose in response to powdery mildew. *Journal of Phytopathology*, 169, 556–569. DOI: 10.1111/jph.13028.
- 37 Leus, L., Van Huylbroeck, J., Rys, F., Dewitte, A., Van Bockstaele, E., Hofte, M. (2007). Applied powdery mildew resistance breeding in roses. *Acta Horticulturae*, 751, 275–284.
- 38 Heim, RHJ, Wright, IJ, Allen, AP, Geedicke, I., Oldeland, J. (2019). Developing a spectral disease index for myrtle rust (*Austropuccinia psidii*). *Plant Pathology*, 68, 738–745.
- 39 Beenken, L. (2017). *Austropuccinia*: A new genus name for the myrtle rust *Puccinia psidii* placed within the redefined family Sphaerophragmiaceae (Pucciniales). *Phytotaxa*, 297, 53–61.
- 40 Rajbongshi, A., Sarker, T., Ahamad, MM, Rahman, MM. (2020). Rose diseases recognition using MobileNet. In 2020 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT) Istanbul, Turkey. 1–7. DOI: 10.1109/ISMSIT50672.2020.9254420.
- 41 Kourelis, J., van der Hoorn, RAL. (2018). Defended to the nines: 25 years of resistance gene cloning identifies nine mechanisms for R protein function. *Plant Cell*, 30, 285–299.
- 42 Byrne, DH. (2009). Rose structural genomics. In K. Folta S. Gardiner (Eds.), *Genetics and Genomics of Rosaceae*. Springer, 353–379.
- 43 Kourelis, J., van der Hoorn, RAL. (2018). Defended to the nines: 25 years of resistance gene cloning identifies nine mechanisms for R protein function. *Plant Cell*, 30, 285–299.
- 44 Dubey, N., Singh, K. (2018). Role of NBS-LRR proteins in plant defense. In *Molecular Aspects of Plant – Pathogen Interaction* Springer, 5, 115–138.
- 45 Song, J., Chen, F., Lv, B., Guo, C., Yang, J., Huang, L., Guo, J., Xiang, F. (2023). Genome-wide identification and expression analysis of the TIR-NBS-LRR gene family and its response to fungal disease in rose (*Rosa chinensis*). *Biology*, 12, 426. DOI: 10.3390/biology12030426.

- 46 DeYoung, BJ, Innes, RW. (2006). Plant NBS-LRR proteins in pathogen sensing and host defense. *Nature Immunology*, 7(12), 1243–1249. DOI: 10.1038/ni1410.
- 47 Gar, O., Sargent, DJ, Tsai, C-J, Pleban, T., Shalev, G., Byrne, DH, Zamir, D. (2011). An autotetraploid linkage map of rose (*Rosa hybrida*) validated using the strawberry (*Fragaria vesca*) genome sequence. *PLoS ONE*, 6(5), e20463. DOI: 10.1371/journal.pone.0020463.
- 48 Debener, T., Byrne, DH. (2014). Disease resistance breeding in rose: Current status and potential of biotechnological tools. *Plant Science*, 228, 107–117. DOI: 10.1016/j.plantsci.2014.04.005.
- 49 Gachomo, EW, Seufferheld, MJ, Kotchoni, SO. (2010). *Melanization of appressoria is critical for the pathogenicity of Diplocarpon rosae*. *Molecular Biology Reports*, 37, 3583–3591. DOI: 10.1007/s11033-010-0007-4.
- 50 Menz, I., Straube, J., Linde, M., Debener, T. (2017). The TNL gene Rdr1 confers broad-spectrum resistance to *Diplocarpon rosae*. *Molecular Plant Pathology*.

References

- 1 Guoliang, W. (2003). *Ancient Chinese roses*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 387–395.
- 2 Joyaux, F. (2003). *European (Pre-1800)*. In A.V. Roberts, T. Debener, Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 395–402.
- 3 Marriott, M. (2003). *Modern (Post-1800)*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 402–409.
- 4 Zlesak, DC, Whitaker, VM, Hoanson, SC. (2010). Evaluation of roses from the Earth-Kind Trials: Black spot (*Diplocarpon rosae* Wolf) resistance and ploidy. *HortScience*, 45(12), 1779–1787.
- 5 Blom, TJ, Tsujita, MJ. (2003). *Cut rose production*. In A. V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 594–600.
- 6 Pemberton, HB, Kelly, JW, Ferare, J. (2003). *Pot rose production*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 587–593.
- 7 Heinrichs, F. (2008). International statistics flowers and plants AIPH, Union Fleurs. 56.
- 8 Byrne, DH, Pemberton, HB, Holeman, DJ, Debener, T., Waliczek, TM, Palma, MA. (2019). Survey of the rose community: Desired rose traits and research issues. *Acta Horticulturae*, 1232, 189–192. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1232.27.
- 9 Vineland Research and Innovation Centre. (2013). *The innovation report VRIC*.
- 10 *What do Kazakhstani's gift?* (05.08.2022). Committee of State Revenues Ministry of Finance of the Republic of Kazakhstan. <https://www.gov.kz/memleket/entities/kgd/press/news/details/336939?lang=ru>
- 11 Horst, RK, Cloyd, RA. (2007). *Compendium of rose diseases and pests*. The American Phytopathological Society, 2nd ed., 1-83.
- 12 Gahlaut, V., Kumari, P., Jaiswal, V., Kumar, S. (2021). Genetics, genomics and breeding in *Rosa* species. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 96(5), 545–559. DOI: 10.1080/14620316.2021.1894078.
- 13 Hutton, S. (2012). The future of the rose industry. *American Rose*, 41, 36–37.
- 14 Xu, X., Pettitt, T. (2003). *Downy mildew*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 154–158
- 15 Gleason, ML, Helland, S. (2003). *Botrytis*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 144–148.
- 16 Hert, AP, Jones, JB. (2003). *Crown gall*. In A.V. Roberts, T. Debener, S. Gudin (Eds.), *Encyclopedia of rose science*. Elsevier Academic Press. 140–144.
- 17 Wang, X., Jacob, Y., Mastrantuong, S., Bazzano, J., Voisin, R., Esmenjaud, D. (2004). Spectrum and inheritance of resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne hapla* in *Rosa multiflora* and *R. indica*. *Plant Breeding*, 23, 79–83.
- 18 Mekapogu, M., Jung, J-A, Kwon, O-K, Ahn, M-S, Song, H-Y, Jang, S. (2021). Recent progress in enhancing fungal disease resistance in ornamental plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 22 (15), 7956. DOI: 10.3390/ijms22157956.

- 19 Yim, B., Baumann, A., Grunewaldt-Stöcker, G., Liu, B., Beerhues, L., Zühlke, S., Sapp, M., Nesme, J., Sørensen, SJ, Smalla, K., Winkelmann, T. (2020). Rhizosphere microbial communities associated with rose replant disease: Links to plant growth and root metabolites. *Horticulture Research*, 7, 144. DOI: 10.1038/s41438-020-00365-2.
- 20 Debener, T., Byrne, DH. (2014). Disease resistance breeding in rose: Current status and potential of biotechnological tools. *Plant Science*, 228, 107–117. DOI: 10.1016/j.plantsci.2014.04.005
- 21 Baradan, GR, Aminaoo, MM, Assari, MJ. (2012). Identification of fungal diseases of *Rosa damascena* in Kerman province of Iran. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 45(8), 1087–1095.
- 22 Gachomo, EW, Dehne, HW, Steiner, U. (2006). Microscopic evidence for the hemibiotrophic nature of *Diplocarpon rosae*, cause of black spot disease of rose. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 69, 86–92.
- 23 Windham, MT, Evans, T., Collins, S., Lake, JA, Lau, J., Riera-Lizarazu, O., Byrne, DH. (2023). Field resistance to rose rosette disease as determined by multi-year evaluations in Tennessee and Delaware. *Pathogens*, 12 (3), 439. DOI: 10.3390/pathogens12030439.
- 24 Shalini, M., Jayasekhar, KG, Sabarinathan, R., Akila, Kannan, R. (2020). Antifungal activity of new bacterial biocontrol agents against *Diplocarpon rosae* causing black spot disease of rose. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(5), 3124–3133. DOI: 10.20546/ijcmas.2020.905.370.
- 25 Whitaker, VM, Hokanson, SC. (2009). Partial resistance to black spot disease in diploid and tetraploid roses: General combining ability and implications for breeding and selection. *Euphytica*, 169, 421–429.
- 26 Kono, A., Kawabata, A., Yamazaki, A., Ohkubo, Y., Sofu, A., Hosokawa, M. (2023). Control of black spot disease by ultraviolet-B irradiation in rose (*Rosa* × *hybrida*) production. *The Horticulture Journal*, 92 (1), 88–96. DOI: 10.2503/hortj.QH-037.
- 27 Lühmann, A-K, Linde, M., Debener, T. (2010). Genetic diversity of *Diplocarpon rosae*: Implications on practical breeding. *Acta Horticulturae*, 87, 157–162.
- 28 Yeluguri, S., Prakash, T., Sriram, S., Kempaiah, SG, Venkat, D., Upreti, KK, Mythili, JB. (2023). Screening of rose genotypes in field and in vivo for resistance against black spot caused by *Diplocarpon rosae*. *Indian Phytopathology*, 76, 281–288.
- 29 Jennings, C., Simmons, T., Parajuli, M., Liyanage, KHE., Baysal-Gurel, F. (2024). Effect of fungicides and application intervals for the control of black spot of roses. *HortScience*, 59(5), 673–677.
- 30 Li, Y., Pu, M., Cui, Y., Gu, J., Chen, X., Wang, L., Wu, H., Yang, Y., Wang, C. (2023). Research on the isolation and identification of black spot disease of *Rosa chinensis* in Kunming, China. *Scientific Reports*, 13, 8299. DOI: 10.1038/s41598-023-35295-1.
- 31 Chandran, NK, Sriram, S., Prakash, T., Budhwar, R. (2021). Transcriptome changes in resistant and susceptible rose in response to powdery mildew. *Journal of Phytopathology*. DOI: 10.1111/jph.13028.
- 32 Zhao, Y., Xiong, Z., Wu, G., Bai, W., Zhu, Z., Gao, Y., Parmar, S., Sharma, V. K., Li, H. (2018). Fungal endophytic communities of two wild *Rosa* varieties with different powdery mildew susceptibilities. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2462. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02462.
- 33 Zhang, C., Li, J., Su, Y., Wu, X. (2022). Association of physcion and chitosan can efficiently control powdery mildew in *Rosa roxburghii*. *Antibiotics*, 11(11), 1661. DOI: 10.3390/antibiotics11111661.
- 34 Bender, CL, Coyier, DL. (1984). Pathogenic variation in Oregon populations of *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*. *Plant Disease*, 70, 383–385.
- 35 Zhang, Y., Dong, W., Zhao, C., Ma, H. (2022). Comparative transcriptome analysis of resistant and susceptible Kentucky bluegrass varieties in response to powdery mildew infection. *BMC Plant Biology*, 22, 1–10. DOI: 10.1186/s12870-022-03883-4.
- 36 Chandran, NK, Sriram, S., Prakash, T., Budhwar, R. (2021). Transcriptome changes in resistant and susceptible rose in response to powdery mildew. *Journal of Phytopathology*, 169, 556–569. DOI: 10.1111/jph.13028.

- 37 Leus, L., Van Huylbroeck, J., Rys, F., Dewitte, A., Van Bockstaele, E., Hofte, M. (2007). Applied powdery mildew resistance breeding in roses. *Acta Horticulturae*, 751, 275–284.
- 38 Heim, RHJ, Wright, IJ, Allen, AP, Geedicke, I., Oldeland, J. (2019). Developing a spectral disease index for myrtle rust (*Austropuccinia psidii*). *Plant Pathology*, 68, 738–745.
- 39 Beenken, L. (2017). *Austropuccinia*: A new genus name for the myrtle rust *Puccinia psidii* placed within the redefined family Sphaerophragmiaceae (Pucciniales). *Phytotaxa*, 297, 53–61.
- 40 Rajbongshi, A., Sarker, T., Ahamad, MM, Rahman, MM. (2020). Rose diseases recognition using MobileNet. In 2020 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT) Istanbul, Turkey. 1–7. DOI: 10.1109/ISMSIT50672.2020.9254420.
- 41 Kourelis, J., van der Hoorn, RAL. (2018). Defended to the nines: 25 years of resistance gene cloning identifies nine mechanisms for R protein function. *Plant Cell*, 30, 285–299.
- 42 Byrne, DH. (2009). Rose structural genomics. In K. Folta S. Gardiner (Eds.), *Genetics and Genomics of Rosaceae*. Springer, 353–379.
- 43 Kourelis, J., van der Hoorn, RAL. (2018). Defended to the nines: 25 years of resistance gene cloning identifies nine mechanisms for R protein function. *Plant Cell*, 30, 285–299.
- 44 Dubey, N., Singh, K. (2018). Role of NBS-LRR proteins in plant defense. In *Molecular Aspects of Plant – Pathogen Interaction*. Springer, 5, 115–138.
- 45 Song, J., Chen, F., Lv, B., Guo, C., Yang, J., Huang, L., Guo, J., Xiang, F. (2023). Genome-wide identification and expression analysis of the TIR-NBS-LRR gene family and its response to fungal disease in rose (*Rosa chinensis*). *Biology*, 12, 426. DOI: 10.3390/biology12030426.
- 46 DeYoung, BJ, Innes, RW. (2006). Plant NBS-LRR proteins in pathogen sensing and host defense. *Nature Immunology*, 7(12), 1243–1249. DOI: 10.1038/ni1410.
- 47 Gar, O., Sargent, DJ, Tsai, C-J, Pleban, T., Shalev, G., Byrne, DH, Zamir, D. (2011). An autotetraploid linkage map of rose (*Rosa hybrida*) validated using the strawberry (*Fragaria vesca*) genome sequence. *PLoS ONE*, 6(5), e20463. DOI: 10.1371/journal.pone.0020463.
- 48 Debener, T., Byrne, DH. (2014). Disease resistance breeding in rose: Current status and potential of biotechnological tools. *Plant Science*, 228, 107–117. DOI: 10.1016/j.plantsci.2014.04.005.
- 49 Gachomo, EW, Seufferheld, MJ, Kotchoni, SO. (2010). Melanization of appressoria is critical for the pathogenicity of *Diplocarpon rosae*. *Molecular Biology Reports*, 37, 3583–3591. DOI: 10.1007/s11033-010-0007-4.
- 50 Menz, I., Straube, J., Linde, M., Debener, T. (2017). The TNL gene *Rdr1* confers broad-spectrum resistance to *Diplocarpon rosae*. *Molecular Plant Pathology*.

Болезни кустовых роз и их генетическая устойчивость к грибковым заболеваниям

Сабитова З.Д., Мырзабаева М.Т., Гаджимурадова А.М., Куровский А.В.

Аннотация

Декоративные растения выращивают в городских ландшафтах для озеленения и коммерческих целей. Они высоко ценятся за свои эстетические качества и составляют важную часть мировой садоводческой промышленности. Под воздействием возбудителей различных фитопатогенных микроорганизмов декоративные растения теряют свою ценность, снижают качество посадочного материала и наносят большой экономический ущерб. Среди них розы – самое популярное декоративное растение. В последние годы значительный рост рынка декоративных растений способствовал распространению грибковых возбудителей. Поэтому систематизация данных о разнообразии фитопатогенов этих растений является актуальной исследовательской задачей. В данном обзоре мы описали многообразие этих возбудителей и их неблагоприятное воздействие на упомянутые выше декоративные растения.

Ключевые слова: мучнистая роса; роза; ржавчинный гриб; черная пятнистость.

Diseases of shrub roses and their genetic resistance to fungal diseases

Zeinegul D. Sabitova, Malika T. Myrzabaeva, Aissarat M. Gadzhimuradova,
Alexander V. Kurovskiy

Abstract

Ornamental plants are cultivated in urban landscapes for greening purposes and commercial use. They are highly valued for their aesthetic qualities and constitute an important part of the global horticulture industry. Under the influence of various phytopathogenic microorganisms, ornamental plants lose their value, reduce the quality of planting material, and cause significant economic damage. Among these, roses are the most popular ornamental plants. In recent years, the significant growth of the ornamental plant market has contributed to the spread of fungal pathogens. Therefore, the systematization of data on the diversity of pathogens affecting these plants is an important research task. In this review, we describe the diversity of these pathogens and their adverse effects on the ornamental plants.

Keywords: powdery mildew; rose; rust fungus; black spot.







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. 66-77. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.4(123).1808

УДК 632.92

Исследовательская статья

Фитосанитарный мониторинг вредителей посевов рапса в условиях степной зоны Северного Казахстана

Успанова Н.С.¹ , Кочоров А.С.² , Сибатаев А.К.¹ , Утельбаев Е.А.² ,
Давыдова В.Н.² , Нелис Т.В.² 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина
Астана, Казахстан

²Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева
Шортанды, Акмолинская область

Автор-корреспондент: Успанова Н.С.: uspanova85@bk.ru

Соавторы: (1:АК) kochorov@mail.ru; (2: АС) a.sibataev@kazatu.edu.kz
(3: ЕУ) utelbaev_erlan@mail.ru; (4: ВД) vera751575@mail.ru; (3: ТН) tnelis570@gmail.com

Получено: 05-11-2024 **Принято:** 18-12-2024 **Опубликовано:** 30-12-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. В статье приведены результаты исследований 2023-2024 годов по изучению распространения основных вредителей в условиях возделывания ярового рапса на южных карбонатных черноземах степной зоны Северного Казахстана. Исследования и наблюдения за фенологией фитофагов является предметом фитосанитарного мониторинга. Определение видового состава вредителей рапса служат информационной базой для организации мероприятий по защите растений. Поэтому каждый фактор, снижающий урожай рапса, приносит огромный экономический ущерб. Одним из таких факторов в период мониторинга стали крестоцветные блошки и капустная моль, который за последние годы превратились в важнейших вредителей рапса. По результатам фитосанитарного мониторинга посевов рапса, была определена оценка степени опасности повреждения растений. Поэтому, целью работы являлось определение и выявление основных вредителей и по результатам экономического порога вредоносности не допустить потерь урожая семян рапса.

Материалы и методы. Изучение соотношения вредителей было осуществлено методом наблюдений и учетов на полях в течение вегетационного периода. При проведении оценки вредоносности рапсовых клопов, рапсового цветоеда, крестоцветных блошек и капустной совки был использован метод модельных растений.

Результаты. В результате проведения фитосанитарного мониторинга на рапсовых полях были определены следующие виды вредителей, которые наносят значительный вред культуре: крестоцветные блошки, рапсовый клоп, рапсовый листоед, рапсовый скрытнохоботник, рапсовый цветоед, капустная тля, капустная и репная белянки, зеленый кузнечик, луговой трипс, шелкун посевной, шпанка луговой мотылек, совка-гамма.

Закключение. По результатам данных исследований, яровой рапс сильно подвергается нашествию множества видов вредителей, от которых в существенной степени страдает урожайность и качество урожая. Больше всего негативное воздействие оказали крестоцветные блошки, капустная моль и рапсовый цветоед. В результате, была выявлен и определен уровень вредоносности в процентах по пятибалльной шкале.

Ключевые слова: фитофаги; вредители; фитосанитарный мониторинг; яровой рапс.

Введение

В связи с существующей тенденцией диверсификации производства сельскохозяйственных культур в Казахстане рапс является одной из важнейших масличных культур для возделывания в Северном регионе. Защита рапса от вредителей является одним из важных мероприятий при его возделывании, так как рапс особенно сильно подвержен поражению вредителями. Вредители рапса существенно снижают урожайность и качество семян. При этом, для оптимизации фитосанитарной обстановки на полях, важно проведение комплекса приёмов, агротехнических мероприятий, и применение средств защиты растений. Проведение исследований, направленных на систематизацию методов защиты рапса от вредителей в условиях конкретного региона с определенными почвенно-климатическими условиями – весьма актуальное направление исследований в настоящее время.

Казахстан является аграрной республикой, одной из важных стран экспортеров зерновых культур. Зерновые составляют около 80% общей посевной площади. Тем не менее, в последнее время наблюдается тенденция в сторону диверсификации посевов и, соответственно, рост площадей посева масличных культур. По данным Бюро Национальной статистики, в 2024 году масличными культурами было засеяно 2,93 млн га (на 5% больше, чем в предыдущем году). Посевная площадь непосредственно рапса возросла до 58% в сравнении с прошлым годом, составив 154,6 тыс. га [1].

Одним из наиболее подходящих регионов для возделывания ярового рапса является Северный Казахстан [2]. Выращивание данной культуры в регионе началось с 1971 года - на госсортоучастках Павлодарской и тогда еще Целиноградской областей. Через год рапс уже возделывали на Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции [3]. В Северном Казахстане рапс не только важная масличная культура, но и кормовая. Культура обладает рядом ценных качеств - холодостойкость, многоукосность, высокая кормовая ценность, повышенная семенная продуктивность, скороспелость, а также экологическая пластичность. Кроме того, рапс рассматривается и как культура для защиты почвы от водной и ветровой эрозии, может быть использована как сидеральная культура. Как предшественник в севообороте – рапс одна из лучших культур, может выступать и как хороший фитосанитар [4]. При этом, это очень высокотехнологичная сельскохозяйственная культура, возделывание которой экономически выгодно, только при соблюдении всех необходимых условий для возделывания, которые являются весьма сложными и ресурсо-затратными [5]. Важнейшим условием получения высокого и качественного урожая рапса является оптимизация системы защиты рапса от вредителей. В общей сложности научному миру известно около 37 видов вредителей рапса, которые наблюдаются и определяются повсеместно [6, 7]. В первую очередь, будучи крестоцветной культурой, рапс повреждается гусеницами лугового мотылька, белянок, молей и совок, а также личинками пластинчатоусых щелкунов. Максимальный ущерб растениям рапса наносят крестоцветные блошки, рапсовый листоед, рапсовый цветоед, пилильщик, скрытнохоботник и другие [8, 9]. Это относительно постоянный состав энтомофауны рапса, свойственный условиям Северного региона республики (таблица 1). Численность вредителей данной культуры значительно варьирует по годам и напрямую зависит от условий увлажнения сельскохозяйственного года и вегетационного периода.

Таблица 1 – Основные вредители и их встречаемость в Северном Казахстане

Вид	Встречаемость
Светлоногая блошка – <i>Phyllotretanemorom L.</i>	++
Синяя блошка– <i>Phyllotretanigripes F.</i>	+
Волнистая блошка – <i>PhyllotretaundulataKutsh.</i>	+++
Выемчатая блошка– <i>Phyllotretavittata V.</i>	+++
Капустная тля – <i>BrevicorinaBrasicae L.</i>	++
Рапсовый пилильщик – <i>AthaliacolibriChrist</i>	++
Рапсовый цветоед – <i>Meligethesaeneus F.</i>	++

Продолжение таблицы 1

Скрытнохоботник рапсовый – <i>Ceutorhynchus assimilis</i> Pauch	++
Клоп рапсовый – <i>Eurydema olerace</i> L.	++
Клоп горчичный – <i>Eurydema ornata</i> L.	+
Свекловичный клоп – <i>Polymerus cognatus</i> Fieb	++
Люцерновый клоп – <i>Adelphocoris lineolatus</i> Goeze	+
Капустная моль – <i>Plutella maculipennis</i> Curt	++
Рапсовый листоед – <i>Entomoscelis adonidis</i> Pall.	++
Капустная муха – <i>Delia brassicae</i> L.	+
Капустная белянка – <i>Pieris brassicae</i> L.	++
Капустная совка – <i>Barathra brassicae</i> L.	++
+ - слабое, ++ - среднее, +++ - сильное	

Чаще всего растения рапса повреждаются крестоцветными блошками, клопами, капустной молью, капустной белянкой, капустной тлей, а также рапсовым цветоедом и рапсовым пилильщиком [10]. Один из самых уязвимых периодов в вегетационном периоде рапса является период всходов, в этот период растения рапса повреждаются блошками и почвенными вредителями. В связи с этим, нужно своевременно осуществлять мониторинг активности вредных организмов и тщательно планировать приемы защиты растений. В случае превышения экономического порога вредоносности, необходимо применение химических обработок.

Важное место в системе защиты растений принадлежит агротехническим приемам [11]. Это связано с тем, что большая часть вредных организмов обитает и остается в почве и органических остатках. Один из самых действенных приемов – чередование культур в севообороте, что способствует очищению и оздоровлению рапсовых полей. Также, глубокая вспашка с последующей заделкой растительных остатков способствует уничтожению зимующих вредителей. Протравливание семян – один из самых важных приемов. Применение данного приема существенно повышает устойчивость растений рапса к повреждению крестоцветными блошками. Тем не менее, все эти агротехнические приемы не решают проблему защиты растений рапса от таких вредителей, как капустная моль, рапсовый цветоед и крестоцветные блошки.

Весьма важный прием и этап защиты рапса от вредителей – это определение оптимального срока посева. Соблюдение оптимального срока посева не только способствует формированию достаточного запаса влаги в почве, но и напрямую влияет на численности распространение крестоцветных блошек в период всходов [12, 13]. Так, например, при раннем сроке посева удлиняется период появления всходов, а это, в свою очередь, повышает уязвимость молодых проростков. А если в этот период еще и отмечаются засушливые условия, возможна полная гибель растений. Протравливание семян считается весьма действенным методом при борьбе с крестоцветными мошками. Игнорирование и несоблюдения всех вышеуказанных приемов может способствовать потере урожая до 20%, а иногда и к полной гибели и потери посевов [14]. Поэтому, проведение обработки семян ярового рапса протравителями, намного эффективнее обработки после всходов. Особенно предпосевная обработка требуется в засушливые годы.

В последнее время в Казахстане ежегодно отмечается ухудшение фитосанитарного состояния посевов рапса. В связи с чем, посевы рапса подвергаются многократным химическим обработкам. Это, в свою очередь, приводит к повышенной химизации – применяются неоднократные химические обработки, нарушаются сроки их проведения, применяются особо опасные высокотоксичные виды пестицидов. А как результат – формирование иммунитета у вредителей – более устойчивых к действию химикатов организмов, что, в свою очередь, подталкивает применять повышенные дозы и повышать количество химических обработок [15]. Кроме того, обычно на полях рапса одновременно присутствуют разные виды, и даже разные стадии развития одних и тех же видов вредителей. Поэтому проведение фитосанитарного мониторинга важно для определения сроков химических обработок. Своевременное и правильное с научной точки зрения применение препаратов может значительно повысить урожай.

Материалы и методы

Исследования были осуществлены в 2023-2024 годах в условиях производственных посевов ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева», которое расположено в Шортандинском районе Акмолинской области. Почва на производственном опыте – южные карбонатные черноземы, со среднесуглинистым гранулометрическим составом и содержанием гумуса – 3,4-3,6%, рН=7,0-7,2.

За вегетационный период 2023 года (май-август месяцы) выпало всего 35,2 мм осадков, то есть на 133,7 мм меньше, чем среднемноголетние данные. Так, по гидротермическому коэффициенту (ГТК=0,0) вегетационный период определялся как остро засушливый. Особенно сильное повышение температуры воздуха отмечалось в первой декаде июня – до +30-33 °С.

Основное количество осадков выпало в II декаде июня (7,4 мм) и в III декаде августа (7,3 мм). В дальнейшем, наблюдались, в основном, засушливые условия вегетационного периода. В июле и августе дефицит увлажнения составил 50,5 мм, а температура воздуха была на 4,5 °С и на 2,4 °С соответственно выше в сравнении со среднемноголетними показателями. Эти факторы существенно повлияли на формирование урожайности рапса.

За весь вегетационный период 2024 года выпало 318,0 мм осадков, что на 140,6 мм было выше, чем среднемноголетние данные. В связи с этим, по увлажненности, 2024 год характеризовался как благоприятный для роста и развития как культурных, так и сорных растений. Таким образом, по гидротермическому коэффициенту Г.Т. Селянинова в 2024 году вегетационный период определяется как «обеспеченно увлажненный» (ГТК=1,3), и даже в некоторых периодах (май и август) – «избыточно увлажненный» (ГТК=2,0-2,2). Однако, критический период развития растений – период формирования вегетативных и генеративных органов (июнь и июль) был отмечен как «засушливый» (ГТК=0,8-0,9). При этом, большая часть осадков выпала в III декаде мая – 50,5 мм, и в I декаде августа – 59,1 мм. А к концу вегетации – в III декаде августа и в I декаде сентября – выпало – по 16,6 и 8,9 мм соответственно, то есть на уровне средних показателей. Температура воздуха была немного выше средних показателей, а именно – на 1,8-4,3 °С.

Объекты исследований – растения ярового рапса и вредители ярового рапса. При проведении исследований использовался метод регулярных учетов и наблюдений, проводились лабораторные и полевые эксперименты. Были использованы общепринятые в сельскохозяйственных науках – защите растений, энтомологии, методики [16]. Расчет эффективного соотношения энтомофагов и вредителей проводился методом многократных и длительных учетов и наблюдений за показателями плотности их популяций на полевых участках. При оценке вредоносности рапсовых клопов, рапсового цветоеда, крестоцветных блошек и капустной совки использовался метод модельных растений.

Началом проведения фитосанитарного мониторинга на посевах рапса послужила фаза 4-6 листа, и далее исследования проводились вплоть до уборки культуры. Начиная с момента всходов растений рапса, регулярно осуществлялись еженедельные маршрутные обследования. При обнаружении вредителей, начинались учеты численности насекомых методом их подсчета на пробных площадках. Эти учеты осуществлялись раз 7 дней, продолжались до фазы стеблевания. Далее, с момента вступления растений в фазу стеблевания, и до фазы полного созревания, подсчет количества вредителей проводился уже на 10 растениях. С целью определения видового состава энтомофауны на рапсовом поле, проводились ловля насекомых с использованием специального энтомологического сачка один раз в 10 дней (при этом кошение проводили по 10 взмахов). Для учета степени «объедания» листьев растений рапса, иными словами, степени повреждения растений некоторыми вредителями (крестоцветные блошки, рапсовый пилильщик, белянки, совки, моль), была использована пятибалльная шкала. При этом, считалось следующим образом: 0 – неповрежденные растения; 1 балл – следы повреждений (потеря менее 5% листовой поверхности); 2 балла – слабая поврежденность (потеря от 5 до 25% листовой поверхности); 3 балла – средняя (потеря от 25 до 50% листовой поверхности); 4 балла – сильная (потеря от 50 до 75% листовой поверхности); 5 баллов – очень сильная (потеря от 75 до 100% листовой поверхности). Визуальный учет насекомых проводили на одном растении, процент заселения листовой поверхности и стеблей, поврежденность надземной части и корня – в процентах. Данный способ применялся для учета имаго скрытнохоботников, гусениц белянок, капустной тли,

рапсового цветоеда, капустной совки, моли, энтомофагов. В результате, на основании первичных данных, был проведен перерасчет на проценты и выведен средний балл поврежденности [17].

Результаты и обсуждение

Фитосанитарный мониторинг по изучению распространения вредных насекомых проводились в течение двух лет по всем фазам развития рапса в условиях Северного Казахстана. Во время вегетационного периода на посевах рапса выявлено 15 видов насекомых. Среди них специализированные вредители крестоцветных – 8 видов, многоядные – 6 видов, а из полезной энтомофауны – 1 вид.

Таблица 2 – Численность и видовой состав вредителей рапса (среднее за 2023-2024 годы)

№	Название вредителей	Численность насекомых на 100 взмахов сачком по вегетационным фазам рапса				
		Всходы	Ветвление	Бутонизация	Цветение	Начало образования стручков
1	Крестоцветная блошка (<i>Phyllotretaarta F.</i>)	4,5	30,5	40,5	17,9	0
2	Капустная тля (<i>Brevicorynebrassicae L.</i>)	0	22,1	33,9	1705	14,1
3	Рапсовый цветоед (<i>Meligethesaeneus F.</i>)	0	0	15,7	30,1	33,0
4	Рапсовый листоед (<i>Entomoscelisadonidis Pall.</i>)	12,9	2,0	0	0	0
5	Рапсовый скрытнохоботник (<i>CeutorchynchusassimilisPauk.</i>)	1,0	0	0	0	0
6	Рапсовый клоп (<i>Eurydemaoleracea L.</i>)	4,0	1,0	2,0	7,0	0
7	Зелёный кузнечик (<i>Tettigoniaviridissima L.</i>)	2,0	4,0	0	0	1,0
8	Луговой мотылек (<i>Pyraustasticticalis L.</i>)	7,0	12,0	2,0	3,0	7,5
9	Совка-гамма (<i>Autographa gamma L.</i>)	0	4,3	1,0	0	0
10	Капустная моль (<i>Plutellamaculipennis Curt</i>)	8,0	11,2	15,0	7,0	2,7
11	Шелкуны (<i>AgriotesgurgistanusFald.</i>)	2,0	1,0	2,0	0	0
12	Красноголовая шпанка (<i>EpicautaerythrocephalaPall.</i>)	0	0	0	2,3	0
13	Капустная белянка (<i>Pieris brassicae L.</i>)	0	10,2	9,1	3,7	0
14	Репная белянка (<i>Pierisrapae L.</i>)	0	9,3	6,0	1,2	1,4
15	Кокциnellиды (<i>Coccinellidae</i>)	1,0	4,8	5,2	0	1,0

В группу специализированных вредителей – олигофагов – входят насекомые из отрядов жесткокрылых, полужесткокрылых, чешуекрылых, равнокрылых, которые связаны главным образом с растениями семейства крестоцветных.

Из вредных насекомых, повреждающих крестоцветные растения на посевах рапса, были отмечены: крестоцветные блошки (черная (*Phyllotretaarta F.*), волнистая (*Phyllotretaundulata*

Kutsch.), светлоногая (*Phyllotretanemorom Z.*), капустная тля (*Brevicorynebrassicae L.*), капустная белянка (*Pierisbrassicae L.*), репная белянка (*Pierisrapae L.*), рапсовый клоп (*Eurydemaoleracea L.*), рапсовый листоед (*Entomoscelisadonidis Pall.*), рапсовый скрытнохоботник (*Ceutorchynchusassimilis Pauk.*), рапсовый цветоед (*Meligethesaeneus F.*).

Из многолетних вредных насекомых на посевах рапса были обнаружены следующие виды: щелкун степной (*Agriotesgurgistanus Fald.*), зелёный кузнечик (*Tettigoniaviridissima L.*), щелкун посевной (*Agriotessspulator L.*), медляк песчаный (*Opatrumsabulosum L.*), луговой трипс (*C Hiripsangusticeps Uz.*), шпанка красноголовая (*Epicautaerythrocephala Pall.*), совка-гамма (*Autographagamma L.*), луговой мотылек (*Pyraustasticticalis L.*) (таблица 2).

За годы исследования в период всходов и формирования розетки листьев рапса из вредителей были отмечены: крестоцветные блошки, рапсовый цветоед, рапсовый скрытнохоботник и совка-гамма. Во время сухого и жаркого периода погоды поврежденность растений этими вредителями достигала от 17 до 21%. В то же время, из почвообитающих вредителей посевам рапса наносили вред проволочники. Из полезной энтомофауны в этот период были отмечены: кокцинеллиды.

Ощутимый вред посевам рапса насекомые наносили в период стеблевания. В этот период отмечено нашествие следующих специализированных вредителей: рапсовый скрытнохоботник, рапсовый клоп, рапсовый листоед, капустная белянка и репная белянка. Из многолетних вредителей были отмечены луговой мотылек и совка-гамма.

Во время бутонизации и цветения рапса вред наносили сосущие вредители, такие как рапсовый клоп, капустная тля и трипс. В результате их жизнедеятельности листья рапса обесцвечивались, скручивались, а поврежденные бутоны опадали. Однако, наибольший вред рапсу во время цветения нанес рапсовый цветоед.

В результате двухлетнего мониторинга на посевах рапса отмечена вредоносность крестоцветных блошек, рапсового цветоеда и капустной моли.

Учет вредителей во время всходов показал, что на посевах рапса распространены крестоцветные блошки с численностью 17,0–22,0 экз./м², а повреждение растений составило 25,1–26,4%. Вредитель независимо от погодных условий повреждал растения рапса и вредоносность их была высокой. При массовом размножении крестоцветные блошки за несколько дней способны погубить все растения рапса (рисунок 1).



Рисунок 1 – Повреждения растений рапса крестоцветной блошкой

Наиболее интенсивное размножение жуков было отмечено в 2023 году, так как высокие летние температуры и малое количество осадков благоприятно сказались на развитии этого вредителя. Взаимосвязь вредителей с температурными показателями подтвердились проведенными наблюдениями, когда при положительных температурах резко возросла численность популяции блошки. По нашим наблюдениям, в 2023 году на рапсе появление жуков было отмечено с середины третьей декады мая, в период всходов растений. В 2024 году выход жуков был отмечен в конце третьей декады мая (таблица 3).

Однако, несмотря на погодные условия в годы исследования, средний балл поражения растений был высоким. Интенсивность поражения листьев рапса крестоцветной блошкой в среднем составило 25,8%, а степень повреждения 3 балла.

Таблица 3 – Поврежденность растений рапса крестоцветной блошкой

Годы	Поврежденность растений рапса		
	Количество жуков на 1 м ² , шт	Интенсивность поражения листьев, %	Балл повреждения
2023	22,0	26,4	3
2024	17,0	25,1	3
Среднее значение	19,5	25,8	3

Кроме того, погодные условия вегетационного сезона 2023 года способствовали нарастанию активности и вредоносности капустной моли. В начале июня на посевах рапса начался лёт имаго и яйцекладка. В конце июня и в начале июля отмечено появление вредящей фазы капустной моли – гусеницы. Гусеницы младшего возраста капустной моли ведут скрытый образ жизни. Грызущий ротовой аппарат позволяет им проделывать мины в листьях. Гусеницы среднего и старшего возрастов питаются на нижней стороне листьев, выедая небольшие участки листовой ткани (рисунок 2).



Рисунок 2 – Повреждения растений рапса гусеницами капустной моли

В результате фитосанитарного мониторинга было установлено, что на посевах рапса капустная моль развивается в 2 генерациях. В 2023 году пик численности имаго (52–61 экз./на 100 взмахов сачком), и гусеницы первой генерации пришелся на конец первой декады июня (5.06) при 22,3 °С. Численность имаго второй генерации начинала расти с окончания второй декады июня и к началу первой декады июля (30.06) и составила 59–72 экз.

Экономический порог вредоносности (ЭПВ) этого вредителя составляет 2–5 гусеницы на растение (при заселении 10% растений и более).

У капустной моли растянуты фазы развития (период вылета бабочек, откладки яиц и отрождение гусениц), поэтому на посевах рапса одновременно присутствовали все стадии: яйца, гусеницы разных возрастов, куколки и взрослые имаго. Кроме того, было отмечено наложение двух поколений. После выхода из яиц гусеницы в первое время 3–5 дней питаются внутри листа, то есть в мине.

Погодные условия, сложившиеся в годы исследования способствовали развитию двух генераций капустной моли, с наложением одного поколения на другое. В связи с чем, отмечен длительный период вредоносности гусениц: от розетки до формирования стручков рапса.

Учет гусениц капустной моли в 2023 году показал, что численность составляет 16,0 экз. на 1 растение, процент повреждения растения 25,2%, а в 2024 году численность составила 11,0 экз. на 1 растение, процент повреждения растения 22,1% (таблица 4, рисунок 3).

Примечание:

0 – неповрежденные растения;

1 балл – следы повреждений – потеря менее 5% листовой поверхности;

2 балла – слабая поврежденность – потеря от 5 до 25% листовой поверхности;

3 балла – средняя – потеря от 25 до 50% листовой поверхности;

4 балла – сильная – потеря от 50 до 75% листовой поверхности;

5 баллов – очень сильная – потеря от 75 до 100% листовой поверхности.

Как видно по графику, интенсивность повреждения растений рапса гусеницами капустной моли в 2023 году была сильнее по сравнению с 2024 годом.

Таблица 4 – Поврежденность растений рапса капустной молью (2023-2024 годы)

Годы	Поврежденность растений рапса			
	Количество имаго капустной моли на 100 взмахов сачком/экз.	Количество гусениц моли на 1 растение /шт.	Интенсивность поражения листьев, %	Балл повреждения
2023	52,0	16,0	25,2	4
2024	24,0	11,0	22,1	3
Среднее значение	38,0	9,0	23,6	3,5

За годы мониторинга капустной моли на рапсе в условиях зоны исследований области показал, что чаще всего личинки первого поколения начинают свое развитие в фазу розетки растения.



Рисунок 3 – Степень повреждения растений рапса гусеницами капустной моли

Куколки появляются в фазу стеблевания, а в фазу бутонизации отмечается лёт первого поколения бабочек. Второе поколение вредителя развивается на культуре с фазы бутонизации до созревания стручков.

Заключение

Таким образом, по результатам фитосанитарного мониторинга посевов рапса, был определен видовой состав комплекса вредителей и их вредоносность. Доминирующим видом среди них являлись крестоцветная блошка и капустная моль. Данные наблюдений свидетельствуют о том, что критическим периодом в сопряженном развитии ярового рапса и фитофагов является фаза от всходов и формирующейся розетки до бутонизации, так как именно в это время насекомые наиболее вредоносны. Интенсивность повреждения растений рапса вредителями составила 3-4 балла. Поэтому даже незначительное превышение фитофагом ЭПВ требует оперативного проведения защитных мероприятий.

Вклад авторов

Все авторы участвовали в проведении исследований. НУ, АК и АС: формулировали результаты, осуществили литературный обзор, провели анализ данных, подготовили статью. ЕУ, ВН, ТН: осуществили корректировку и провели вычитку. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную версию рукописи.

Информация о финансировании

Исследования проводились в рамках научно-технической программы «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» BR22885719.

Список литературы

- 1 В 2024 году Казахстан увеличил площади подсолнечника, льна и рапса. (05.08.2024). URL: <https://www.apk-inform.com/ru/news/1542962>.
- 2 Daurova, A, Daurov, D, Zhapar, K, Volkov, D, Sapakhova Z, Shamekova, M, Zhambakin, K. (2022). Improvement of breeding-valuable traits of rapeseed (*Brassica napus*) using mutagenesis. *Intl J Agric Bio.* 1, 28, 219-227. DOI:10.17957/IJAB/15.1973
- 3 Абуова, АБ. (2012). Элементы технологии возделывания ярового рапса в Северном Казахстане. *Известия ОГАУ*, 34, 32-35.
- 4 Абуова, АБ, Тулкубаева, СА. (2014). *Рапс в Северном Казахстане*. Костанай: Костанайский НИИСХ.
- 5 Vasin, VG, Abuova, AB, Tulkubaeva, SA, Zhamalova, DB, Tashmuhamedov, MB. (2020). Culture of priority oil crops in the north of Kazakhstan. *BIO Web Conf*, 17, 153-154. DOI:10.1051/bioconf/20201700029.
- 6 Шнейдер, ПА, Заец, ВГ, Долгих, АВ, Шеина, ВВ. (2008). Система защиты рапса от вредных организмов в современной технологии его возделывания. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*, 2, 52-63.
- 7 Кочоров, АС, Тулеева, АК, Утельбаев, ЕА, Давыдова, ВН, Базарбаев, ББ. (2023). Особенности и регулирование фитосанитарной обстановки в посевах горчицы (*brassica juncea*) при возделывании в степной зоне Северного Казахстана. *Ізденістер, нәтижелер. – Исследования, результаты*, 02(098), 209-2022. DOI: 10.37884/2-2023/21.
- 8 Сулейменова, ЗШ. (2017). *Основы фитосанитарного мониторинга сельскохозяйственных культур по вредителям*. Астана: Издательство Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина.
- 9 Тулеева, АК, Сарманова, РС. (2019). *Вредители и болезни сельскохозяйственных культур*. Астана: Издательство Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина.
- 10 Тулеева, АК, Сарманова РС. (2019). Вредители ярового рапса в Акмолинской области. *Защита и карантин растений*, 12, 20-23.
- 11 Садыков, БС, Турганбаев, ТА. (2015). *Фитосанитарные технологии возделывания сельскохозяйственных культур*. Астана: Издательство Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина.
- 12 Тулкубаева, СА, Васин, ВГ, Абуова, АБ. (2018). Возделывание ярового рапса в системе сберегающего земледелия на севере Казахстана. *Земледелие*, 1, 20-23. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-00004.
- 13 Кочоров, АС, Утельбаев, ЕА, Базарбаев, ББ, Давыдова, ВН, Харитоновна, АС, Нелис, ТВ. (2023). Защита зерновых, зернобобовых, масличных культур от болезней, вредителей и сорняков при различных технологиях возделывания в условиях Акмолинской области. Шортанды: ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева».
- 14 Тулкубаева, СА, Васин, ВГ, Сидорик, ИВ. (2016). Результаты экологического испытания сортов ярового рапса отечественной и зарубежной селекции в условиях Северного Казахстана. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, 2 (49), 50-59.
- 15 Baibussenov, K, Mukhamadiev, N, Turganbaev, TA, Mengdibayeva, G.Zh. (2022). Phytosanitary status of diversification crops (rapeseed, flax, soybeans) and the effectiveness of ecologized pest protection systems in the conditions of Central and South-Eastern Kazakhstan. *Дневник науки*, 9. DOI: 10.51691/2541-8327_2022_9_8.
- 16 Лукомец, ВМ. (2010). *Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами*. Краснодар: Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта.
- 17 Нелис, ТБ, Давыдова, ВН, Кочоров, АС, Базарбаев, ББ, Утельбаев, ЕА, Исмаилова, АА, Погосян, АС. (2024). Динамика численности капустной моли в посевах ярового рапса на фоне применения инсектицидов. *Ізденістер, нәтижелер - Исследования, результаты*, 2 (102), 248-260. DOI: 10.37884/2-2024/24.

References

- 1 V 2024 godu Kazakhstan uvelichil ploshchadi podsolnechnika, l'na i rapsa (05.08.2024). URL: <https://www.apk-inform.com/ru/news/1542962>. [in Russ].
- 2 Daurova, A, Daurov, D, Zhapar, K, Volkov, D, Sapakhova Z, Shamekova, M, Zhambakin, K. (2022). Improvement of breeding-valuable traits of rapeseed (*Brassica napus*) using mutagenesis. *Intl J Agric Biol*, 28, 219–227. DOI:10.17957/IJAB/15.1973.
- 3 Abuova, AB. (2012). Elementy tekhnologii vozdeleyvaniya yarovogo rapsa v Severnom Kazahstane. *Izvestiya OGAU*, 34, 32-35. [in Russ].
- 4 Abuova, AB, Tul'kubaeva, SA. (2014). *Raps v Severnom Kazahstane*. Kostanaj: Kostanajskij NIISKH. [in Russ].
- 5 Vasin, VG, Abuova, AB, Tulkubaeva, SA, Zhamalova, DB, Tashmuhamedov, MB. (2020). Culture of priority oil crops in the north of Kazakhstan. *BIO Web Conf*, 17, 153-154. DOI:10.1051/bioconf/20201700029.
- 6 Shnejder, PA, Zaec, VG, Dolgih, AV, SHEina, VV. (2008). Sistema zashchity rapsa ot vrednyh organizmov v sovremennoj tekhnologii ego vozdeleyvaniya. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya I zhivotnovodstvo*, 2, 52-63. [in Russ].
- 7 Kochorov, AS, Tuleeva, AK, Utel'baev, EA, Davydova, VN, Bazarbaev, BB. (2023). Osobennosti i regulirovanie fitosanitarnej obstanovki v posevah gorchicy (*brassica juncea*) pri vozdeleyvanii v stepnoj zone Severnogo Kazahstana. *Izdenister, natizheler. – Issledovaniya, rezul'taty*, 02 (098), 209-2022. [in Russ]. DOI:10.37884/2-2023/21.
- 8 Suleimenova, ZSH. (2017). *Osnovy fitosanitarnogo monitoring sel'skohozyaistvennyh kul'tur po vreditelyam*. Astana: Izdatel'stvo Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S.Seifullina. [in Russ].
- 9 Tuleeva, AK, Sarmanova, RS. (2019). *Vrediteli i bolezni sel'skohozyaistvennyh kul'tur*. Astana: Izdatel'stvo Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S.Seifullina. [in Russ].
- 10 Tuleeva, AK, Sarmanova RS. (2019). Vrediteli yarovogo rapsa v Akmolinskoj oblasti. *Zashchita i karantin rastenij*, 12, 20-23. [in Russ].
- 11 Sadykov, BS, Turganbaev, TA. (2015). *Fitosanitarnye tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur*. Astana: Izdatel'stvo Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S.Seifullina. [in Russ].
- 12 Tul'kubaeva, SA, Vasin, VG, Abuova, AB. (2018). Vozdeleyvanie yarovogo rapsa v sisteme sberegayushchego zemledeliya na severe Kazahstana. *Zemledelie*, 1, 20-23. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-00004. [in Russ].
- 13 Kochorov, AS, Utel'baev, EA, Bazarbaev, BB, Davydova, VN, Haritonova, AS, Nelis, TV. (2023). Zashchita zernovyh, zernobobovyh, maslichnyh kul'tur ot boleznej, vreditel'ej I sornyakov pri razlichnyh tekhnologiyah vozdeleyvaniya v usloviyah Akmolinskoj oblasti. *SHortandy: TOO «NPCZKH im. A.I. Baraeva»*. [in Russ].
- 14 Tul'kubaeva, SA, Vasin, VG, Sidorik IV. (2016). Rezul'taty ekologicheskogo ispytaniya sortov yarovogo rapsa otechestvennoi I zarubezhnoi selekcii v usloviyah Severnogo Kazahstana. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2 (49), 50-59. [in Russ].
- 15 Baibussenov, K, Mukhamadiev, N, Turganbaev, TA, Mengdibayeva, G.Zh. (2022). Phytosanitary status of diversification crops (rapeseed, flax, soybeans) and the effectiveness of ecologized pest protection systems in the conditions of Central and South-Eastern Kazakhstan. *Dnevnik nauki*, 9. DOI: 10.51691/2541-8327_2022_9_8.
- 16 Lukomec, VM. (2010). *Metodika provedeniya polevyh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami*. Krasnodar: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institute maslichnyh kul'tur imeni V.S. Pustovojta. [in Russ].
- 17 Nelis, TB, Davydova, VN, Kochorov, AS, Bazarbaev, BB, Utel'baev, EA, Ismailova, AA, Pogosyan, AS. (2024). Dinamika chislennosti kapustnoj moli v posevah yarovogo rapsa na fone primeneniya insekticidov. *Izdenister, natizheler - Issledovaniya, rezul'taty*, 2 (102), 248-260. DOI: 10.37884/2-2024/24. [in Russ].

Солтүстік Қазақстанның далалық аймағында рапс дақылдарының зиянкестерінің фитосанитарлық мониторингі

Успанова Н.С., Кочоров А.С., Сибатаев А.К., Утельбаев Е.А.,
Давыдова В.Н., Нелис Т.В.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Мақалада 2023-2024 жылдары Солтүстік Қазақстанның далалық аймағының оңтүстік карбонатты қара топырағы жағдайында жаздық рапсты өсіруде негізгі зиянкестердің таралуын зерттеу бойынша нәтижелер көрсетілген. Фитофагтардың фенологиясын зерттеу және бақылау фитосанитарлық мониторингтің негізі болып табылады. Рапс зиянкестерінің түрлік құрамын анықтау өсімдіктерді қорғау шараларын ұйымдастыру үшін ақпараттық база қызметін атқарады. Сондықтан да рапс өнімділігінің төмендеуіне әсер ететін әрбір фактор орасан зор экономикалық зиян келтіреді. Мониторинг жүргізу барысында осындай факторлардың бірі соңғы жылдары рапс дақылының ең қауіпті зиянкестеріне айналған крест тәрізді бүрге мен қырыққабат көбелегі болып табылды. Рапс дақылдарының фитосанитарлық мониторингінің нәтижелері бойынша өсімдік зақымдануының қауіптілік дәрежесін бақылау анықталды. Сондықтан зерттеу жұмыстың мақсаты негізгі зиянкестерді анықтау және зиянкестердің зияндылықтың экономикалық шегінің нәтижелеріне сүйене отырып, рапс өнімінің төмендеуін болдырмау болды.

Материалдар мен әдістер. Зиянкестердің арақатынасын зерттеу вегетациялық кезеңде танаптарда бақылау және санақ арқылы жүргізілді. Рапс қоңызының, рапс гүл қоңызының, крестгүлді бүрге қоңызының және қырыққабат кескіш құртының зияндылығын бағалау кезінде модельдік өсімдіктер әдісі қолданылды.

Нәтижелер. Фитосанитарлық мониторинг нәтижесінде рапс өсімдіктерінде зиянкестерінде келесі түрлері анықталды: крестгүлді бүргелер, рапс жапырақ жемірі, рапстың жасырын қоңызы, рапс гул жемірі, орамжапырақ қандаласы, орамжапырақ және шалқар ақсауыттары, жасыл шегіртке, шалғын трипсі, шалғын көбелегі, сұр көбелек-гамма. Сәйкесінше бұл зиянкестердің барлығы рапс дақылына әртүрлі дәрежеде зиян келтіреді.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, рапс мамандандырылған зиянкестер кешенімен зақымдалған деген қорытынды жасауға болады. Олардың ішінде крест тәрізді бүрге, рапс гүл жемірі және қырыққабат көбелегі басым болды. Зияндылық дәрежесі бес балдық шкала бойынша пайызбен анықталды.

Кілт сөздер: фитофагтар; зиянкестер, фитосанитарлық мониторинг; жазғы рапс.

Phytosanitary monitoring of pests of rapeseed crops in conditions of steppe zone of Northern Kazakhstan

Nazgul S. Uspanova, Abdumamat S. Kochorov, Anuarbek K. Sibataev, Yerlan A. Utel'baev
Vera N. Davydova, Tatyana V. Nelis

Abstract

Background and Aim. The article presents the results of the 2023-2024 research on the distribution of the main pests under the conditions of spring. Consequently, all these pests harmed rapeseed plants to varying degrees cultivation on the southern carbonate black soils of the steppe zone of Northern Kazakhstan. Research and observations of the phenology of phytophages are the subject of phytosanitary monitoring. Determination of the species composition of rapeseed pests serves as an information base for organizing plant protection measures. Therefore, each factor that reduces the rapeseed yield causes enormous economic damage. One of such factors during the monitoring period was cruciferous fleas and cabbage moths, which in recent years have become the most important pests of rape. Based on the results of phytosanitary monitoring of rapeseed crops, an assessment of the degree of danger of plant damage was determined. Therefore, the purpose of the work was to determine and identify the main

pests and, based on the results of the economic threshold of harmfulness, prevent losses of the rapeseed crop.

Materials and Methods. The study of pest ratio was carried out by observation and counting in the fields during the growing season. The method of model plants was used to assess the damage of rapeseed bugs, rapeseed flower beetle, cruciferous flea beetles and cabbage moth.

Result. As a result of phytosanitary monitoring, the following pests were identified on rapeseed plants: cruciferous fleas, rapeseed bug, rapeseed leaf beetle, rapeseed leaf beetle, rapeseed beetle, rapeseed flower beetle, cabbage aphid, cabbage and turnip whitefly, green grasshopper, meadow thrips, sow thistle, meadow moth, meadow moth, gum sowbug. Consequently, all these pests harmed rapeseed plants to varying degrees.

Conclusion. Based on the results of the studies, it can be concluded that rapeseed was damaged by a complex of specialized pests. Among which the dominant ones were cruciferous fleas, rape blossom beetle, and cabbage moth. The degree of harmfulness was determined as a percentage on a five-point scale.







Keywords: phytophages; pests; phytosanitary monitoring; spring rapeseed.

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. 78-85. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.4(123).1797
ЭОЖ 639.1.092.3

Зерттеу мақаласы

**«Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерваты аумағында киіктер
(*Saiga tatarica*) популяциясына қасқырлардың (*Canis lupus*) тигізетін әсері**

Нургожаева Н.М. , Нарбаев С. , Асылбекова А.С. , Баринаова Г.К. ,
Буршакбаева Л.М. , Ахметжанова Н.А. 

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

Корреспондент-автор: Буршакбаева Л.М. laura_88a@mail.ru:

Бірлескен авторлар: (1: НН) n-nazgulya@mail.ru; (2: СН) narbaev_serik@mail.ru;
(3: АА) gamily-05@mail.ru; (4: ГБ) gul_b83@mail.ru; (5: НА) nurikhan1967@mail.ru

Қабылданған күні: 21-10-2024 **Қабылданды:** 18-12-2024 **Жарияланды:** 30-12-2024

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Киіктер (*Saiga tatarica*) – Орталық Азия далаларында мекендейтін ерекше жануар. Жыртқыш аңдардың киіктер популяциясына әсері айтарлықтай күрделі. Зерттеудің негізгі мақсаты «Алтын дала» мемлекеттік табиғи резерваты аумағында киіктер популяциясына жыртқыш аңдардың тигізетін әсерін анықтау болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмыстары «Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерваты аумағында 2022-2023 жылдар аралығында жүргізілді. Зерттеулер киіктер популяциясына жыртқыш аңдардың тигізетін әсерін анықтауға бағытталған. Зерттеу жұмысымызда спутниктік бақылау, радио таңбалау және фототүзақтар орнату сияқты әдістер пайдаланылды.

Нәтижелер. Қасқырлардың киік популяциясына әсері жыл мезгілдеріне байланысты өзгеріп отырады. Қыста азық тапшылығы мен қолайсыз ауа райы жағдайларына байланысты киіктер әлсіреп, жыртқыштарға оңай олжа болатындығы анықталды. 2024 жылғы қысқы санақ бойынша «Алтын дала» резерватындағы киіктер саны 59 657 басты құраса, 2024 жылғы көктемгі санақ бойынша бұл көрсеткіш 55 117 басты құрады. Киіктерді қасқырлардан қорғау мақсатында резерват территориясында бақылау, мекен ету ортасын сақтау, жыртқыштар санын реттеу және олардан қорғау сияқты іс-шаралар жүргізіледі.

Қорытынды. Қасқырлардың киіктерге аңшылық жасауы – киіктер популяциясының азаюына әсер ететін маңызды факторлардың бірі. Қасқырлардың санын реттеу, олардың тіршілік ету ортасын қорғау және киіктерге аңшылық жасауға шектеу қою – киіктер популяциясын сақтаудың маңызды шарттары. Қасқырлардың киіктер популяциясына әсері туралы зерттеулер көрсеткендей, олардың табиғи тепе-теңдікті сақтауға үлкен рөлі бар.

Кілт сөздер: киік; қасқыр; популяция; мониторинг.

Кіріспе

«Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерваты – Қостанай облысының Амангелді және Жангелді аудандарының аумағында орналасқан резерват [1].

Қазақстанда киіктердің үш популяциясы мекендейді: бетпақдала, үстірт және орал. Қазақстандағы киіктің қазіргі аумағы он әкімшілік облыстың аумағын қамтиды: Ақтөбе, Атырау, Жамбыл, Батыс Қазақстан, Қарағанды, Қызылорда, Маңғыстау, Оңтүстік Қазақстан, Ақмола және Алматы. Жануарлардың ауқымы Түркіменстан мен Өзбекстанның көршілес аймақтарына да таралады. Киіктер ең жақсы жайылымдарды іздеу үшін жыл бойы маусымдық қозғалыстар жасайтын қоныс аударатын жануарлар. Олардың қорегі негізінен шөптер мен дәнді дақылдардан тұрады, бұл оларды дала экожүйелерінің қоректік тізбегінің негізгі бөлігі етеді [2, 3, 4].

Киик – Еуразия шөлдері мен шөлейттерінің қоныс аударатын үйір жануары, біздің фаунамыздың ең көне өкілі, Қазақстан Республикасының бірегей және құнды игілігі болып табылады. Бұл аңшылық-кәсіпшілік жануар, оның етінің тағамдық құндылығы жоғары, ал мүйіздері дәрілік шикізат ретінде пайдаланылады. Киіктер санының азаюы нәтижесінде жалпыұлттық мәселеге айналған жануарлардың бірі. Киіктер популяциясы санының өзгеруіне әсер ететін негізгі факторлар: 1) Климаттық (қатаң қыс, қардың бетінде мұз қабатының пайда болуы және вегетациялық кезеңдегі құрғақшылық); 2) биотикалық (аурулар, паразиттер және жыртқыштар); 3) антропогендік (тікелей – аулау браконьерлік, жанама – ауыл шаруашылығының қарқындылығы салдарынан туындайтын мекендеу орындарының қысқаруы, жайылымдардың азаюы).

Осыған орай, жыл сайын киіктер популяциясын қорғау жөнінде ғылыми-зерттеу жұмыстарын нығайту, сонымен қатар санына әсер етуші негізгі факторларды анықтап, оларды алдын алуға байланысты тиімді іс-шаралар жүргізудің маңызы зор [5, 6, 7].

Қасқырлар (*Canis lupus*) табиғатта киіктер (*Saiga tatarica*) санының өсуін тежейтін және олардың санының қалпына келуіне жол бермейтін күшті факторлардың бірі болып табылады. Әсіресе қасқырлар санының жоғары болған жылдары киіктер популяциясына үлкен зиян келтіреді. Осыған байланысты жыл сайынғы қасқыр популяциясын есепке алу және реттеу киіктер популяциясын қорғау және тиімді пайдалану жөніндегі іс-шаралардың бірі болып табылады [8, 9].

Қазіргі уақытта киіктер популяциясын сақтау үшін оларды қорғау және бақылау бойынша түрлі шаралар қабылдануда. Солардың бірі тұяқты және жыртқыш жануарлардың табиғи ортадағы тіршілік ету жағдайлары мен санын анықтау, осыған байланысты алғаш рет «Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерватының аумағында киіктер популяциясына қасқырлардың тигізетін әсерін анықтауға бағытталған жұмыстар жүргізілді.

Зерттеудің мақсаты: «Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерваты аумағында киіктер популяциясына қасқырлардың тигізетін әсерін анықтау.

Материалдар мен әдістер

«Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерваты аумағында киіктер популяциясына жыртқыш аңдардың тигізетін әсерін анықтауға бағытталған зерттеу жұмыстары 2022-2023 жылдар аралығында жүргізілді.

Осыған орай, резерват инспекторлары мен жоспар бойынша рейдтерге қатысып, маршрут бойынша кездескен киіктердің орындары, уақыты, саны және т.б. мәліметтер жинақталып, картаға түсірілді. Киіктер мен жыртқыштардың өзара әрекеттесуін зерттеу үшін әртүрлі әдістер қолданылды.

Біздің зерттеу жұмысымызда спутниктік бақылау, радио таңбалау және фототұзақтар орнату сияқты әдістер пайдаланылды. Спутниктік бақылау киіктердің миграциялық жолдарын және жыртқыштардың тікелей қозғалысын бақылауға мүмкіндік береді. Радио таңбалау популяциядағы жеке жануарларды ұзақ уақыт бойы бақылауға, олардың мінез-құлқы мен тіршілік етудің ұзақтығы туралы ақпарат береді. Орнатылған фототұзақтар жыртқыштар мен киіктердің кездесулерін тіркеуге қолданылады. Резерват территориясында киіктердің қалдықтарын зерттеу арқылы жыртқыштардың шабуылдау жиілігі анықталды.

«Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерваты аумағында киіктердің есебі Қазақстанның биоалуантүрлілікті сақтау қауымдастығы (ҚБСА) мен Орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетімен бірлесіп жүргізілді. Есеп жұмыстарында қолданылған әдістер: автотранспортты қолданып тікелей есеп жүргізу әдісі, дрондарды қолдану әдісі. Аталған әдістер популяцияның сандық динамикасы мен этологиясына байланысты қажетті ақпараттар алуға мүмкіндік береді [8].

Нәтижелер және талқылау

Қазақстанның дала экожүйесіндегі киіктер мен жыртқыштар арасындағы күрделі қарым-қатынасты талдай отырып, популяция динамикасын, жыртқыштардың мінез-құлқын және экологиялық тепе-теңдікті сақтаудағы олардың рөлі анықталды. Сонымен қатар, адам әрекетінің

әсері мен киіктер популяциясын сақтау стратегиялары қарастырылады. Қазіргі уақытта киіктер санының күрт азаюына браконьерлік, табиғи мекендердің жойылуы және ауа райының өзгеруі сияқты факторлар әсер етеді. Алайда, жыртқыш аңдардың да әсері маңызды рөл атқарып отыр.

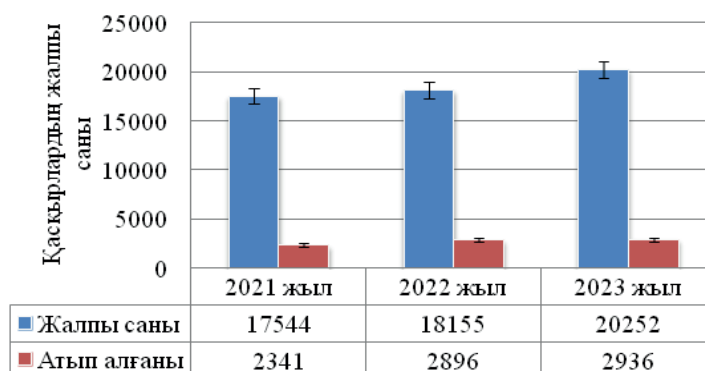
Киіктердің табиғаттағы негізгі жаулары – қасқыр, шибөрі, түлкі және басқа да жыртқыш аңдар. «Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерватындағы киіктер (*Saiga tatarica*) популяциясының өсу динамикасына көптеген факторлар әсер етеді, соның ішінде биотикалық факторлардың әсері айтарлықтай.

Зерттеу жұмыстары көрсеткендей қасқырлар киіктерді көбінесе қар жамылғысы 30-40 см жоғары болған кезде олжа етеді. 1-кестеде қасқырдың киік популяциясына әсерінің маусымдық ерекшеліктері келтірілген.

1-кесте – Қасқырлардың киік популяциясына әсерінің маусымдық ерекшеліктері

Маусым	Жыртқыштардың әсері	Киіктердің осалдылығы
Көктем	Жоғары	Жоғары (лақтау кезеңі)
Жаз	Орташа	Орташа
Күз	Жоғары	Орташа (көші-қон кезеңі)
Қыс	Өте жоғары	Өте жоғары

Зерттеу жұмыстары көрсеткендей қасқырлардың киік популяциясына әсері жыл мезгілдеріне байланысты өзгеріп отырады. Көктемде, лақтау кезеңінде, төлдері жыртқыштар үшін оңай олжаға айналады. Қыста азық тапшылығы мен қолайсыз ауа райы жағдайлары киіктерді әлсіретіп, оларды жыртқыштарға қарсы осал ететіндігі анықталды. Сонымен қатар, күзгі көші-қон кезінде де киіктер ұзақ қашықтықтарды жүріп өтеді, бұл жағдай жануарларды жыртқыштар үшін оңай олжа етеді. Осыған орай, қасқырлардың киіктер популяциясына тигізетін әсерін ескере отырып, резерват территориясында жыл сайын қасқырларға ату жұмыстары жүргізіледі (1-сурет).



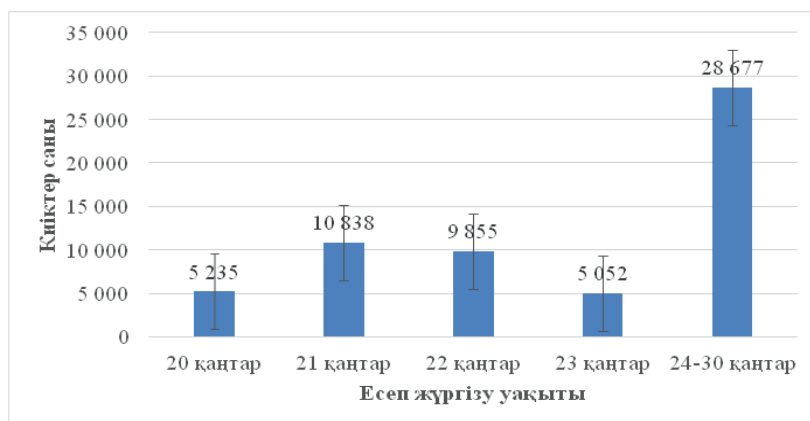
1-сурет – Бетпақдала популяциясы аумағы бойынша атып алынған қасқырлар саны

1-суретте Бетпақдала популяциясы аумағы бойынша атып алынған қасқырлар саны берілген. Қасқырларды ату жұмыстарының нәтижесі көрсеткендей киіктер мекендейтін аумақта олардың саны соңғы үш жылда 4% көбейгенін байқауға болады: 2021 жылы 17544 бас, 2022 жылы 18155 бас, ал 2023 жылы 20252 бас құрады.

«Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерваты территориясында киіктер популяциясының санын бақылау үшін жыл сайын есеп жұмыстары жүргізіледі.

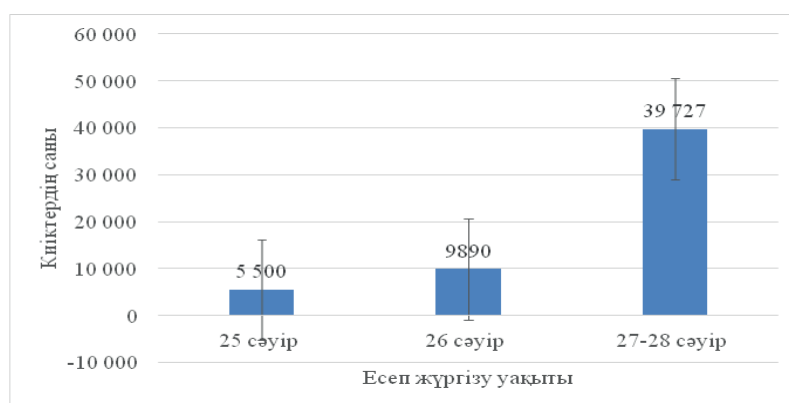
Жылдық жоспарға сәйкес «Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерватында Қазақстан биоалуантүрлілікті сақтау ассоциациясы мен зоология институты, «Охотзопром» ӨБ қызметкерлерінің қатысуымен Бетпақдала популяциясына тік ұшақпен есеп жүргізілді.

2-3 суреттерде 2024 жылы «Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерваты аумағында Қазақстанның биоалуантүрлілікті сақтау қауымдастығы (ҚБСА) мен Орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің бірлесіп жүргізген киіктер санағының нәтижесі берілген.



2-сурет – 2024 жылғы қыс мезгіліндегі киіктерді есепке алу көрсеткіштері

2-суретте көрсетілгендей «Алтын Дала» резерватында 2024 жылғы киіктердің қысқы санағының қорытындысы көрсетілген. Осыған орай, 20.01-30.01.2024 ж. аралығында өткен қысқы санақ кезінде «Алтын Дала» табиғи резерваты территориясында 59 657 киік есепке алынды.



3-сурет – 2024 жылғы көктем мезгіліндегі киіктерді есепке алу көрсеткіштері

3-суретте «Алтын Дала» резерватында 2024 жылғы киіктердің көктемгі санағының нәтижесі көрсетілген. Осыған орай, 25.04-28.04.2024 ж. аралығында өткен көктемгі санақ кезінде «Алтын Дала» табиғи резерваты территориясында 55 117 киік есепке алынды.

«Алтын Дала» табиғи резерваты территориясында тіршілік ететін киіктер санына браконьерлік пен жануарлардың тіршілік ету ортасының азаюы, сондай-ақ климаттық жағдайлардың өзгеруі әсер етеді. Киіктер популяциясын сақтау мақсатында «Алтын Дала» табиғи резерватында әртүрлі қорғау іс-шаралары жүзеге асырылады. Оларға киіктерді спутниктік бақылау, мекен ету ортасын сақтау, популяцияны басқару және жыртқыш аңдардың санын реттеу шаралары кіреді.

Табиғатта қасқыр жыртқыш ретінде дала мен шөлейт экожүйелердің экологиялық тепе-теңдігін сақтауда маңызды рөл атқарады. Экожүйедегі азық тізбегінің жоғарғы деңгейінде қоректерінің санын реттей отырып, қауымдастықтардың құрылымы мен құрамына әсер етеді. Дала мен шөлейтті аймақтарда қасқырлар әдетте тұяқты жануарларды аулайды.

Қасқырлар (*Canis lupus*) мен киіктер (*Saiga tatarica*) арасындағы өзара әрекеттесу Орталық Азияның дала мен шөлейт экожүйесінің күрделі және көп қырлы аспектісін білдіреді. Қасқырлар табиғи жыртқыштар, ал киіктер олардың қорегі болып табылады, бұл популяциялар арасында динамикалық тепе-теңдік тудырады. Қасқырлар негізінен популяцияда әлсіреген, ауру киіктерді немесе төлдерін аулайды, бұл өз кезегінде популяция ішінде әртүрлі аурулардың таралуын болдырмауда маңызды рөл атқарады. Алайда, қасқырлардың саны көп немесе киіктердің саны аз болған кезде, жыртқыштық жануарлардың санына айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Киіктер өз кезегінде қасқырлардан қорғаныс механизмдерін дамытқан, мысалы, ұзақ қашықтыққа жылдам

жүгіру және үлкен үйірлерге шоғырлану. Сондай-ақ, киіктер қасқырды тұзаққа түсіру тактикасын қолданады, яғни жыртқышты басқа киіктер шабуылдауы мүмкін жерге тартып отырады.

Қасқырлар мен киіктердің өзара байланысы күрделі жүйе болып табылады, мұнда екі популяция санының динамикасы қоректік қорының болуы, климаттық жағдайлар, антропогендік әсер сияқты әртүрлі факторларға байланысты. Бұл байланысты дұрыс түсіну қасқыр мен киіктің популяциясын қорғау мен басқарудың тиімді стратегияларын әзірлеу үшін өте маңызды.

Қасқыр популяциясын басқару – күрделі тәсілді қажет ететін басты міндет болып табылады. Осыған орай, қасқырлардың басқа түрлерге, соның ішінде киіктер әсерін анықтау үшін келесідей іс-шаралар жүргізілуі қажет:

1. Сандарды бақылау, яғни кейбір жағдайларда киіктерге немесе басқа осал түрлерге шамадан тыс жыртқыштықтың алдын алу үшін қасқырлардың санын реттеу қажет болуы мүмкін;

2. Қасқырлардың тіршілік ету ортасын қорғау, және қалпына келтіру олардың тұрақты тіршілік етуіне ықпал етеді, бұл өз кезегінде олардың киік популяцияларына теріс әсерін төмендетуі мүмкін;

3. Ағарту және ынтымақтастық, жергілікті қауымдастықтардың қасқырлардың экожүйедегі рөлі және оларды сақтаудың маңыздылығы туралы хабардарлығын арттыру маңызды;

4. Мониторинг және ғылыми зерттеулер, яғни қасқырлар саны мен олардың олжасын үнемі бақылау, сондай-ақ ғылыми зерттеулер жүргізу популяциялардың динамикасы туралы өзекті ақпарат алуға және басқаруға қатысты негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

Қасқыр популяциясын басқару биоәртүрлілікті сақтау мен жергілікті қауымдастықтардың қажеттіліктері арасындағы тепе-теңдікке қол жеткізуге бағытталуы керек екенін атап өту маңызды.

Аңшылықты реттеу, браконьерлікті бақылау, қорғалатын табиғи аумақтарды құру және мониторингін жүргізуді қоса алғанда, киік популяциясын тұрақты басқару стратегияларын әзірлеу және іске асыру түрді сақтаудың негізгі факторлары болып табылады.

Қасқырлардың киіктер популяциясына тигізетін әсерін ескере отырып, тиімді қорғау саясатын жүзеге асыру өте маңызды. Бұл саясат қасқырлар мен киіктер арасындағы тепе-теңдікті сақтауға және екі түрдің де сақталуын қамтамасыз етуге бағытталған болуы керек. Ғалымдар киіктер мен жыртқыштардың өзара әрекеттесуін зерттеуді жалғастыруда, бұл болашақта киіктерді қорғау стратегияларын жетілдіруге көмектеседі.

Қорытынды

Қасқырлардың киіктер популяциясына әсері күрделі және олардың арасындағы байланыс ғасырлар бойы зерттеліп келеді. Қасқырлардың киіктерге аңшылық жасауы – киіктер популяциясының азаюына әсер ететін маңызды факторлардың бірі.

Қасқырлардың санын реттеу, олардың тіршілік ету ортасын қорғау және киіктерге аңшылық жасауға шектеу қою – киіктер популяциясын сақтаудың маңызды шарттары. Қасқырлардың киіктер популяциясына әсері туралы зерттеулер көрсеткендей, олардың табиғи тепе-теңдікті сақтауға үлкен рөлі бар.

Зерттеу нәтижелері бойынша қасқырлардың киік популяциясына әсері жыл мезгілдеріне орай өзгеріп отырады, яғни қыста азық тапшылығы мен қолайсыз ауа райы жағдайларына байланысты киіктер әлсіреп, жыртқыштарға оңай олжа болатындығы анықталды.

«Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерватындағы 2024 жылғы қыс мезгіліндегі жүргізілген есепке алу жұмыстарының нәтижесі бойынша киіктер саны 59 657 басты құраса, 2024 жылғы көктемгі санақ бойынша бұл көрсеткіш 55 217 басты құрады.

Киіктерді қасқырлардан қорғау мақсатында резерват территориясында бақылау, мекен ету ортасын сақтау, жыртқыштар санын реттеуге бағытталған іс-шаралар жүргізіледі.

Авторлардың қосқан үлесі

НН, СН, және ЛБ зерттеудің тұжырымдамасын жасады және жобалады, жан-жақты әдебиеттерді іздестірді, жиналған деректерді талдап, қолжазбаның жобасын жасады. АА, ГБ және НА: қолжазбаның соңғы редакциясын және коррекциясын орындады. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, бекітті.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Кузякин, ВА. (2017). *Учет численности охотничьих животных*. Товарищество научных изданий КМК, Москва: 320.
- 2 Кондратов, АВ, Кретинина, НС, Вашукевич, ЕВ. (2017). *Учет животных ресурсов: учебное пособие*. Иркутский ГАУ, Иркутск: 120.
- 3 Суворов, АП. (2024). *Основы полевых наблюдений. Следы жизнедеятельности зверей и птиц: учебник для вузов*. Лань 2-е изд., Санкт-Петербург: 260.
- 4 Суворов, АП. (2021). *Основы полевых наблюдений. Полевое следопытство: учебник для вузов*. Лань 2-е изд., Санкт-Петербург: 228.
- 5 Машкин, ВИ. (2022). *Ресурсы животного мира: учебное пособие для вузов*. Лань, 3-е изд., Санкт-Петербург: 376.
- 6 Рашитов, СС, Қарағойшин, ЖМ, Нұрғожаева, НМ, Бұршақбаева, ЛМ, (2020). *Кәсіптік аңдар биологиясы: оқулық*. С.Сейфуллин атындағы ҚАТУ, Нұр-Сұлтан: 256.
- 7 Близнак, АИ. (2021). Взаимосвязь залётов крупных хищных птиц с популяцией сайгака *Saiga tatarica*. *Русский орнитологический журнал*, 2018, 3646-3648.
- 8 Брагина, ТМ. (2006). Природоохранная инициатива «Алтын Дала» в Казахстане и перспективы организации государственного природного резервата «Алтын Дала». *Вопросы степеведения*, 45-49.
- 9 Serikbayeva, AT, Akimzhanova, DSh, Isakovab, ZhA, Karagoishinc, Zh., Akoyev, MT, Dauletaliyeva, TN, Baitanayeva, OA. (2023). Saiga (*Saiga tatarica*) conservation strategy in Kazakhstan Saiga (*Saiga tatarica*): uma estratégia de conservação no Cazaquistão, *Brazilian Journal Biology*, 83, 1-10.

References

- 1 Kuzyakin, VA. (2017). *Uchet chislennosti ohotnich'ih zhivotnyh*. Tovarishchestvo nauchnyh izdaniy KMK, Moskva: 320.
- 2 Kondratov, AV, Kretinina, NS, Vashukevich, EV. (2017). *Uchet zhivotnyh resursov: uchebnoe posobie*. Irkutskij GAU, Irkutsk: 120.
- 3 Suvorov, AP. (2024). *Osnovy polevyh nablyudenij. Sledy zhiznedeyatel'nosti zveri i ptic: uchebnik dlya vuzov*. Lan', 2-e izd., Sankt-Peterburg: 260.
- 4 Suvorov, AP. (2021). *Osnovy polevyh nablyudenii. Polevoe sledopytstvo: uchebnik dlya vuzov*. Lan', 2-e izd., Sankt-Peterburg: 228.
- 5 Mashkin, VI. (2022). *Resursy zhivotnogo mira: uchebnoe posobie dlya vuzov*. Lan', 3-e izd., Sankt-Peterburg: 376.
- 6 Rashitov, SS, Қарағойшин, ЖМ, Нұрғожаева, НМ, Бұршақбаева, ЛМ. (2020). *Кәсіптік аңдар биологиясы: оқулық*. S.Seifullin atyndagy QATU, Nur-Sultan: 256.
- 7 Bliznyuk, AI. (2021). Vzaimosvyaz' zalyotov krupnyh hishchnyh ptic s populyaciej sajkaka *Saiga tatarica*. *Russkij ornitologicheskij zhurnal*, 2018, 3646-3648.
- 8 Bragina, TM. (2006). Prirodoohrannaya iniciativa «Altyn Dala» v Kazahstane i perspektivy organizacii gosudarstvennogo prirodnoho rezervata «Altyn Dala». *Voprosy stepevedeniya*, 45-49.
- 9 Serikbayeva, AT, Akimzhanova, DSh, Isakovab, ZhA, Karagoishinc, Zh., Akoyev, MT, Dauletaliyeva, TN, Baitanayeva, OA. (2023). Saiga (*Saiga tatarica*) conservation strategy in Kazakhstan Saiga (*Saiga tatarica*): uma estratégia de conservação no Cazaquistão, *Brazilian Journal Biology*, 83, 1-10.

Влияние волков (*Canis lupus*) на популяцию сайгака (*Saiga tatarica*) на территории государственного природного резервата «Алтын Дала»

Нургожаева Н.М., Нарбаев С., Асылбекова А.С., Баринова Г.К.,
Буршакбаева Л.М., Ахметжанова Н.А.

Аннотация

Предпосылки и цель. Сайгак (*Saiga tatarica*) – уникальное животное, обитающее в степях Центральной Азии. Влияние хищников на популяцию сайгаков может быть значительным. Основной целью исследования является выявление влияния хищных животных на популяцию сайгаков на территории государственного природного резервата «Алтын Дала».

Материалы и методы. Исследования проводились на территории государственного природного резервата «Алтын Дала» в период с 2022 по 2023 годы. Исследования направлены на выявление воздействия хищников на популяции сайгаков. В нашей исследовательской работе использовались такие методы, как спутниковое наблюдение, радиомаркировка и установка фотоэлементов.

Результаты. Влияние волков на популяцию сайгаков варьируется в зависимости от сезона. Зимой из-за нехватки корма и неблагоприятных погодных условий сайгаки ослабевают и становятся легкой добычей для хищников. По результатам зимнего маршрутного учета 2024 года численность сайгаков в резервате «Алтын Дала» составила 59 657 голов, по результатам весеннего учета 2024 года численность сайгаков на территории резервата составила 55 117 голов. Для защиты сайгаков от волков в резервате «Алтын Дала» проводятся различные защитные мероприятия. К ним относятся такие мероприятия, как мониторинг, сохранение среды обитания и управление популяциями, регулирование численности и защита от хищников.

Заключение. Охота волков на сайгаков – один из важнейших факторов, влияющих на сокращение популяции сайгаков. Защита среды обитания и ограничение охоты на сайгаков, а также регулирование численности волков являются важными условиями для сохранения популяции сайгаков. Исследования влияния волков на популяции сайгаков показывают, что они играют большую роль в поддержании естественного баланса.

Ключевые слова: сайгак; волк; популяция; мониторинг.

The influence of wolves (*Canis lupus*) on the Saiga tatarica population on the territory of the «Altyn Dala» State Nature Reserve

Nazgul M. Nurgozhayeva, Serik Narbayev, Ainur S. Assylbekova, Gulnaz K. Barinova,
Laura M. Burshakbayeva, Nurikhan A. Akhmetzanova

Abstract

Background and Aim. The Saiga tatarica is a unique animal found in the steppes of Central Asia. The impact of predators on the saiga population can be significant. The main purpose of the study is to identify the influence of predatory animals on the saiga population on the territory of the «Altyn Dala» State Nature Reserve.

Materials and methods. The research was conducted on the territory of the «Altyn Dala» State Nature Reserve in the period from 2022 to 2023. The research is aimed at identifying the impact of predators on saiga populations. In our research work, methods such as satellite surveillance, radio labeling and installation of solar cells were used.

Results. The influence of wolves on the saiga population varies depending on the season. In winter, due to lack of food and adverse weather conditions, saigas weaken and become easy prey for predators. According to the results of the winter route accounting in 2024, the number of saigas in the «Altyn Dala» reserve amounted to 59,657 heads, according to the results of the spring accounting in 2024, the number of saigas in the reserve amounted to 55,117 heads. To protect saigas from wolves, various protective measures are carried out in the «Altyn Dala» Reserve. These include activities such as monitoring, habitat conservation and population management, population regulation and protection from predators.

Conclusion. Hunting of saigas by wolves is one of the most important factors affecting the reduction of the saiga population. Habitat protection and restriction of saiga hunting, as well as regulation of the number of wolves, are important conditions for the conservation of the saiga population. Studies of the influence of wolves on saiga populations show that they play an important role in maintaining natural balance.

Keywords: Saiga tatarica; Canis lupus; population; monitoring.

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. 86-96. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.4(123).1794

УДК 621.311.25

Исследовательская статья

Обоснование уравнения регрессии при проведении экспериментальных исследований воздуховода ветроэнергетической установки для фермерских хозяйств

Курманов А.А.¹ , Курманов А.К.¹ , Хасенов У.Б.¹ , Аханов С.М.² ,
Кабдушева А.С.¹ , Калиев Б.К.¹ 

¹Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, Костанай, Казахстан

²Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

Автор-корреспондент: А.С. Кабдушева: 9.12.1989@mail.ru

Соавторы: (1: АА) arachnid_@inbox.ru; (2: АК) kurmanov_ayap@mail.ru
(3: УБ) kstu-tt@mail.ru; (4: СМ) serik.ahanov@mail.ru; (5: БК) kaliyevb@mail.ru

Получено: 11-10-2024 **Принято:** 20-12-2024 **Опубликовано:** 30-12-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. Повышение эффективности энергоснабжения производств Казахстана является важной задачей, для ее реализации принято несколько документов, в частности, большое внимание уделено нетрадиционным источникам энергии. Большой потенциал для нашей территории у ветроэнергетических установок. В результате анализа методов повышения их эффективности установлено возможное направление совершенствования – разработка формы воздуховода, это позволяет увеличить скорость воздушного потока. И как следствие, выработку электрической энергии в 2 и более раз. Целью исследования является повышение эффективности получения электрической энергии в ветроэнергетической установке для фермерских хозяйств за счет снижения зависимости от скорости ветра и определение наиболее подходящих технических параметров установки.

Материалы и методы. Для проведения экспериментальных исследований применялись современные материалы и оборудование, прошедшие поверку в сертифицированных организациях. Методы исследования соответствуют современным подходам к решению научных задач.

Результаты. Для повышения эффективности получения электрической энергии в ветроэнергетической установке предлагается устройство за счет которого снижается зависимость от скорости ветра.

Заключение. В результате проведенных экспериментальных исследований получено уравнение регрессии, адекватно описывающее процесс работы воздуховода, прошедшее проверку на значимость коэффициентов, и получены оптимальные значения факторов.

Ключевые слова: инженерные исследования; ветроэнергетические установки; ветровая турбина; мощность; скорость ветра.

Введение

Ветроэнергетика – это динамично развивающаяся отрасль энергетической промышленности во многих странах мира, в том числе и в Казахстане [1, 2].

Казахстан стоит на пороге значительных изменений в своей энергетической политике, стремясь к диверсификации источников энергии и повышению экологической устойчивости [3,4]. Страна, обладающая значительными запасами углеводородов, традиционно зависела от ископаемого топлива в производстве электроэнергии. Однако глобальные вызовы, связанные с изменением климата и необходимостью сокращения выбросов углекислого газа, побуждают Казахстан искать альтернативные подходы к энергетике [4, 5]. В Казахстане ветроэнергетические

установки наиболее востребованы и экономически целесообразны для электроснабжения отдаленных фермерских хозяйств и объектов, так как проводить электричество на большие расстояния не выгодно [6, 7].

Нами предлагается устройство, снижающее зависимость от скорости ветра. Совершенствование ветроэнергетической установки для фермерских хозяйств заключается в изготовлении воздуховода состоящим из трех участков: конфузора, канала критики и диффузора, образующие поверхностей конфузора и диффузора, описываемое законами Вейбулла-Гнеденко, по аналогии с конструкцией ракетного двигателя, что позволяет достичь наибольших значений коэффициента полезного действия в условиях размещения установок в регионах с меняющейся скоростью ветра [8, 9]. Предлагаемая разработка обосновывается снижением зависимости от скорости ветра, следовательно данное направление является актуальным [10].

Материалы и методы

Для проведения экспериментов была изготовлена экспериментальная установка, разработан план эксперимента, подготовлено оборудование и измерительное обеспечение. Общий вид экспериментального воздуховода ветроэнергетической установки показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид экспериментального воздуховода

Воздуховод состоит из трех участков: конфузора, канала критики и диффузора по аналогии с реактивным двигателем.

Ветроэнергетическая установка работает следующим образом, воздушный поток входит в конфузор, при переходе из конфузора в канал критики его скорость возрастает из-за резкого сужения, и при переходе в диффузор создается разрежение в результате возрастания объема и, связанное с этим, падение скорости, что дополнительно повышает скорость воздушного потока в канале критики. Ветрогенератор закреплен в канале критики в зоне максимального воздушного потока. Виды кривых аппроксимирующие формулы при проектировании поверхностей воздуховода описываются законами Вейбулла-Гнеденко.

Коэффициент корреляции реальных поверхностей конфузора и диффузора с теоретическими зависимостями составляет более 0,74.

В качестве средства измерения воздушного потока использовался сертифицированный измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп-М», представленный на рисунке 2 [11].

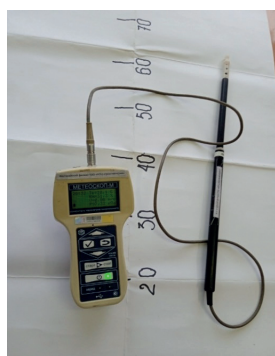


Рисунок 2 – Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп-М»

На рисунке 3 представлен процесс замера скорости воздушного потока анемометром со стороны конфузора.



Рисунок 3 – Вид анемометра со стороны конфузора

С целью повышения качества контроля скорости применялся микро-анемометр для определения скорости воздушного потока СТ44098 [11] (рисунок 4). Это стабильный, безопасный и надежный миниатюрный цифровой анемометр, широко используемый в горнодобывающей, электрической, металлургической, нефтехимической, энергосберегающей, навигационной, производстве вентиляторов, вытяжной вентиляции, спорте и многих других отраслях промышленности. Разрешением 0,1 м/с, точность показания 5%, температура окружающей среды до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ с погрешностью 0,1. Кроме этого, изготовлены канал критики представленный на рисунке 5, диаметром 150 мм, и соответствующие конфузторы и диффузоры трех различных диаметров кривизны в соответствии с таблицей 2.



Рисунок 4 – Профессиональный мини-анемометр



Рисунок 5 – Установка мини-анемометра в канал критики ветроэнергетической установки

План экспериментов и уровни варьирования факторов представлены в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – План эксперимента Песочинского

№ п/п	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₃ ²	Y ₁ (расстояние до анемометра)
1	+	0	+	+	0	0	+	0	+	+	2,354
2	+	0	-	+	0	0	-	0	+	+	2,482
3	+	0	+	-	0	0	-	0	+	+	2,43
4	+	0	-	-	0	0	+	0	+	+	2,245
5	+	+	0	+	0	+	0	+	0	+	2,252
6	+	-	0	+	0	-	0	+	0	+	2,362
7	+	+	0	-	0	-	0	+	0	+	2,385
8	+	-	0	-	0	+	0	+	0	+	2,44
9	+	+	+	0	+	0	0	+	+	0	2,102
10	+	-	+	0	-	0	0	+	+	0	2,32
11	+	+	-	0	-	0	0	+	+	0	2,542
12	+	-	-	0	+	0	0	+	+	0	2,29
13	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,444

Таблица 2 – Факторы и уровни их варьирования

Факторы	Код	Уровень варьирования факторов					Интервал варьирования
X1 – длина корпуса (мм)	-	150	0	250	+	350	100
X2 – входной дефлектор (конфузор) (радиус кривизны, мм)	-	110	0	135	+	160	25
X3- выходной дефлектор (диффузор) (радиус кривизны, мм)	-	95	0	110	+	125	15

Для изучения влияния диаметра канала критики на скорость воздушного потока в нем, и как следствие, производительности ветрогенератора потребовались дополнительные экспериментальные исследования. Поэтому было подготовлено оборудование и изготовлены детали экспериментальной установки.

На первом этапе проводили измерение скорости воздушного потока без использования ветроэнергетической установки. Для этого использовали бытовой вентилятор, имеющий два режима скорости воздушного потока. На следующем этапе использовали конфузор, канал критики и диффузор диаметрами 100, 125 и 150 мм.

Результаты и обсуждение

Обработка результатов экспериментов проводилась на основании исследований Ф.С. Новик и Я.Б. Арсова [12].

$$Y=2,444 - 0,016375x_1 - 0,044125 x_2 - 0,00625 x_3 - 0,1175 x_1 x_2 - 0,01375 x_1 x_3 + 0,07825 x_2 x_3 - 0,07425 x_1^2 + 0,05625 x_2^2 - 0,01 x_3^2$$

Уравнение регрессии после определения значимости коэффициентов по критерию Стьюдента, и адекватности модели на основании критерия Фишера [12], прошло обработку программой Mathcad, как показано на рисунках 6-13.

При $x_3 = 0$ (const), x_1 и x_2 – варьируются.

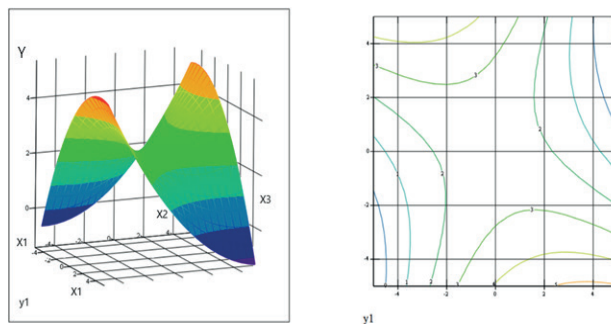


Рисунок 6 – Значение функции при $x_3 = 0$ (const), x_1 и x_2 – варьируются

При $x_2 = 0$ (const), x_1 и x_3 – варьируются.

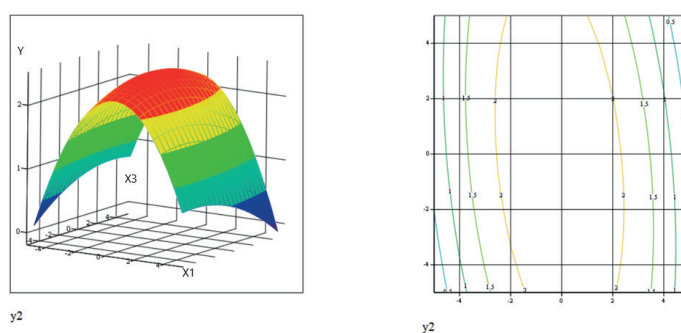


Рисунок 7 – Значение функции при $x_2 = 0$ (const), x_1 и x_3 – варьируются

При $x_1 = 0$ (const), x_2 и x_3 – варьируются.

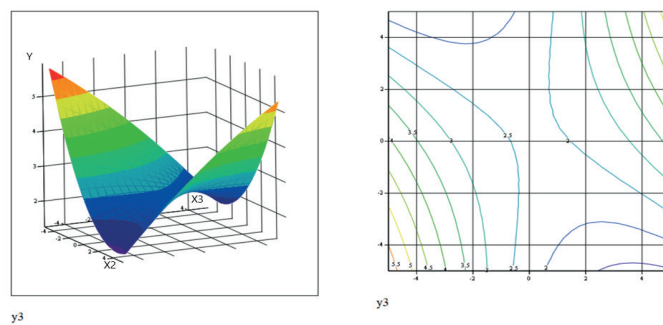


Рисунок 8 – Значение функции при $x_1 = 0$ (const), x_2 и x_3 – варьируются

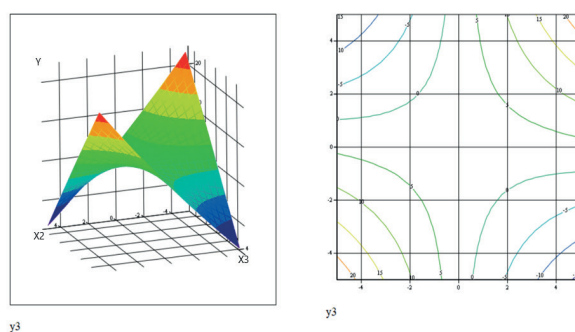


Рисунок 9 – Значение функции от факторов u^3

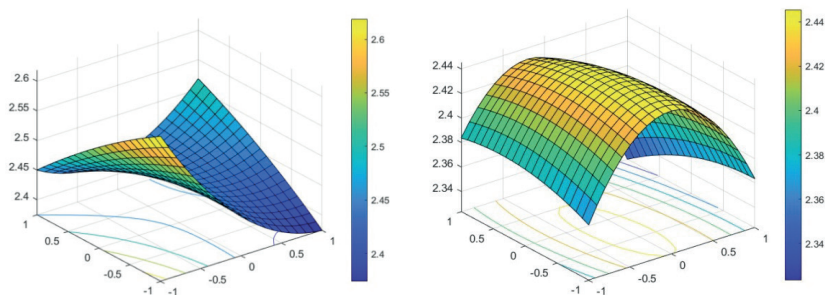


Рисунок 10 – Значение функции от факторов X_1

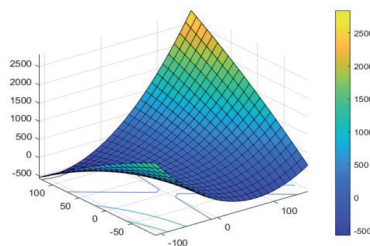


Рисунок 11 – Значение функции от факторов X_2

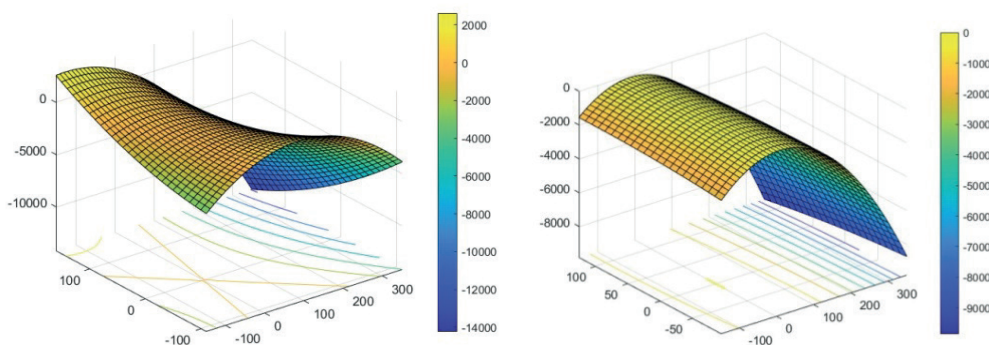


Рисунок 12 – Значение функции от факторов X_3

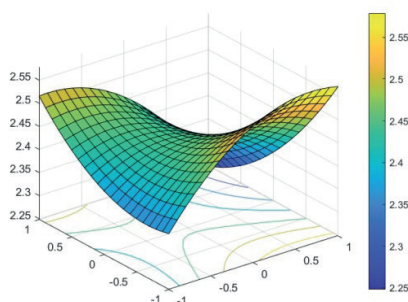


Рисунок 13 – Значение функции от всех факторов (-1, 0, 1)

В кодированном варианте (-1, 0, 1).

Максимальное значение функции от всех факторов ($X_1=1, X_2=-1, X_3=-1$) $Y=3,368$

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблицах 3-6.

В результате проведения экспериментальных исследований с пятикратной повторностью были получены скорость воздушного потока без применения и с применением воздухопроводов, диаметрами 100, 125 и 150 мм.

Таблица 3 – Скорость воздушного потока вентилятора

Показатель	Расстояние до мини-анеометра, см.							
	20		30		40		50	
	Режим работы вентилятора							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Скорость воздушного потока, м/с	2,65	2,55	2,55	2,867	2,65	2,85	2,25	2,75

Таблица 4 – Скорость воздушного потока в канале критики диаметром 125 мм

Показатель	Расстояние до мини-анеометра, см.							
	30		35		40		45	
	Режим работы вентилятора							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Скорость воздушного потока, м/с	длина канала критики 350 мм							
	2,65	3,0	3,25	3,35	2,55	2,75	2,15	2,4
	длина канала критики 250 мм							
	2,25	2,65	2,65	2,85	2,25	2,55	2,05	2,25
длина канала критики 300 мм								
	2,55	2,85	2,65	3,0	2,25	2,55	2,05	2,25

Таблица 5 – Скорость воздушного потока в канале критики диаметром 150 мм

Показатель	Расстояние до мини-анеометра, см.							
	30		35		40		45	
	Режим работы вентилятора							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Скорость воздушного потока, м/с	длина канала критики 350 мм							
	3,15	3,65	2,75	3,15	2,4	2,85	2,65	3,15
	длина канала критики 250 мм							
	2,55	2,85	2,85	3,5	2,75	3,65	2,4	2,75
длина канала критики 300 мм								
	2,85	3,25	3,15	3,35	2,65	3,0	2,4	2,75

Таблица 6 – Сравнительный эксперимент для канала критики диаметром 100 мм

№	Расстояние, мм					
1	200	300	400	500	600	700
Замер скорости воздушного потока без устройства						
2	-	2,4	2,37	2,2	2,14	1,93
Замер скорости воздушного потока через устройство (расстояние до мини-анеометра)						
3	-	2,62	2,54	2,36	2,3	2,07
Замер скорости воздушного потока через устройство (расстояние до края конфузора)						
	Эффект	9,1%	7,2%	7,2%	7,4%	7,25%

Для оптимального варианта диаметра канала критики 150 мм и расстоянии 400 мм скорость ветра без устройства – 2,37 м/с, с применением устройства – 3,65, а именно разница 35,07%.

На рисунке 14 представлен график влияния диаметра канала критики на скорость воздушного потока ветроэнергетической установки. Связь между длиной канала критики и скоростью воздушного потока представлена на рисунке 15.

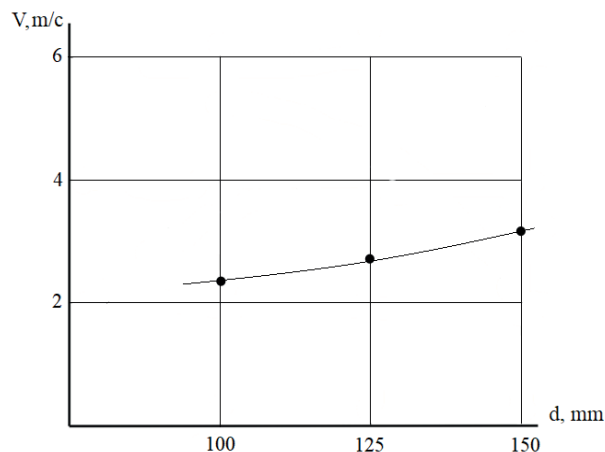


Рисунок 14 – Влияние диаметра канала критики на скорость воздушного потока ветроэнергетической установки

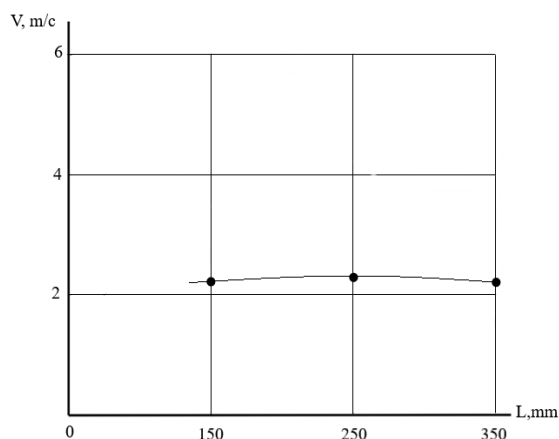


Рисунок 15 – Связь между длиной канала критики и скоростью воздушного потока

Для установления связи между скоростью потока и диаметром канала критики были проведены дополнительные эксперименты, здесь криволинейные зависимости между двумя переменными выражены в виде кривых линий регрессии и соответствующих им математических уравнений.

Заключение

В результате проведения экспериментальных исследований, можно сделать вывод, что полученная модель значима, и экспериментальными исследованиями установлены связи диаметра канала критики с параметрами конфузора и диффузора:

- увеличение диаметра канала критики и связанные с ней конфузора и диффузора повышают производительность ветрогенератора;

- при диаметре канала критики 100 мм, длине канала критики 250 мм, радиус кривизны конфузора 110 мм, а диффузора 95 мм, эти соотношения справедливы при увеличении диаметра канала критики.

Повышение эффективности ветрогенератора с применением устройства, состоящего из конфузора, канала критики и диффузора достигает 35,07%.

Вклад авторов

АА, АС и БК: Концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. АК, УБ, С.М.:

провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Список литературы

- 1 *Об утверждении Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан на 2023-2029 годы.* (01.11.2024). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P14000007245>.
- 2 *Ветроэнергетика.* (01.11.2024). <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
- 3 Botha, P., Mills, G. (01.11.2024). Stewart Island Wind Investigation. *Roaring40s Wind Power Limited*. <https://www.mbie.govt.nz/dmsdocument/5768-stewart-island-wind-investigation>
- 4 McNeill, R. (01.11.2024). *A Proposed Way Forward to Deal with Electricity Supply at Stewart Island.* Venture Southland. <https://www.southlanddc.govt.nz/assets/Siesa/docs/11.pdf>.
- 5 *International Renewable Energy Agency (IRENA).* (01.11.2024) Power System Flexibility for the Energy Transition. <https://www.irena.org/publications/2018/Nov/Power-system-flexibility-for-the-energy-transition>.
- 6 *Техническое описание ветряной турбины Fuhrländer FL-100.* (01.11.2024). <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/279-fuhrlaender-fl-100-astos>
- 7 Li, C. et al. (2016). Evaluation of wind energy resource and wind turbine characteristics at two locations in China. *Technology in Society*, 47, 121-128. DOI: 10.1016/j.techsoc.2016.09.003.
- 8 Суббота, АМ, Джулгаков, ВГ, (2018). Повышение эффективности ветроэнергетической установки с вертикальной осью вращения. *Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского*, 1(85), 77-85.
- 9 Константинова, СВ. (2013). Типы ветродвигателей. Новые конструкции и технические решения. *Энергетика и ТЭК*. 1, 16-20.
- 10 Ветроэнергетическая установка. (2023). Патент РК № 8884: Курманов АК., Курманов А.А., Салыков Б.Р., Хасенов У.Б., Бюл. №1268.2.
- 11 Сертификат о проверке №ВА10-01-33039. (2020). Измеритель параметров микроклимата. *Алматинский филиал АО «НацЭКС» аттестат аккредит. №KZ.P.02.0687.*
- 12 Новик, ФС, Арсов, ЯБ, (1980). *Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов.* Москва: Машиностроение.

References

- 1 *Ob utverjdenii Kontseptsii razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa Respubliki Kazahstan na 2023 – 2029 gody.* (01.11.2024). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P14000007245>.
- 2 *Vetroenergetika.* (01.11.2024). <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
- 3 Botha, P., Mills, G. (01.11.2024). Stewart Island Wind Investigation. *Roaring40s Wind Power Limited*. <https://www.mbie.govt.nz/dmsdocument/5768-stewart-island-wind-investigation>
- 4 McNeill, R. (01.11.2024). *A Proposed Way Forward to Deal with Electricity Supply at Stewart Island.* Venture Southland. <https://www.southlanddc.govt.nz/assets/Siesa/docs/11.pdf>.
- 5 *International Renewable Energy Agency (IRENA).* (01.11.2024) Power System Flexibility for the Energy Transition. <https://www.irena.org/publications/2018/Nov/Power-system-flexibility-for-the-energy-transition>.
- 6 *Tehnicheskoe opisanie vetryanoi turbiny Fuhrländer FL-100.* (01.11.2024). <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/279-fuhrlaender-fl-100-astos>
- 7 Li, C., et al. (2016). Evaluation of wind energy resource and wind turbine characteristics at two locations in China. *Technology in Society*. 47, 121-128. DOI: 10.1016/j.techsoc.2016.09.003.
- 8 Subbota, AM, Djulgakov, VG. (2018). Povyshenie effektivnosti vetroenergeticheskoi ustanovki s vertikalnoi osyu vrasheniya. *Natsionalnyi aerokosmicheskii universitet im. N.E. Jukovskogo*, 1(85), 77-85.
- 9 Konstantinova, SV. (2013). Tipy vetrodvigatelei. Novye konstruksii i tehnicheckie resheniya. *Energetika i TEK*. 1, 16-20.
- 10 Vetroenergeticheskaya ustanovka (2023). Patent RK № 8884: Kurmanov AK., Kurmanov A.A., Salykov B.R., Hasenov U.B., Bul. №1268.2.

11 Sertifikat o poverke №VA10-01-33039. (2020). İzmeritel parametrov mikroklimate. *Almatinskii filial AO «NatsEkS» attestat akkredit. № KZ.R.02.0687.*

12 Novik, FS, Arsov, YAB, (1980). *Optimizatsiya protsessov tehnologii metallov metodami planirovaniya eksperimentov.* Moskva: Maşinostroenie.

Шаруа қожалықтары үшін жел энергетикасы қондырғысының құбырына эксперименттік зерттеулер жүргізу кезіндегі регрессия теңдеуінің негіздемесі

Курманов А.А., Курманов А.К., Хасенов У.Б., Аханов С.М.,
Кабдушева А.С., Калиев Б.К.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қазақстан өндірістерін энергиямен жабдықтау тиімділігін арттыру маңызды міндет болып табылады, оны іске асыру үшін бірнеше құжаттар қабылданды, атап айтқанда, дәстүрлі емес энергия көздеріне көп көңіл бөлінді. Біздің аумағымыз үшін жел энергетикасы қондырғыларының әлеуеті зор. Олардың тиімділігін арттыру әдістерін талдау нәтижесінде жетілдірудің мүмкін бағыты анықталды-каналдың пішінін әзірлеу, бұл ауа ағынының жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде электр энергиясын өндіру 2 есе немесе одан да көп. Зерттеудің мақсаты – жел жылдамдығына тәуелділікті азайту және қондырғының ең қолайлы техникалық параметрлерін анықтау арқылы фермалар үшін жел қондырғысында электр энергиясын өндірудің тиімділігін арттыру.

Материалдар мен әдістер. Эксперименттік зерттеулер жүргізу үшін сертификатталған ұйымдарда тексеруден өткен және өздерінің сәйкестік сертификаттары бар заманауи материалдар мен жабдықтар қолданылды. Зерттеу әдістері ғылыми мәселелерді шешудің заманауи тәсілдеріне сәйкес келеді: мәселенің жай-күйін талдау және жел энергетикалық қондырғыларын жіктеу негізінде ең оңтайлы сындарлы шешім ретінде каналды жетілдіру қажеттілігі туралы қорытынды жасалды.

Нәтижелер. Жел энергетикасы қондырғысында электр энергиясын алу тиімділігін арттыру үшін жел жылдамдығына тәуелділікті төмендететін құрылғы ұсынылады.

Қорытынды. Жүргізілген эксперименттік зерттеулердің нәтижесінде коэффициенттердің маңыздылығын тексеруден өткен каналдың жұмыс процесін барабар сипаттайтын регрессия теңдеуі алынды және факторлардың оңтайлы мәндері алынды.

Кілт сөздер: инженерлік зерттеулер; жел электр станциялары; жел турбинасы; қуат; жел жылдамдығы.

Substantiation of the regression equation during experimental studies of the duct of a wind power plant for farms

Aidar A. Kurmanov, Ayap K. Kurmanov, Uralbay B. Khasenov, Beibit K. Kaliev,
Almira S. Kabdusheva, Serik M. Akhanov

Abstract

Background and Aim. Improving the efficiency of energy supply to Kazakhstan's industries is an important task, several documents have been adopted for its implementation, in particular, much attention is paid to non-traditional energy sources. Wind power plants have great potential for our territory, as a result of the analysis of methods to increase their efficiency, a possible direction of improvement has been established -the development of an air duct shape, this allows increasing the air flow rate. And as a result, the generation of electric energy by 2 or more times. The purpose of the study is to increase the efficiency of a wind power plant in farm conditions by improving its air duct. The aim of the study is to increase the efficiency of generating electric energy in a wind power plant for farms by reducing dependence on wind speed and determining the most appropriate technical parameters of the installation.

Materials and methods. Modern materials and equipment that have been verified in certified organizations and have their own certificates of conformity were used to conduct experimental studies. The research methods correspond to modern approaches to solving scientific problems: based on the analysis of the state of the issue and the classification of wind power plants, it was concluded that it is necessary to improve the duct as the most optimal constructive solution.

Results. To increase the efficiency of generating electric energy in a wind power plant, a device is proposed due to which the dependence on wind speed is reduced.

Conclusion. As a result of the conducted experimental studies, a regression equation was obtained that adequately describes the process of duct operation, which has been tested for the significance of coefficients, and optimal values of factors were obtained.

Keywords: : engineering research; wind power plants; wind turbine; power; wind speed.

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. 97-109. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.4(123).1810

УДК 631.445.52.61 (574.51)

Исследовательская статья

Биологический метод рассоления засоленных почв с помощью окультуривания солодки голой (*Glycyrrhiza Glabra L*)

Ибраева М.А.¹ , Маханова У.М.² 

¹Казахский научно-исследовательский институт «Почвоведения и агрохимии»
им. У.У. Успанова, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

Автор-корреспондент: Ибраева М.А.: ibraevamar@mail.ru

Соавтор: (2: УМ) mahanova08@mail.ru

Получено: 22-11-2024 **Принято:** 23-12-2024 **Опубликовано:** 30-12-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. В Туркестанской области, где получили широкое распространение засоленные почвы, в настоящее время, технические параметры межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных и коллекторно-дренажных сетей не соответствуют проектным нормам, что в условиях продолжающихся засух способствовало возрастанию потери оросительной воды. Отмеченные обстоятельства привели к интенсивному развитию вторичного засоления почв и резкому ухудшению почвенно-мелиоративных условий орошаемых массивов. В связи с чем, целью исследований явилось испытание и определение эффективности биологического метода рассоления почв с помощью солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L*).

Материалы и методы. Полевые исследования по производственной проверке биологического метода проводились на территории трех пилотных хозяйств на площади 600 м², отличающиеся разным уровнем засоления почв. Перед посадкой проведена предпосадочная подготовка почв, проведен влагозарядковый полив. Солодка голая была высажена вегетативным способом. В начале эксперимента и в конце проведена (1:2000) солевая съемка территории хозяйств, из них отобраны образцы почв по глубинам 0-20, 20-50 и 50-100 см. По данным последних, определена степень засоления почв до глубины 1 м и составлены карты их засоления, которые в сравнении позволили определить эффективность биологического метода.

Результаты. В результате исследований составлены карты засоления почв, которые показывали эффективность возделывания солодки голой на изменение степени засоления почв. Наилучшая эффективность солодки голой установлена на слабозасоленных почвах, где за два вегетационных сезона концентрация солей уменьшилось в два раза, от 0,501% до 0,243%, т.е. исходная почва стала практически незасоленной. Среднезасоленные почвы второго пилотного участка в конце вегетации солодки голой перешли в разряд сильнозасоленных, что послужило увеличению площади последних в два раза, затронув верхний горизонт почвы.

Закключение. На трех пилотных участках, отличающиеся по степени засоления, испытание биологического метода показало эффективность солодки голой на слабозасоленных почвах. Установлено, что в условиях слабого вторичного засоления почв солодка голая обеспечивает снижение степени засоления почв до незасоленного уровня, что позволяет вовлечь их в сельскохозяйственный оборот. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияний солодки голой на солевой и питательный режимы не только нейтрально засоленных почв, но и щелочных.

Ключевые слова: Южный Казахстан; вторичное засоление; соленакопление; фитомелиорация; солодка голая (*Glycyrrhiza glabra L*).

Введение

Засоление почв является одним из основных деградационных процессов, ограничивающих плодородие почв засушливых территорий в разных странах мира, в том числе в Казахстане. Изменение засоления почв чаще всего является результатом антропогенного воздействия. Значительное влияние особенно в последние годы, на динамику засоления почв оказывают и глобальные климатические изменения [1-5]. Два этих основных фактора приводят к разным результатам в разных регионах Мира. В Казахстане сильное влияние на динамику засоления почв оказывают обе эти причины.

В Республике Казахстан площадь засоленных и солонцовых почв занимает 111,6 млн га, что составляет 41,0% от общей площади [5]. Долевое участие солончаков в структуре почвенного покрова значительно увеличивается в южной половине республики, которая представляет собой замкнутую внутриматериковую область, не имеющую свободного стока в открытые океанические бассейны. Здесь повсюду, кроме некоторых горных районов, испаряемость значительно превышает количество атмосферных осадков, что вызвано продолжительным жарким и сухим летом [1]. Наряду с преобладающим равнинным характером местности и ее общей слабой дренированностью, это способствовало широкому распространению засоленных почв. Кроме того, в настоящее время технические параметры межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных и коллекторно-дренажных сетей не соответствуют проектным нормам, что привело к интенсивному развитию вторичного засоления почв и подъему уровня и минерализаций грунтовых вод, т.е. происходит прогрессирующее засоление почв и грунтовых вод со всеми вытекающими отсюда последствиями. За счет засоления, неудовлетворительное мелиоративное состояние имеют почвы на 42912 га, за счет подъема уровня грунтовых вод на 80005 га, а за счет обоих факторов на 24909 га [5, 6]. В настоящее время ухудшение технического состояния оросительных каналов и гидротехнических сооружений привело к возрастанию потери оросительной воды и как следствие к увеличению удельных затрат воды на производство единицы продукции до 12-14 тыс. м³ на га [2, 5]. Это крайне отрицательно сказывается на экономике и производительности сельско-го хозяйства, так как Туркестанская область самая густонаселенная (на 1 км² приходится около 20 человек).

Одним из методов экологической реставрации деградированных земель, а также вспомогательным экологически безопасным мероприятием повышения плодородия засоленных и солонцовых почв является фитомелиорация [7]. Она предусматривает использование экологически специализированных видов ксерофитов, галофитов, псаммофитов и гигрофитов, которые являются надежным способом сохранения, обогащения и охраны биоразнообразия природных и сельскохозяйственных экосистем. Галофиты являются экологически, физиологически и биохимически специализированными видами растений, способными нормально функционировать и продуцировать в условиях засоленной среды и/или орошения соленой водой, при одновременном рассолении почв. Наконец, галофиты обеспечивают снижение уровня грунтовых вод в системе мелиоративных севооборотов. Таким образом, на сегодняшний день фитомелиорация засоленных почв с помощью галофитов является экологичным, экономичным и легковыполнимым видом мелиорации. По данным учёных, применение галофитов может обеспечить снижение засоления почв на 10-15% и повышение продуктивности засоленных земель на 20-25% [8, 9]. В результате исследований, проведенных З.Ш. Шамсудиновым, Н.З. Шамсудиновым [10, 11], установлено, что при фитомассе надземной части 18-20 т/га галофиты выносят из почвы 8-10 т солей с 1 га в год. Ими показано, что в период рассоления почв в мелиоративном севообороте, включающем разные экологические группы галофитов, для условий средней степени засоления составляет 4-5 лет, сильной степени засоления – 6-7 лет. Таким образом, рассоление почвы с помощью галофитов является единственным способом удаления вредных для культурных растений солей из почвы.

Среди галофитов особенно перспективным биомелиорантом для эффективного освоения засоленных орошаемых земель является солодка голая, которая одновременно считается как ценной лекарственной, так и кормовой культурой. В условиях Нижнего Поволжья на засоленных орошаемых землях с близким залеганием грунтовых вод солодка дает с 1 га 6-8 т сена и 8-10 т солодкового корня – ценного сырья для фармацевтической и пищевой промышленности [8].

В Узбекистане ученые создали метод разведения устойчивой к засоленной почве Мирзачуля, экспортоориентированной солодки, которая применяется в производстве, фармацевтике, промышленности [12]. На практике доказано, что на площадях, где ранее выращивалась солодка, впоследствии можно выращивать зерно и хлопчатник [13]. Испытание солодки голой в условиях Балхашского района Алматинской области позволило ученым установить наилучшую эффективность ее посадки корневыми черенками, где продуктивность зеленой массы и корней составило 2,3 т/га и 8,7 т/га соответственно. При таком способе степень засоления почв достигла незасоленного (0,149%) уровня по сравнению с контрольным (0,511%) вариантом [14].

Таким образом, из вышеизложенного следует, что в условиях засоленных почв Туркестанской области назрела необходимость производственного испытания биологического метода их рассоления с помощью окультуривания солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L.*), что стало целью наших исследований. Это даст возможность восстановить продуктивность засоленных почв, вовлечения их в сельскохозяйственный оборот путём создания высокопродуктивных кормовых биоценозов, улучшения мелиоративного состояния и повышения плодородия почв.

Материалы и методы

Полевой эксперимент по определению эффективности биологического метода рассоления почв проводился на общей площади 600 м², где каждый участок имел по 200 м². Испытания солодки голой в условиях сельскохозяйственного производства проводились на территории трех хозяйств, которые отличаются разным уровнем засоления почв. Первым пилотным хозяйством является крестьянское хозяйство (КХ) «Оркен», где получили распространение слабозасоленные почвы. Вторым хозяйством с опытным участком является КХ «Мухит», где образовались средnezасоленные почвы. Наконец, третьим хозяйством является КХ «Багдат-2», на территории которой встречаются сильнозасоленные почвы. Перед тем как посадить солодку голую (*Glycyrrhiza glabra L.*) вегетативным способом проводились предпосевная подготовка почв и влагозарядковый полив. При посадке солодки голой длина отрезков корневищ составляла 15-30 см, которые пучками устанавливались вертикально, с соблюдением полярности. В рядах расстояние между черенками равнялось 30 см, а ширина между рядами была равна 70 см. Отобранные черенки солодки голой углублялись в почву на глубину 2-4 см, с таким расчетом, чтобы их верхушка выглядывала от поверхности почвы на высоту 2-3 см [15]. Ниже на рисунках 1 и 2 представлены фрагменты посадки солодки голой и проведения биометрических измерений на пилотных участках с разным уровнем засоления почв.



Рисунок 1 – Фрагменты посадки солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L.*) на пилотных участках с разным уровнем засоления почв



Рисунок 2 – Момент измерения роста солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L*) на пилотных участках (2019 г.)

Перед началом проведения полевых исследований (весна 2019 г., осень 2019 г.) и в конце 2020 г. на территории трех пилотных хозяйств проведена детальная солевая съемка в масштабе 1:2000. Из вышеуказанных пилотных участков отобраны образцы почв с глубин 0-20, 20-50 и 50-100 см по 15 образцов (весной и осенью). После чего, до глубины 1 м определена степень засоления почв. По результатам последних, составлены карты засоления почв, с помощью которых проведено определение эффективности фитомелиорации солодкой голой (*Glycyrrhiza glabra L*) на засоленных почвах. При применении указанного способа установлено сравнительное изменение степени засоления почв за два вегетационных сезона солодки голой.

Результаты и обсуждение

Для испытания солодки голой в реальных производственных условиях нами проведены полевые исследования, основанные на сравнении изменений степени засоления почв в течение двух вегетационных сезонов при помощи составленных карт засоления. На картах степени засоления почв по трем пилотным участкам представлены данные по глубинам 0-20, 20-50 и 50-100 см. Результаты исследований показали, что на первом пилотном участке весной на глубине 0-20 см больше половины ее территории занимают средnezасоленные почвы. Тогда как остальная часть представлена слабозасоленными почвами. После возделывания солодки голой осенью происходит некоторая дифференциация пилотного участка в лучшую сторону, то есть за счет уменьшения доли средnezасоленных происходит увеличение доли слабозасоленных почв (рисунок 3). Причем наиболее лучший рост солодки голой был установлен именно на слабозасоленных почвах. Приживаемость составила более 80% растений от посаженных. Несмотря на это, в одном из углов пилотного участка образовался небольшой контур сильнозасоленных почв. Здесь, причиной аккумуляции дополнительной порции солей, по-видимому, является протекание гидрогенно-аккумулятивных процессов в условиях выпотного и десуктивно-выпатного водного режима, что спровоцировало реставрацию солей.



Рисунок 3 – Карты степени засоления почв первого пилотного хозяйства КХ «Оркен», А - весенний отбор почвы, Б – осенний отбор почвы

Весной на глубине 20-50 см наблюдалась однородность на уровне слабой степени засоления почв, которая осенью в конце вегетации солодки голой сопровождалась образованием небольшого контура незасоленных почв. Глубже полуметра (50-100 см) степень засоления почв в слабой степени и незасоленной имеет примерно равнозначное положение. Причем контура незасоленности разбросаны по противоположным частям пилотного участка. Однако, осенью в конце вегетации солодки голой повышенная температура воздуха, сильное испарение приводит к объединению углового незасоленного контура со слабозасоленным контуром, занимая таким образом большую часть пилотного участка.

Второй пилотный участок, находящийся на территории КХ «Мухит», отмечается изначальной средней засоленностью почв. Так, например, весной, если не учитывать небольшой угловой контур с очень сильной засоленностью почв, поверхностный горизонт (0-20 см) почвы характеризуется в целом средней засоленностью. Однако, осенью, в конце вегетации солодки голой, в зависимости от повышения температуры воздуха и протекания гидрогенно-аккумулятивных процессов степень засоления почв в господствующем контуре повышается от средней до сильной. А очень сильнозасоленный контур тем временем расширяется по площади (рисунок 4). Это приводит к приживаемости солодки голой на уровне около 30%. На глубине 20-50 см очертание контура весной вырисовывается таким же как на поверхностном слое. Однако, в этом сроке на глубине 20-50 см небольшой угловой контур характеризуется не очень сильным засолением, а сильным засолением почв. Осенью, несмотря на возделывание солодки голой, существенных изменений в контурах степени засоления не произошло. Исходное очертание контуров в целом сохраняются.

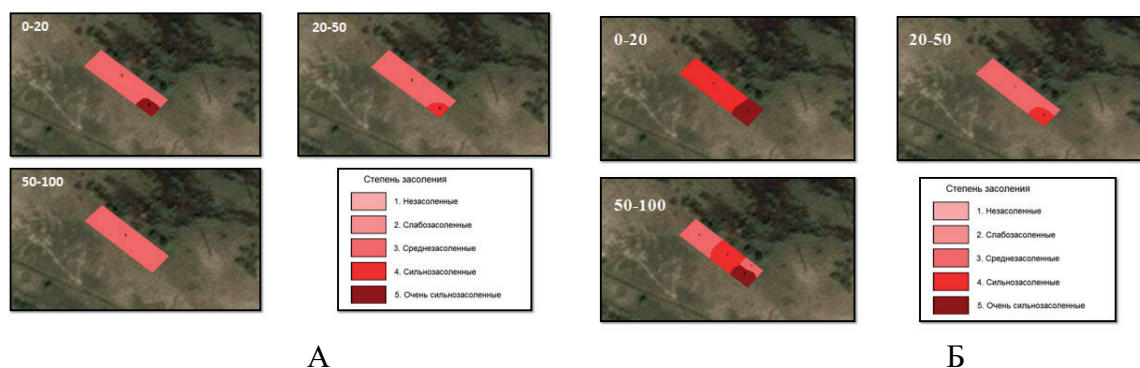


Рисунок 4 – Карты степени засоления почв второго пилотного хозяйства КХ «Мухит»,
А - весенний отбор почвы, Б – осенний отбор почвы

В пределах толщи 50-100 см пилотный участок имеет однородный контур средней степени засоления почв. Однако, пилотный участок осенью после возделывания солодки голой приобретает совсем иной облик. Она дифференцируется на четыре контура со средней, сильной и очень сильной засоленностью почв. Это говорит о том, что осенью из-за усиления засушливости климата, сильного испарения происходит интенсивное засоление почв, образование более засоленных контуров. Видимо, это связано с влиянием как внешних факторов, так и внутренних, которое представлено протеканием гидрогенно-аккумулятивных процессов в условиях выпотного водного режима почв.

Третий пилотный участок, который расположен в пределах КХ «Багдат-2» весной характеризуется однородным поверхностным (0-20 см) очень сильным засолением почв. Участок окрашен в темно-красный цвет (рисунок 5). Такая картина в поверхностном слое закономерно сохраняется даже после возделывания солодки голой осенью. Приживаемость последней составила около 5-10%.

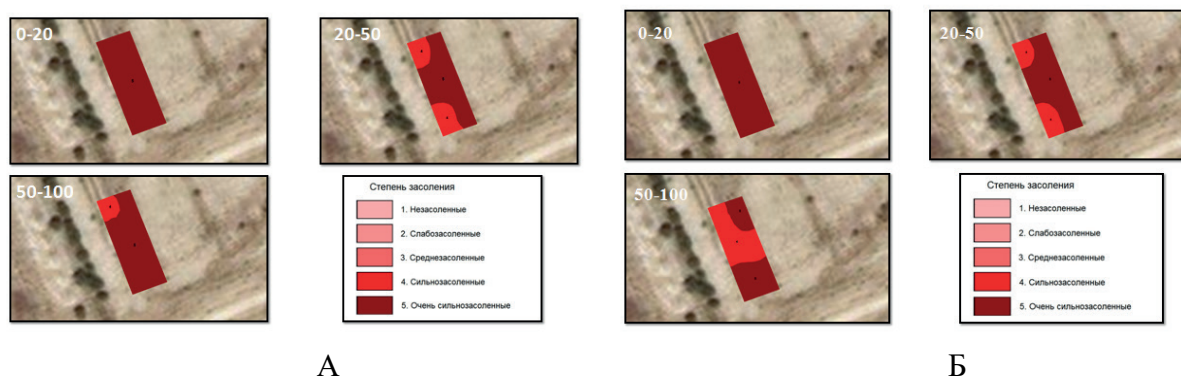


Рисунок 5 - Карты степени засоления почв третьего пилотного хозяйства КХ «Багдат - 2»,
А - весенний отбор почвы, Б – осенний отбор почвы

На глубине 20-50 см пилотный участок имеет совсем иной облик. Весной в отмеченной глубине почва по степени засоления имеет три самостоятельных контура. Из них, два противоположно расположенных контура отличаются сильной засоленностью и главенствующий контур очень сильной засоленностью почв. Такое состояние остается без заметных изменений несмотря на повышение температуры воздуха и почвы. Еще глубже (50-100 см) изначально весной пилотный участок характеризуется очень сильной степенью засоления почв с небольшим угловым контурным включением сильнозасоленных почв. Положительный эффект от возделывания солодки голой наблюдается осенью, когда происходит уменьшение площади контура изначально очень сильнозасоленных почв, которые разбиваются при этом на составные части. За счет этого увеличивается площадь контура, собственно, сильнозасоленных почво-грунтов на втором полуметре.

Таким образом, из вышеуказанного следует, что на пилотных участках происходит сезонное изменение степени засоления почв в сторону ее увеличения, то есть осенью происходит прирост концентрации воднорастворимых солей. Так как этот процесс активно происходит в поверхностном слое (0-20 см) у слабо- и среднезасоленных почв, а также в глубокой толще (50-100 см) у среднезасоленных почв, то следует предположить о влиянии не только гидрогенно-аккумулятивных процессов, связанных с близко залегающей грунтовой водой, но и влиянием выпотного и десуктивно-выпотного водного режимов, связанных с иссушающим потреблением воды растениями, а также ее испарением с поверхности. Здесь, также следует учесть микропроцессы внутрипочвенной диффузии, растворения и выпадения в осадок солей, что создает неоднородность солевого состава почвенного раствора и твердой фазы почвы в результате протекания вышеотмеченных процессов. По мере возрастания степени засоления почв пилотных участков эффект от солодки голой постепенно затухает, что также подтверждается литературными данными. Так, по данным Н.А. Акиншиной и К. Го-дерич [16] при очень высокой степени засоления почв солодка голая обеспечивает рассоление почв примерно через 3-5 лет и 6-7 лет.

Для определения эффективности фитомелиорации с помощью солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L*) на изменение степени засоления почв в 2020 году проведен окончательный анализ составленных карт засоления, которые показывают состояние пилотных участков до (весна 2019) и после (осень 2020) возделывания солодки голой, т.е. в течении двух вегетационных сезонов. В течении последней проведены все соответствующие мероприятия по уходу за черенками солодки голой. От ее продолжительности жизни и продуктивности, соотношения надземной и подземной массы, строения и характера профильного распределения, как известно, зависит фитомелиоративный эффект.

Карты засоления показали, что на слабозасоленных почвах пилотного участка КХ «Оркен» за два вегетационных сезона солодки голой в пахотном слое (0-20 см) происходит трансформация среднезасоленного контура в слабозасоленную (рисунок 6).



Рисунок 6 – Эффективность солодки голой на степень засоления почв первого пилотного хозяйства, А - весенний отбор почвы в 2019 году, Б – осенний отбор почвы в 2020 году

Так, если в пределах метровой толщи исходная засоленность почвы на 40% была практически незасоленной, то после возделывания солодки голой в конце двух вегетационных сезонов осенью она достигла 80%, что обусловило приживаемость более 80% посаженных растений. Это говорит о положительном эффекте фитомелиорации солодки голой на рассоление слабозасоленных почв. Весной 2019 года перед посадкой солодки голой почвы пилотного участка КХ «Оркен» находились на границе от слабого до среднего уровня засоленности. После двух вегетационных сезонов выращивания солодки голой произошло снижение засоления почв почти в два раза (от 0,501% до 0,243%) и четко установилась на уровне практически незасоленных почв (рисунок 7). Это в свою очередь обеспечивает благоприятные условия роста и развития уже для других менее солеустойчивых культур.

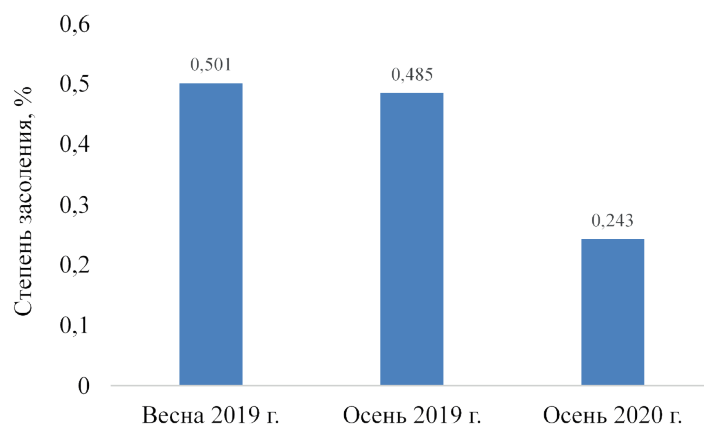


Рисунок 7 – Эффективность солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L) на изменение степени засоления слабозасоленных почв пилотного участка (КХ «Оркен»)

На средnezасоленных почвах второго пилотного участка в пределах КХ «Мухит» выращивание солодки голой в течение двух лет положительного влияния не оказало. Если в начале опыта (2019 г. весна) 95% площади пилотного участка в поверхностном слое занимали средnezасоленные почвы, то после возделывания солодки в конце ее двух вегетационных сезонов они перешли в разряд очень сильнозасоленных. Тогда как небольшой южный угловой контур очень сильного засоления заметно расширился и охватил всю территорию участка. Это привело к тому, что испытываемые растения начали угнетаться и выпадать из травостоя, т.е. не прижились. В нижерасположенных слоях заметные изменения в сторону улучшения не установлены. Данные карт засоления второго пилотного участка показали прогрессирующее засоление почв в метровой толще к концу вегетации солодки голой (рисунок 8).

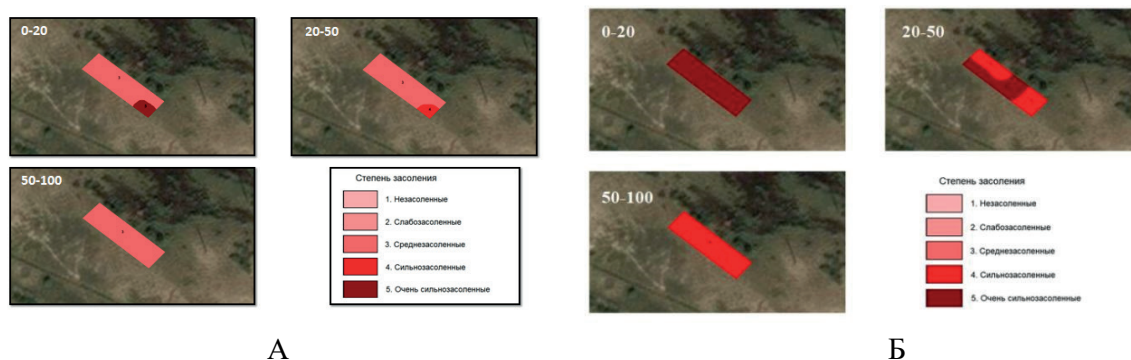


Рисунок 8 – Эффективность солодки голой на степень засоления почв второго пилотного хозяйства, А - весенний отбор почвы в 2019 году, Б – осенний отбор почвы в 2020 году

На третьем пилотном участке КХ «Багдат-2» с сильнозасоленными почвами заметных изменений в сторону улучшения также не произошло, особенно в полуметровой толще. При этом сильнозасоленные контуры по данным глубины 20-50 см к концу двух вегетационных сезонов вовсе перешли в разряд очень сильнозасоленных, расширившись по площади. Из-за этих процессов растения были сильно угнетены (рисунок 9).

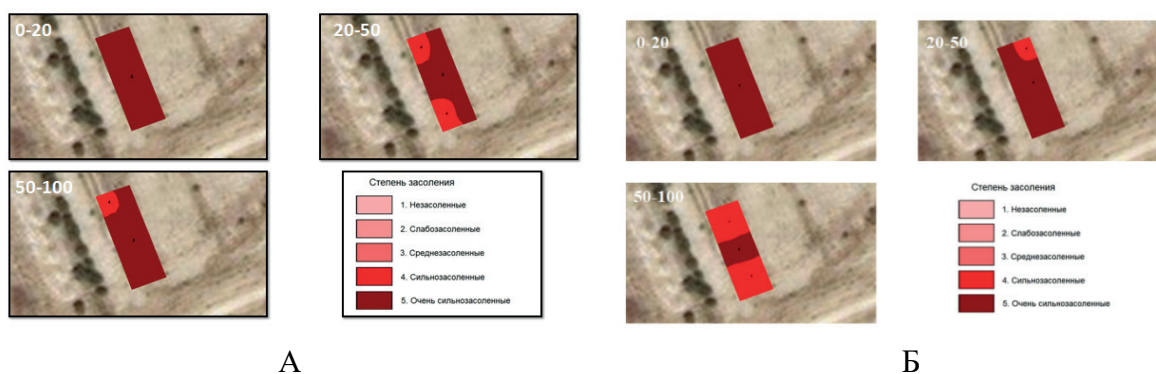


Рисунок 9 – Эффективность солодки голой на степень засоления почв третьего пилотного хозяйства, А - весенний отбор почвы в 2019 году, Б – осенний отбор почвы в 2020 году

На рисунке 10 видны различия в состояниях солодки голой в зависимости от засоленности почв. Оно обусловлено не только разным уровнем засоления почв, но и проблемами орошения, которые возникли в фермерских хозяйствах Туркестанской области. По утверждению фермеров, участвовавших в полевом семинаре, в год изучения в середине вегетации растений в условиях высокой температуры воздуха, остро ощущался дефицит оросительной воды из-за позднего посева (в июне месяце). Засуха, образовавшаяся в это время из-за недостатка воды, негативно сказалась на развитии солодки голой, что, в свою очередь, отразилось на снижении отчуждаемой с полей фитомассы. Последний случай, несомненно, не обеспечивает достаточный вынос солей из сильнозасоленной почвы пилотного участка. Отмеченное положение, следует учитывать в рассматриваемом регионе, либо в аналогичных условиях при подборе участков для первичного фитомелиоративного освоения.



Рисунок 10 – Состояние надземной массы солодки голой на слабо-, средне- и сильнозасоленных почвах пилотных участков (2020 г.)

Таким образом, испытываемый метод рассоления солодкой голой из-за нарушения режима орошения оказался неприемлемым не только на сильнозасоленных почвах, но и на средnezасоленных. Однако, при лучшем сценарии можно получить положительный эффект от возделывания солодки голой и на средnezасоленных почвах, что доказывают ранее проведенные исследования на засоленных почвах Акдалинского массива орошения [17]. Здесь следует отметить тот факт, что снижение солей в почве, особенно в слое 0,4 м, как известно, обеспечивается сокращением межполивного периода, о чем свидетельствует обратимая коррелятивная связь между этими процессами [14, 18]. Но, несмотря на образовавшиеся условия нами на слабо- и средnezасоленных почвах удалось получить урожай солодки в количестве 16,85 ц/га в первом году и 42,3 ц/га сухой массы на втором году исследований соответственно. Причем урожайность корней достигла 28,8 ц/га.

Заключение

Ухудшение почвенно-мелиоративных условий орошаемых земель Туркестанской области, из-за несоответствия проектным нормам технических параметров межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных и коллекторно-дренажных сетей привело к интенсивному развитию вторичного засоления почв. В связи с чем, в условиях нехватки воды и развития процессов потепления климата наиболее перспективным оказалось фитомелиорация, которая предусматривает выращивание солеустойчивых галофитов. Среди последних резко выделяется солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L), которая в настоящее время добывается во многих странах и в Туркестанской области, в частности, для производства лекарственных препаратов и других целей. Нами для разработки и испытания биологического метода рассоления почв, солодка голая выращивалась в почвах пилотных крестьянских хозяйств «Оркен», «Мухит» и «Багдат-2», имеющие соответственно слабую, среднюю и сильную степень засоления. Составлено 27 карт засоления почв под посевами солодки. Исследования показали, что выращивание солодки голой на слабозасоленных почвах в конце ее онтогенеза способствовало резкому сокращению доли средnezасоленных почв в пользу увеличения площади слабозасоленных почв в пахотном горизонте. Причем за два вегетационных сезона, в последнем, содержание солей уменьшилось в два раза, от 0,501% до 0,243%. Отсюда следует, что в результате фитомелиорации солодкой голой почва КХ «Оркен» становится практически незасоленной, что позволило получить 16,85 ц/га урожайности в первый год ее возделывания. На втором пилотном участке КХ «Мухит», несмотря на выращивание солодки голой, в конце ее вегетации осенью почвы со средней засоленностью перешли в разряд сильнозасоленных с увеличением площади последнего в 2 раза. Это, в свою очередь, создало неблагоприятные условия приживаемости солодки (~30%). На сильную засоленность третьего пилотного участка солодка голая заметного положительного влияния не оказала.

Таким образом, в условиях слабого вторичного засоления почв, солодка голая обеспечивает снижение степени засоления почв до незасоленного уровня, что позволяет вовлечь засоленные земли, которые вышли из сельскохозяйственного оборота.

Вклад авторов

МА: Концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. УМ: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Работа выполнена 2018-2020 гг. в рамках ПЦФ МСХ ИРН BR06349612 «Проблемы орошаемых засоленных почв Туркестанской области и их решение на основе применения инновационной технологии повышения плодородия почв и урожайности».

Список литературы

1 Пошанов, МН, Отаров, А., Ибраева, МА, Дуйсеков, С., Сулейменова, А. (2020). Опыт применения космического метода для обнаружения вышедших из сельскохозяйственного оборота «Залежных» засоленных земель зоны орошения и оценка их современного состояния. *Почвоведение и агрохимия*, 1, 29-41.

2 Ибраева, МА, Шаухарова, ДЕ, Маханова, УМ, Пошанов, МН, Сулейменова, АИ. (2024). Современное состояние плодородия почв СПК «Азия агрогрупп» Шаульдерского массива орошения Туркестанской области. *Почвоведение и агрохимия*, 3, 20-32.

3 Панкова, ЕИ, Конюшкова, МВ. (2016). История изучения и основные направления развития методов оценки и картографирования засоленности почв аридных и семиаридных территорий. *Бюллетень почвенного института им. ВВ Докучаева*, 82, 122-138.

4 Пошанов, МН, Кененбаев, СБ, Ибраева, МА, Вырахманова, АС, Дуйсеков, СН, Сулейменова, АИ. (2021). Влияние степени засоления почв и применения биопрепарата на продуктивность кукурузы. *Почвоведение и агрохимия*, 1, 44-56.

5 Боровский, ВМ. (1982). *Формирование засоленных почв и галогеохимические провинции Казахстана*. Алма-Ата: Наука.

6 Ибраева, МА, Маханова, У., Шаухарова, ДЕ, Сулейменова, АИ, Пошанов, МН. (2021). Влияние применения инновационной технологии на плодородие засоленных почв Шаульдерского массива и урожайность кукурузы. *Почвоведение и агрохимия*, 2, 39-51.

7 Под редакцией Варгаса, Р., Панковой, ЕИ, Балюка, СА, Красильникова, ПВ, и Хасанхановой, ГМ. (2017). Руководство по управлению засоленными почвами. План имплементации Евразийского почвенного партнерства.

8 Головин, ВИ. (1995). Обоснование технологии восстановления кормовой продуктивности пастбищ Западного Прикаспия для овец.

9 Иванова, НА, Шемет, СФ, Юрина, ЛИ. (1998). Новая система фитомелиорации мелиоративно-неблагополучных земель. *ЛИК*.

10 Шамсутдинов, ЗШ, Шамсутдинов, НЗ. (2002). Методы экологической реставрации аридных экосистем в районах пастбищного животноводства. *Степной бюллетень*, 11, 21.

11 Lobanova, PS, Bahmatova, KA, Rusakov, AV. (2023). Soil and ecological conditions for the saltresistant plants growth. *DSPACE at Saint Petersburg State University*.

12 Рахмонов, И., Ташбеков, У. (2020). Фитомелиорация засоленных почв с помощью посевов солодкового корня (*Glycyrrhiza glabra*). *Владимирский земледелец*, 2 (92), 33-39.

13 Абдиниязова, ГЯ, Хожиматов, ОК. (2013). Современное состояние естественных зарослей *Glycyrrhiza glabra* L. в Каракалпакстане. *Вестник КазНУ. Серия биологическая*, 59(3/2), 147-149.

14 Тодерич, К., Хужаназаров, Т., Ибраева, М., Торешов, П., Бозаева, Ж., Конюшкова, М. В., Кренке, АН. (2022). *Инновационные подходы и технологии управления засолением маргинальных земель Центральной Азии*. Нур-Султан: Учебное руководство.

15 Абдыева, Г., Айдогдыева, Г., Нурмухаммедова, Б., Межнун, Н. (2023). Методы выращивания солодкового корня. *Ceteris paribus*, (11), 43-45.

16 Akinshina, N., Toderich, K., Azizov, A., Salto, L., Ismail, S. (2014). Halophyte biomass: A Promising Source of Renewable Energy. *Journal of Arid land Studies*, 24(1), 231-235.

17 Otarov, A., Duisekov, S., Poshanov, M., Smanov, G. (2017). The results of the work on development of the method for biological reclamation of saline soils by planting *Glycyrrhiza glabra* L. *Eco-Environment Safety along the Silk-Road*. 30-33.

18 Кирпичев, ИВ, Наумов, СЮ. (2000). *Однолетний и двулетний донник*. Луганск: ЛГАУ.

References

1 Poshanov, MN, Otarov, A., Ibraeva, MA, Dujsekov, S., Suleimenova, A. (2020). Opyt primeneniya kosmicheskogo metoda dlya obnaruzheniya vyshedshih iz sel'skohozyajstvennogo obo-rota «Zaleznyh» zasolennyh zemel' zony orosheniya i ocenka ih sovremennogo sostoyaniya. *Pochvovedenie i agrohimiya*, 1, 29-41. [in Russ].

2 Ibraeva, MA, SHauharova, DE, Mahanova, UM, Poshanov, MN, Sulejmenova, AI. (2024). Sovremennoe sostoyanie plodorodiya pochv SPK «Aziya agro grupp» SHaul'derskogo massiva orosheniya Turkestanskoi oblasti. *Pochvovedenie i agrohimiya*, 3, 20-32. [in Russ].

3 Pankova, EI, Konyushkova, MV. (2016). Istoriya izucheniya i osnovnye napravleniya razvitiya metodov ocenki i kartografirovaniya zasolennosti pochv aridnyh i semiaridnyh territorii. *Byulleten' pochvennogo instituta im. VV Dokuchaeva*, 82, 122-138. [in Russ].

4 Poshanov, MN, Kenenbaev, SB, Ibraeva, MA, Vyrachmanova, AC, Dujsekov, SN, Suleimenova, AI. (2021). Vliyanie stepeni zasoleniya pochv i primeneniya biopreparata na produktivnost' kukuruzy. *Pochvovedenie i agrohimiya*, 1, 44-56. [in Russ].

5 Borovskii, VM. (1982). *Formirovanie zasolennyh pochv i galogeohimicheskie provincii Kazahstana*. Alma-Ata: Nauka. [in Russ].

6 Ibraeva, MA, Mahanova, U., SHauharova, DE, Sulejmenova, AI, Poshanov, MN. (2021). Vliyanie primeneniya innovacionnoj tekhnologii na plodorodie zasolennyh pochv SHaul'derskogo massiva i urozhajnost' kukuruzy. *Pochvovedenie i agrohimiya*, 2, 39-51. [in Russ].

7 Vargas, R., Pankovoy, EI, Balyuk, SA, Krasilnikov, PV, Hasanhanova, GM. (2017). Rukovodstvo po upravleniyu zasolennymi-pochvami Plan implementacii Evraziiskogo pochvennogo partnerstva. [in Russ].

8 Golovin, VI. (1995). Obosnovanie tekhnologii vosstanovleniya kormovoj produktivnosti pastbishch Zapadnogo Prikaspiya dlya ovec. [in Russ].

9 Ivanova, NA, SHemet, SF, YUrina, LI. (1998). Novaya sistema fitomelioracii meliorativno-nelagopoluchnyh zemel'. *LIK*. [in Russ].

10 SHamsutdinov, ZSH, SHamsutdinov, NZ. (2002). Metody ekologicheskoy restavratsii aridnyh ekosistem v rajonah pastbishchnogo zhivotnovodstva. *Stepnoi byulleten'*, 11, 21. [in Russ].

11 Lobanova, PS, Bahmatova, KA, Rusakov, AV. (2023). Soil and ecological conditions for the saltresistant plants growth. *DSPACE at Saint Petersburg State University*.

12 Rahmonov, I., Tashbekov, U. (2020). Fitomelioratsiya zasolennyh pochv s pomoshch'yu posevov solodkovogo kornya (*Glycyrrhiza glabra*). *Vladimirskii zemledec*, 2 (92), 33-39. [in Russ].

13 Abdiniyazova, GJ, Khojimatov, OK. (2013). Sovremennoe sostoyanie estestvennyh zaroslei *Glycyrrhiza glabra* L. v Karakalpakstane. *Vestnik KazNU. Seriya biologicheskaya*, 59(3/2), 147-149. [in Russ].

14 Toderich, K., Huzhanazarov, T., Ibraeva, M., Toreshov, P., Bozaeva, ZH, Konyushkova, M. V., Krenke, AN. (2022). *Innovatsionnye podhody i tekhnologii upravleniya zasoleniem marginal'nyh zemel' Central'noi Azii*. Nur-Sul'an: Uchebnoe rukovodstvo. [in Russ].

15 Abdyeva, G., Ajdogdyeva, G., Nurmammedova, B., Mezhnun, N. (2023). Metody vyrashchivaniya solodkovogo kornya. *Ceteris paribus*, (11), 43-45. [in Russ].

16 Akinshina, N., Toderich, K., Azizov, A., Salto, L., Ismail, S. (2014). Halophyte biomass: A Promising Source of Renewable Energy. *Journal of Arid land Studies*, 24(1), 231-235.

17 Otarov, A., Duisekov, S., Poshanov, M., Smanov, G. (2017). The results of the work on development of the method for biological reclamation of saline soils by planting *Glycyrrhiza glabra* L. *Eco-Environment Safety along the Silk-Road*. 30-33.

18 Kirpichev, IV, Naumov, SYU. (2000). *Oднолетни и двулетни донник*. Луганск: ЛГАУ. [in Russ].

Тұзданған топырақты жалаң миямен (*Glycyrrhiza Glabra L*) мәденилендіру арқылы жақсартудың биологиялық әдісі

Ибраева М.А., Маханова У.М.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Тұзданған топырақ кең таралған Түркістан облысында қазіргі уақытта шаруашылықтар арасындағы және шаруашылықтар ішіндегі суаратын және коллекторлық-кәріздік желілердің техникалық параметрлерінің жобалық талаптарға сәйкес келмеуіне байланысты, бұл нормативтер жалғасып жатқан қуаңшылық жағдайында суаратын судың артық жұмсалуына ықпал етті. Аталған жағдайлар топырақтың екінші реттік сортаңдануының қарқынды дамуына және суармалы алқаптардың топырақ-мелиоративтік жағдайларының күрт нашарлауына әкелді. Осыған байланысты зерттеу жұмысымыздың мақсаты жалаң мия (*Glycyrrhiza glabra L*) өсіру арқылы топырақты тұзсыздандыруды қамтамасыз ететін биологиялық әдісті сынақтан өткізу және оның тиімділігін анықтау болды.

Материалдар мен әдістер. Биологиялық әдісті сынау бойынша далалық зерттеулер топырақтың әртүрлі тұздану деңгейімен ерекшеленетін ауданы 600 м² болатын үш шаруашылықтың аумағында жүргізілді. Отырғызу алдында алдын ала топырақ дайындау және ылғалдандырған суару жұмыстары жүргізілді. Жалаң мия вегетативті тәсілмен отырғызылды. Тәжірибенің басында және соңында шаруашылықтар аумағына тұз түсірілімі (1:2000) жүргізіліп, олардан 0-20, 20-50 және 50-100 см тереңдіктерден топырақ үлгілері алынды. Соңғының мәліметтері негізінде 1 м тереңдікке дейін топырақтың тұздану дәрежесі анықталып, олардың тұздану карталары әзірленді, бұл салыстырмалы түрде биологиялық әдістің тиімділігін анықтауға мүмкіндік берді.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижесінде топырақтың тұздану дәрежесінің өзгеруіне жалаң мия өсірудің тиімділігін көрсететін топырақтың тұздану карталары жасалды. Жалаң мияның ең жақсы тиімділігі сәл сортаңданған топырақта анықталды, мұнда екі вегетациялық кезеңде тұздың концентрациясы екі есеге, 0,501% 0,243% дейін төмендеді, яғни бастапқы топырақ іс жүзінде тұзданбағанға айналды десе де болады. Екінші пилоттық учаскенің орташа тұзданған топырағы, жалаң мияның вегетациялық кезеңінің соңында күшті тұзданғанға ауысты, бұл соңғысының ауданының екі есе ұлғаюна түрткі болды және топырақтың жоғарғы қабатына әсер етті.

Қорытынды. Тұздану дәрежесі бойынша ерекшеленетін үш тәжірибелік учаскеде биологиялық әдісті сынау, сәл тұзданған топырақта жалаң мияның тиімділігін көрсетті. Топырақтың екінші реттік сәл сортаңдану жағдайында жалаң мия топырақтың тұздану дәрежесін тұзданбаған дәрежеге жеткізуді қамтамасыз етеді, яғни ертеде ауыл шаруашылығынан шығып қалған тұзданған жерлерді қайта қолдануға мүмкіндік береді. Одан әрі зерттеулер тек бейтарапты сортаңданған топырақтың ғана емес, сонымен қатар сілтілі топырақтың да қоректік және тұз құбылымдарына жалаң мияның әсерін зерттеуге бағытталатын болады.

Кілт сөздер: Оңтүстік Қазақстан; екінші реттік сортаңдану; тұздардың жинақталуы; фитомелиорация; жалаң мия (*Glycyrrhiza glabra L*).

Biological method of desalination of saline soils using cultivation of licorice (*Glycyrrhiza Glabra L*)

Mariya A. Ibraeva, Ulbossyn M. Mahanova

Abstract

Background and Aim. The relevance of the research is that in the Turkestan region, where saline soils have become widespread, at present, in the conditions of ongoing droughts, the technical parameters of inter-farm and intra-farm irrigation and collector-drainage networks do not correspond to design standards, which contributed to an increase in the loss of irrigation water. This led to intensive development of secondary soil salinization and a sharp deterioration of soil-ameliorative conditions of irrigated areas. In this connection, the purpose of research was to test and determine the effectiveness of the biological method of soil desalination using the cultivation of licorice (*Glycyrrhiza glabra L*).

Materials and Methods. Field studies on the production verification of the biological method were conducted on the territory of three pilot farms on an area of 600 m², differing in different levels of soil salinity. Before planting preparation was carried out, moisture-charging irrigation was carried out. Licorice was planted vegetatively. At the beginning and at the end of the experiment, a salt survey of the farms' territory was conducted (1:2000), soil samples were taken from them at depths of 0-20, 20-50 and 50-100 cm. According to the latter data, the degree of soil salinity to a depth of 1 m was determined and salinity maps were compiled, which in comparison allowed determining the effectiveness of the biological method.

Results. As a result of the research, soil salinity maps were compiled, which showed the efficiency of cultivation of licorice on changes in the degree of soil salinity. The best efficiency of licorice was established on slightly saline soils, where over two vegetation seasons the concentration of salts decreased by half, from 0.501% to 0.243%, i.e. the original soil became practically non-saline. The moderately saline soils of the second pilot plot at the end of the vegetation period of licorice became highly saline, which resulted in a two-fold increase in the area of the latter, affecting the upper soil horizon.

Conclusion. On three pilot plots, differing in the degree of salinization, testing of the biological method showed the effectiveness of licorice on slightly saline soils. It has been established that in conditions of weak secondary soil salinization, licorice reduces the degree of soil salinization to a non-saline level, which makes it possible to involve saline lands that have been withdrawn from agricultural use. Further research will be aimed at studying the effects of licorice on the nutrient and salt regimes of not only neutrally saline soils, but also alkaline ones.

Keywords: Southern Kazakhstan; secondary salinization; salt accumulation; phytomelioration; licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.).

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. 110-121. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.4(123).1781

УДК 631.147:631.92/95

Исследовательская статья

Управление устойчивостью агроландшафтов посредством оценки экологических условий

Татаринцев В.Л.² , Оспанова А.А.¹ , Джаманкулова Б.Г.¹ , Музыка О.С.¹ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина
Казахстан, Астана

²Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томск, Российская Федерация

Автор-корреспондент: Татаринцев В.Л., kafzem@bk.ru

Соавторы: (1: АО) aidosha12@mail.ru; (2: БД) mamagulmiri@mail.ru; (3: ОМ) o.muzyka@kazatu.kz

Получено: 03-10-2024 **Принято:** 23-12-2024 **Опубликовано:** 30-12-2024

Аннотация

Предпосылки и цель. Современные агрохозяйства в мире испытывают критические нагрузки, которые отражаются на продовольственной безопасности государств и качестве жизни их граждан. В результате отсутствия актуальной информации об экологических свойствах и антропогенных факторах, влияющих на агроландшафты, которые являются основой аграрного землепользования, они деградируют, становятся менее продуктивными, а качество сельскохозяйственной продукции снижается. Современные меры, применяемые для повышения эффективного плодородия, не всегда являются эффективными и доступными для небольших и средних агрохозяйств. Это связано с тем, что унифицировать технологии не представляется возможным по многим причинам. Одной из главных причин является пестрота экологических условий и факторов, ограничивающих (лимитирующих) продуктивность сельскохозяйственных культур. Цель исследования – изучение возможности управления устойчивостью агроландшафтов на основании оценки экологических условий хозяйствования организации, землепользование которой расположено в лесостепной зоне Алтайского края.

Материалы и методы. В научном исследовании использованы материалы проектных и научных организаций, изучавших элементы ландшафтов территории в различные временные промежутки, находящиеся в свободном доступе. Также в работе использовались личные научные данные авторов исследования. В основе исследования лежат общенаучные методы: описания, анализа и синтеза, исторический, наблюдения, а также системный анализ.

Результаты. В статье представлены результаты исследования экологических условий аграрного землепользования, расположенного в лесостепи Алтайского края, общей площадью более 17,2 тыс. га. Оценку провели по 23 качественным показателям на пашне и кормовых угодьях. Установили, что на устойчивость агроландшафтов влияют физико-географические, природно-климатические, геоморфологические, почвенные условия, природные и антропогенные факторы, а также их совместное влияние. Произвели дифференциацию ландшафтов исходя из влияния на них ограничивающих (лимитирующих) воздействий на биологические объекты (сельскохозяйственные культуры). На основании проведённого экологического зонирования и типизации земель, разработали модели аграрного землепользования, предполагающие различные сценарии аграрного производства.

Закключение. Результаты исследований рекомендуются к применению органам государственной и муниципальной власти при управлении земельными ресурсами на локальном

уровне, сельхозтоваропроизводителям – при организации использования земель (структура угодий, посевных площадей, севооборотов и пр.), научным и проектным организациям – при проектировании и прогнозировании, составлении долгосрочных документов по использованию сельскохозяйственных земель и охранных мероприятий.

Ключевые слова: оценка экологических условий; аграрное землепользование; управление агроландшафтами; сельскохозяйственные угодья; агроэкологическая группировка земель; экологическое состояние земель.

Введение

Повсеместно в мире агроландшафты подвержены экстремальной нагрузке, в результате чего их устойчивость снижается, что сказывается на качестве сельскохозяйственной продукции и сырья, а также развитии деградационных процессов [1, 2]. В мире приняты к исполнению на межгосударственном уровне стратегические программные документы [3, 4], которые направлены на оптимизацию использования, в том числе, земельных ресурсов. Устойчивость агроландшафтов является основой продовольственной безопасности любого государства и качества жизни его граждан. Поэтому обязательным условием эффективного применения в агропромышленном комплексе инновационных мероприятий, учитывающих природоподобные технологии [5, 6, 7], основанные на анализе экологической устойчивости искусственных ландшафтов [8] должен стать анализ лимитирующих факторов (природных и антропогенных). К ограничивающим (лимитирующим) факторам и условиям аграрного землепользования (агроландшафтов) относятся: температура, осадки, а также их совместное воздействие, почвенные и геоботанические особенности территории, рельеф (экспозиция склона, уклоны), структура земель, сельскохозяйственных угодий, севооборотов, технологии производства, удобрений и пр. [9]. При оптимизации агроландшафтов, на основе их агроэкологической оценки, устойчивостью аграрной территории можно управлять, повышая экологическую и экономическую эффективность производства, что является научной новизной нашего исследования. Такой подход при оптимизации аграрных землепользований на локальном уровне имеет мультипликативный эффект. Он комплексно проявляется в увеличении продуктивности единицы площади аграрного землепользования, уменьшении деградационных процессов на нём и грамотном распределении человеческого труда (занятости работников) в сельском хозяйстве.

Цель исследования – изучение возможности управления устойчивостью агроландшафтов на основании оценки экологических условий хозяйствования организации, землепользование которой расположено в лесостепной зоне Алтайского края. Задачи: оценка природных и антропогенных условий аграрного землепользования; анализ современного использования сельскохозяйственных угодий; определение лимитирующих факторов, влияющих на устойчивость агроландшафтов; проведение агроэкологического зонирования территории и типизации агроландшафтов с учётом их устойчивости.

Материалы и методы

В научном исследовании использованы материалы проектных и научных организаций, изучавших элементы ландшафтов территории в различные временные промежутки, находящиеся в свободном доступе [10, 11]. Также, в работе использовались личные научные данные авторов исследования. В основе исследования лежат общенаучные методы: описания, анализа и синтеза, исторический, наблюдения, а также системный анализ. Например, методы описания и наблюдения использовали при сборе и первичном анализе агроландшафтов, выделении структурных единиц аграрной территории и её количественных и качественных характеристик метод анализа и синтеза применяли при типизации земель, исторический – при анализе генезиса элементов агроландшафтов, системный анализ – при изучении структуры и взаимосвязей ландшафтов, структуры посевных площадей, угодий, севооборотов, агротехнологий и пр.

Результаты

На продуктивность сельскохозяйственных культур оказывают воздействие такие экологические условия как плодородие почв, гранулометрический состав, физическое состояние, рельеф, минерализация грунтовых вод и другие. Основными антропогенными факторами

являются удобрения (минеральные, органические, комплексные), сорта, технологии, шлейф машин и прочее [12, 13, 14]. Эти условия и факторы следует учитывать на локальном уровне (уровне землепользования сельскохозяйственной организации), так как часть из них относится к управляемым, регулируемым, ограничено регулируемым и нерегулируемым.

Для того чтобы научиться управлять устойчивостью аграрного землепользования на локальном уровне (уровень сельскохозяйственной организации) авторами исследования предлагается научный подход дифференциации агроландшафтов на основе их экологической оценки, который позволит оптимизировать капитальные вложения и производственные затраты сельхозтоваропроизводителей.

В связи с ограниченностью объёма настоящей статьи, покажем наиболее значимые исследования, связанные с экологической оценкой, проиллюстрировав работу уникальным картматериалом, выполненном в масштабе 1:100000, который должен стать обязательным для включения в банк данных современных ГИС, в виде соответствующих информационных слоёв. Исследуемая аграрная территория частично расположена в южной лесостепи (колочной степи), а также в средней лесостепи Алтайского края и по площади составляет 17,22 тыс. га. Землепользование почти полностью находится в бассейне реки Шелаболихи, впадающей в реку Обь, в его границах нами выявлены шесть ландшафтных местностей (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ландшафтная карта

Как видно из рисунка 1, наиболее оптимальными для ведения сельскохозяйственного производства являются ландшафтные местности, расположенные на чернозёмных почвах с незначительным углом наклона территории и изрезанностью. Почти две трети всей активно используемой площади в сельскохозяйственном производстве привязаны именно к ним.

На рисунке 2 приведён фрагмент геоморфологического профиля поверхности исследования.

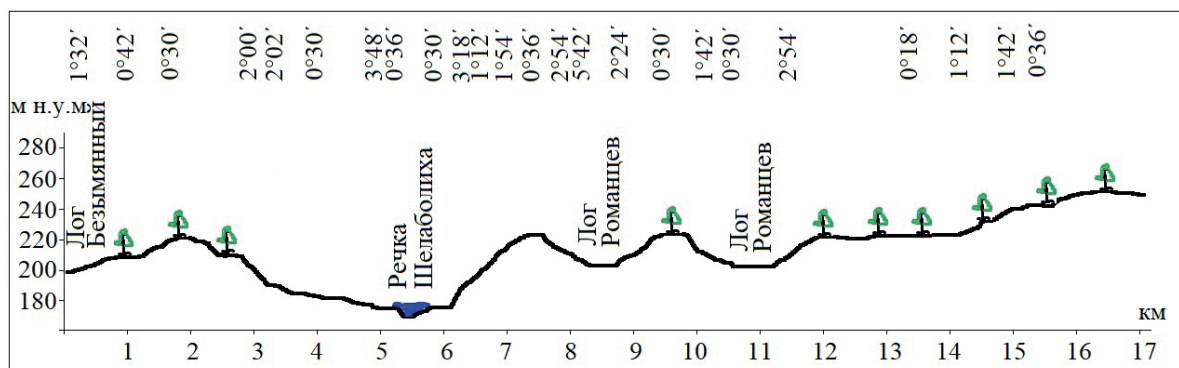


Рисунок 2 – Фрагмент геоморфологического профиля

Исследуемая аграрная территория относится к плоско-увалистой равнине, на которой возвышенные участки пересекаются с низменными. Нами выделены и проанализированы три водосборных бассейна и описаны следующие морфометрические характеристики: площадь бассейна, коэффициент расчленения, абсолютные отметки над уровнем моря, глубина расчленения, углы наклона, а также склоны. На основе использования морфометрических характеристик составлена карта крутизны склонов (рисунок 3).

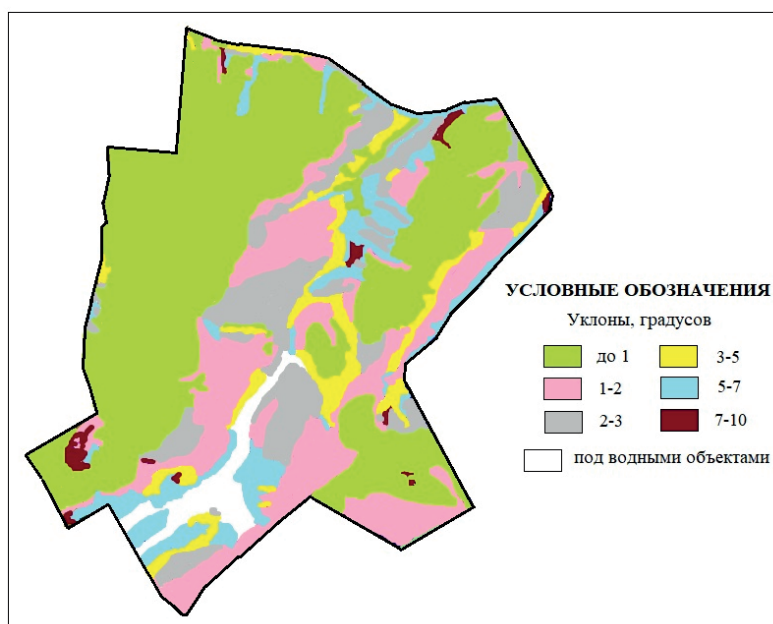


Рисунок 3 – Карта крутизны склонов

В дальнейшей работе рельеф и оценка его морфометрии потребуют дифференциации агроландшафтных систем с точки зрения организации аграрного землепользования, а также элементов агротехнологий.

Агроклиматические ресурсы исследуемого землепользования, оцененные по десяти характеристикам ($\sum t > 10$ °С, ГТК Селянинова, высота снежного покрова и пр.), показали, что гидротермические условия исследуемой территории являются мощным лимитирующим фактором, оказывающим влияние на остальные (сорта, удобрения, агротехнологии и др.).

Почвенный покров территории, в основном, представлен чернозёмами обыкновенными и выщелоченными, средне- и маломощными, средне- и малогумусными. Также встречаются серые лесные осолоделые, лугово-чернозёмные и луговые почвы среднемощные, средне- и малогумусные, а также солонцы лугово-чернозёмные, иногда засоленные. Все без исключения почвы и те, которые используются в пашне и те, что являются кормовыми угодьями, в той или иной степени имеют следы эрозионных процессов (рисунок 4).

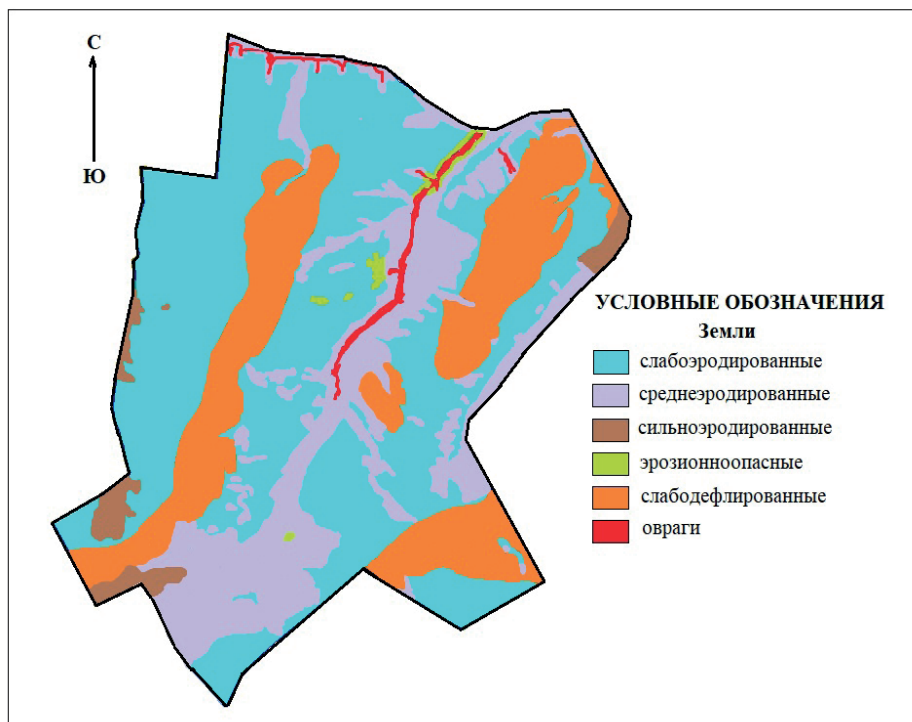


Рисунок 4 – Карта эрозии почв

Эрозионные и дефляционные процессы развиваются на внепойменной левобережной части исследуемой территории, доля которой составляет три четверти от общей площади. Эродированные почвы распространены на присетевых склонах, которые отличаются более высокой расчленённостью и крутизной. Дефлированные почвы выделены на самых высоких водораздельных пространствах.

Приведённые почвенные характеристики указывают на достаточно серьёзные отличия в почвенном покрове, которые отражаются на продуктивности сельскохозяйственных культур и количестве затрат на преодоление стрессовых (лимитирующих) воздействий на биологические объекты.

Оценка агроэкологического состояния агроландшафтов с использованием 11 показателей показала очень высокую степень сельскохозяйственной освоенности и распаханности исследуемой территории [15]. Дисбаланс между экологически устойчивыми элементами (лесополосы, акватории водных объектов, кормовые угодья, колки и пр.) искусственных ландшафтов и экологически неустойчивыми (пашня, населённые пункты, дороги и пр.) очень значительный и приводит к развитию деградационных процессов (рисунок 5).

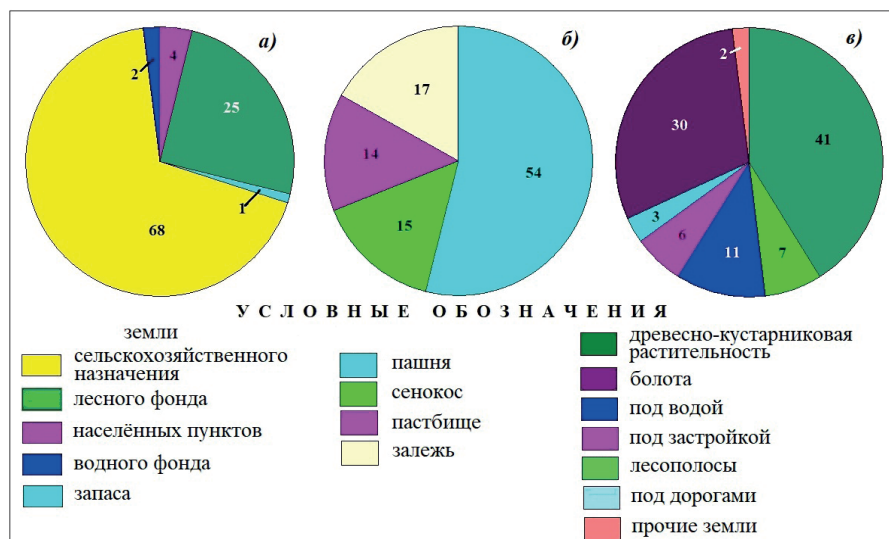


Рисунок 5 – Оценка структуры земельного фонда (а), сельскохозяйственных (б), несельскохозяйственных (в) угодий

Далее нами по 20 оценочным показателям произведена оценка устойчивости агроландшафтов хозяйствующего субъекта за счёт сопоставления антропогенно освоенных и природных территорий. Определено, что 20% территории приходится на очень неустойчивые агроландшафты, 62% – неустойчивые, 12% – среднеустойчивые, 6% – очень устойчивые. В целом агроландшафты аграрного землепользования неустойчивы и эффективность их использования будет значительно отличаться по угодьям, севооборотам и даже полям.

После оценки системы севооборотов в хозяйстве определили эрозионную опасность полевых и кормовых севооборотов, а также их почвозащитную роль по балансу органического вещества. В исследуемых агроландшафтах положительный баланс органического вещества имеет зернопаровой 4-польный севооборот, в котором первым полем севооборота является сидеральный пар и кормовой 6-польный севооборот, где преобладают многолетние травы, остальные полевые севообороты имеют отрицательный баланс. Наибольший дефицит органического вещества наблюдается в свекловичном севообороте, где предшественником для сахарной свёклы является чистый пар, в большей мере влияющий на дефицит органического вещества. Почти такой же дефицит гумуса образуется в зернопаровом 4-польном севообороте, где зерновые идут по кулисному пару, который даёт большие потери органического вещества за счёт минерализации почвенного гумуса.

Таким образом, агроландшафты являются основой производства всех видов сельскохозяйственной продукции и сырья, а их устойчивость изменяется от специализации сельскохозяйственного предприятия (животноводство, растениеводство) и, как следствие, набора сельскохозяйственных культур, для которых экологической нишей является агроэкотип со схожими экологическими факторами и условиями. Агроэкотип является классификационной единицей при ранжировании земель, для которого присущи однородные земельные участки, группируемые по признакам пригодности для сельскохозяйственных растений, а также производственно-технологическим признакам.

Агроэкологическая группировка земель (почв) посредством классификации по показателям производится на агроэкологически однородные участки [16, 17, 18]. Нами произведена группировка земель исследуемой территории до уровня подрода. Выделение видов и подвидов пока невозможно по причине отсутствия данных по микроструктуре почвенного покрова. Это достаточно трудоёмкий и дорогостоящий комплекс работ, который будет исполнен в последующей нашей научно-практической деятельности. Классификация земель исследуемых агроландшафтов позволила выделить 4 агроэкологических группы, в составе которых объективно выявлено 17 агроэкологических подгрупп. На приведённой карте экологического зонирования (рисунок 6) в масштабе 1:100000 смогли выделить 10 подгрупп.

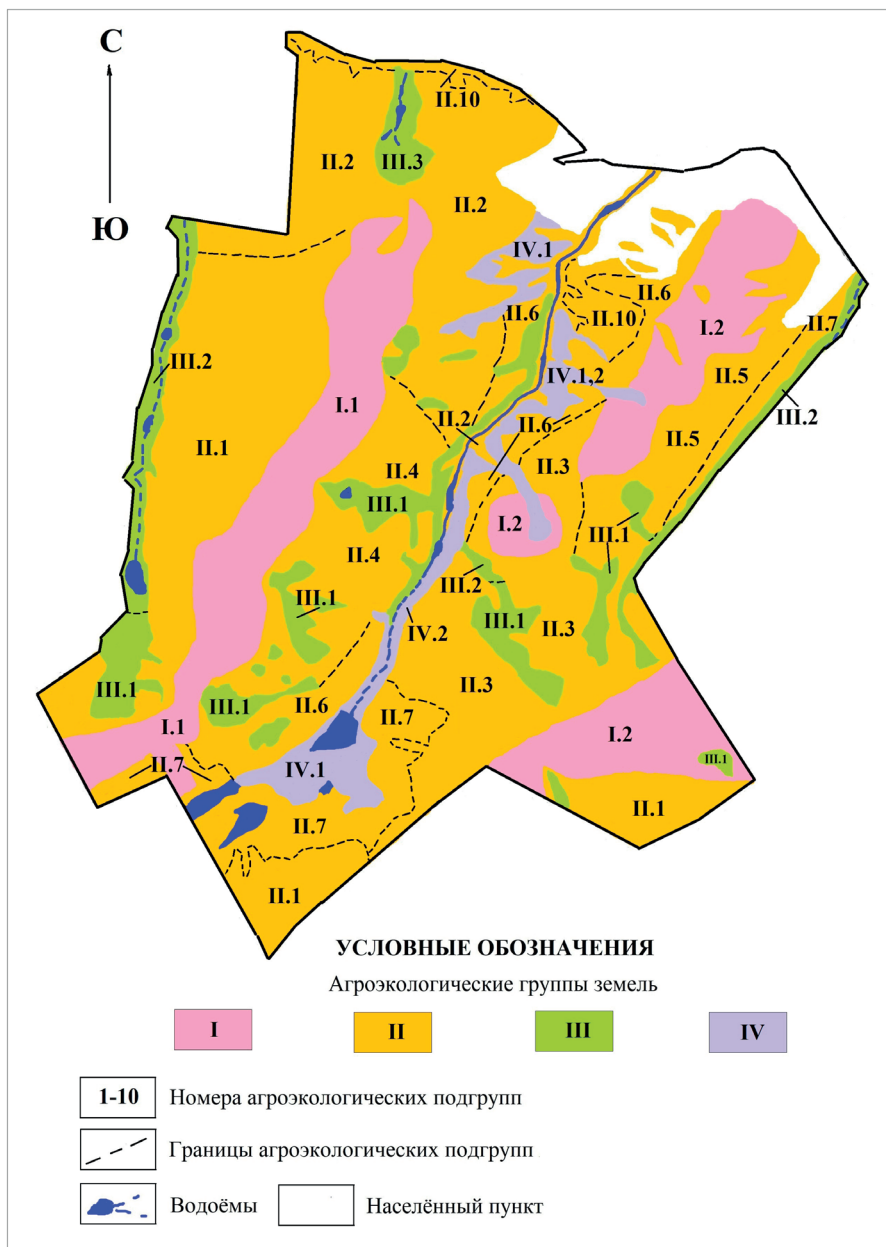


Рисунок 6 – Карта экологического зонирования территории

Первая агроэкологическая группа земель: зональные (водораздельных дренированных равнин) дефлированные – плоские водораздельные равнины, коэффициент расчленения (K_p)=0,27 км/км², горизонтальное расчленение ($Г_p$) 2-5 км; волнистые водораздельные равнины, K_p =0,37 км/км², $Г_p$ 1-2 км. Вторая агроэкологическая группа земель: эрозионные – приводораздельные очень пологонаклонные, K_p =0,27 км/км², $Г_p$ 1-3 км; приводораздельные волнистые пологонаклонные K_p =0,38 км/км², $Г_p$ 1,5-1,2 км; эрозионные плоскополого-наклонные, K_p =0,47 км/км², $Г_p$ 0,7-1,2 км; эрозионно-пологоволнистые, K_p =0,67 км/км², $Г_p$ 0,7-1,0 км; эрозионные волнистые пологонаклонные расчленённые ложбинами, K_p =0,78 км/км², $Г_p$ 0,5-0,7 км; эрозионно-ложбинные покатоволнистые, K_p =1,14 км/км², $Г_p$ 0,3-0,5 км.

Третья агроэкологическая группа земель: переувлажнённые полугидроморфные суффозионных депрессий (западин). Четвёртая агроэкологическая группа земель: солонцовые полугидроморфные почвы с солонцами 10-25%.

На основании проведённой оценки экологических условий территории возможны к реализации модели аграрного землепользования, отличающиеся различной устойчивостью (рисунок 7).

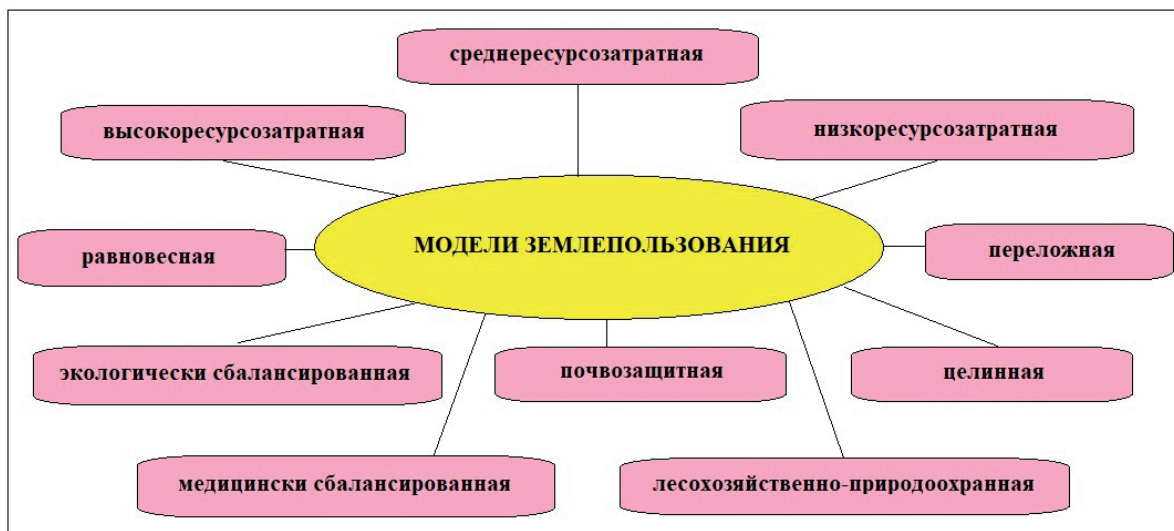


Рисунок 7 – Модели управления устойчивостью агроландшафтов

Приведённые авторами модели управления устойчивостью агроландшафтов отличаются по структуре посевных площадей, угодий, севооборотов, составу культур, агротехнологиям и, как следствие, землеёмкостью, капиталоемкостью, фондоёмкостью и рентабельностью, которые слагаются из оптимального соотношения экологических условий, влияющих на эффективное плодородие и продуктивность сельскохозяйственных культур. Сельхозтоваропроизводители могут выбрать для реализации тот или иной сценарий (модель), подходящий под природные условия, в которых расположено аграрное землепользование.

В нашем примере, оценка экологического состояния земель показала, что все пахотнопригодные земли размещаются на эолово-аллювиальных лёссовидных карбонатных отложениях среднесуглинистого гранулометрического состава с содержанием физической глины (частиц менее 0,01 мм) в пределах 35-40%. Почвы обладают более плотным сложением (1,05-1,25 г/см³), меньшей влагоёмкостью (21-33% массы почвы), большей мощностью гумусового слоя (53-55 см). Мощность гумусового слоя, содержание гумуса, влагоёмкость почв уменьшаются по мере движения от водоразделов к присетевым склонам, что обусловлено снижением влагозапасов, интенсивностью процессов почвообразования и увеличением геологической нормы смыва, которая нарастает по мере увеличения доли стока талых вод и ливневых осадков. Поэтому наиболее подходящими на исследуемых агроландшафтах будут экологически сбалансированная или почвозащитная модели, характеризующиеся большой долей средообразующих элементов (кормовых севооборотов с высокой долей многолетних трав, природоохранных лесных полос, залуженных и залежных участков и пр.).

На исследуемой территории наиболее оптимальными для распространенных сельскохозяйственных культур в лесостепной зоне являются земли, расположенные на высоте около 200 м над уровнем моря на склонах менее 2° на чернозёмных почвах. Эрозия и дефляция являются основными ограничивающими факторами, влияющими на устойчивость агроландшафтов. Вследствие этого, необходимо оптимизировать структуру посевных площадей с включением средостабилизирующих культур, к которым относятся севообороты с многолетними травами.

Дефицит элементов минерального питания, который выявлен на исследуемой территории, относится к управляемым лимитирующим факторам, содержание гумуса, недостаток влаги – к регулируемым, что обусловлено проявлением деграционных процессов на сельскохозяйственных угодьях, расположенных на водораздельных пространствах и склоновых землях. Комплексы агро-, фито-, мелиоративных мероприятий значительно отличаются друг от друга для интенсивного, активного и консервативного типов использования земель. Преодоление влияния того или иного лимитирующего экологического фактора, внутри каждой зоны будет существенно отличаться, а следовательно, и затраты на возделывание сельскохозяйственных культур также будут дифференцированы по себестоимости.

Заключение

В результате проведённой научной работы установили, что агроландшафты исследуемой территории расположены на плоскоувалистой равнине, на которой выделяются пять ландшафтных местностей. Местности характеризуются значительными отличиями по почвенным и морфометрическим характеристикам, которые способствуют развитию эрозионных процессов. Агроэкологическая оценка агроландшафтов показала высокую освоенность и распаханность территории. Определили, что 20% территории приходится на очень неустойчивые агроландшафты, 62% – неустойчивые, 12% – среднеустойчивые, 6% – очень устойчивые, что влияет на развитие деградационных процессов. Агроэкологическая группировка земель позволила выделить выделить 4 агроэкологических группы, в составе которых объективно выявлено 17 агроэкологических подгрупп. На основании полученных данных следует дифференцировать комплексы агро-, фито, мелиоративных мероприятий, отличающихся друг от друга интенсивностью использования сельскохозяйственных земель и, как следствие, регулировать устойчивость агроландшафтов.

Вклад авторов

Все авторы внесли равноценный вклад в подготовку материалов и публикацию статьи.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках инициативных исследований, проводимых профессором В.Л. Татаринцевым по научной теме «Оценка, мониторинг, цифровизация, организация устойчивых агроландшафтов».

Список литературы

- 1 Рук. группы П. Дейл. (1996). *Руководящие принципы управления земельными ресурсами*. Нью-Йорк-Женева: ЕЭК ООН, 150.
- 2 *Саммит по устойчивому развитию*. (25-27 сентября 2015 года). Преобразование нашего мира в интересах людей и планеты. [Электронный ресурс] Организация Объединенных Наций.
- 3 *Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года*. (2018). (The 2030 Agenda for Sustainable Development). [Электронный ресурс].
- 4 Добровольные руководящие принципы ответственного регулирования вопросов владения и пользования земельными, рыбными и лесными ресурсами в контексте национальной продовольственной безопасности (2013). Рим, ФАО, 416.
- 5 Татаринцев, ВЛ, Лебедева, ЛВ, Сыздыкова, ГД, Инкаров, ДС. (2023). Управление устойчивостью аграрного землепользования на локальном уровне с использованием ГИС-технологий и специального картографического материала, *Устойчивое развитие горных территорий*. 15(4), 864-876.
- 6 Татаринцев, ВЛ, Татаринцев, ЛМ, Макенова, СК, Шостак, ММ. (2021). Геоэкологическая оценка ландшафтов как основа организации устойчивого аграрного землепользования. *Устойчивое развитие горных территорий*, 13(4), 485-497.
- 7 Tatarintsev, VL, Lisovskaya, YuS, Tatarintsev, LM. (2022) Agricultural Land Protection as a Basis of Sustainable Land Management in the Dry Steppes of Altai Krai. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 14(2), 338-355.
- 8 Бунин, АА, Зырянов, АА, Мягкий, ПА, Татаринцев, ВЛ, Татаринцев, ЛМ. (2017). Зональные и внутризональные особенности развития эрозии и дефляции в Алтайском крае. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 2(148), 29-37.
- 9 Татаринцев, ВЛ, Татаринцев, ЛМ, Еремков, ФК, Лисовская, ЮС. (2022). Оценка агроэкологического состояния агроландшафтов для повышения их устойчивости. *Устойчивое развитие горных территорий*, 14(1), 76-87.
- 10 Ландшафтная карта Алтайского края (2016). Спец. содерж. разработ. Цимбалеем, ЮМ, под науч. рук. Винокурова, ЮИ, Барнаул: ИВЭП СО РАН.

- 11 Татаринцев, ВЛ, Мерзляков, ОЭ, Озеранская, НЛ, Шакинова, ЖК. (2022). Анализ качественного состояния сельскохозяйственных угодий как основа устойчивости аграрного землепользования. *Устойчивое развитие горных территорий*, 14(4), 644-656.
- 12 Ещенко, ЕГ, Ещенко, СИ, Татаринцев, ВЛ, Татаринцев, ЛМ. (2018). Варьирование урожайности сельскохозяйственных культур под воздействием различных факторов. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 9(167), 46-52.
- 13 Bailey-Serres, J, Parker, JE, Ainsworth, EA, Oldroyd, GED, Schroeder, JI. (2019). Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*, 575(7781), 109-18.
- 14 Hall, ES. (2017). A Decision Support Tool for Sustainable Land Use, Transportation, Buildings/Infrastructure, and Materials Management. *American Journal of Environmental Engineering*, 7(2). 35-46.
- 15 Татаринцев, ЛМ, Татаринцев, ВЛ, Пушкарева, ТИ. (2002). *Каптановые почвы Кулундинской степи и их изменение при орошении: монография*. Барнаул: Изд-во АГУ, 117.
- 16 Tatarintsev, VL, Shostak, MM, Tatarintsev, LM. (2022). Organizing Sustainable Agricultural Land Management in Altai Krai: a Geo-Ecological Prospect. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 14(2), 356-372.
- 17 Татаринцев, ВЛ, Власова, ТВ. (2009). Оценка землепользования в муниципальных образованиях сухостепной зоны Кулунды. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 8(58), 26-30.
- 18 Tatarintsev, V, Lisovskaya, Yu, Tatarintsev, L. (2021). Agricultural landscape quality as a key factor fostering environmentally safe agricultural land use in the arid steppe of the Altai Region. *Earth and Environmental Science*, 670, 012036.

References

- 1 Ruk. gruppy P. Dejl. (1996). *Rukovodjashhie principy upravlenija zemel'nymi resursami*. N'iyu-Jork-Zheneva: EJeK OON, 150.
- 2 *Sammit po ustojchivomu razvitiyu. (25-27 sentjabrja 2015 goda)*. Preobrazovanie nashego mira v interesah ludei i planety. [Eelektronnyi resurs] Organizaciya Obedinennyh Nacii.
- 3 *Povestka dnya v oblasti ustoichivogo razvitiya na period do 2030 goda*. (2018). (The 2030 Agenda for Sustainable Development). [Eelektronnyj resurs].
- 4 Dobrovol'nye rukovodjashhie principy otvetstvennogo regulirovaniya voprosov vladenija i pol'zovaniya zemel'nymi, rybnymi i lesnymi resursami v kontekste nacional'noi prodovol'stvennoi bezopasnosti (2013). Rim, FAO, 416.
- 5 Tatarincev, VL, Lebedeva, LV, Syzdykova, GD, Inkarov, DS. (2023). Upravlenie ustojchivost'yu agrarnogo zemlepol'zovaniya na lokal'nom urovne s ispol'zovaniem GIS-tekhnologii i special'nogo kartograficheskogo materiala. *Ustoichivoe razvitie gornyh territorii*, 15(4), 864-876.
- 6 Tatarincev, VL, Tatarincev, LM, Makenova, SK, SHostak, MM. (2021). Geoekologicheskaya ocenka landshaftov kak osnova organizacii ustojchivogo agrarnogo zemlepol'zovaniya. *Ustoichivoe razvitie gornyh territorii*, 13(4), 485-497.
- 7 Tatarintsev, VL, Lisovskaya, YuS, Tatarintsev, LM. (2022) Agricultural Land Protection as a Basis of Sustainable Land Management in the Dry Steppes of Altai Krai. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 14(2), 338-355.
- 8 Bunin, AA, Zyryanov, AA, Myagkii, PA, Tatarincev, VL, Tatarincev, LM. (2017). Zonal'nye i vnuzrizonal'nye osobennosti razvitiya erozii i deflyacii v Altaiskom krae. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2(148), 29-37.
- 9 Tatarincev, VL, Tatarincev, LM, Ermekov, FK, Lisovskaya, YUS. (2022). Ocenka agroekologicheskogo sostoyaniya agrolandshaftov dlya povysheniya ih ustojchivosti. *Ustoichivoe razvitie gornyh territorii*, 14(1), 76-87.
- 10 Landshaftnaya karta Altaiskogo kraja (2016). Spec. sodерж. razrab. Cimbaleem, YUM, pod nauch. ruk. Vinokurova, YUI, Barnaul: IVEP SO RAN.
- 11 Tatarincev, VL, Merzlyakov, OE, Ozeranskaya, NL, SHakenova, ZHK. (2022). Analiz kachestvennogo sostoyaniya sel'skohozyaistvennyh ugodii kak osnova ustojchivosti agrarnogo zemlepol'zovaniya. *Ustoichivoe razvitie gornyh territorii*, 14(4), 644-656.

12 Eshchenko, EG, Eshchenko, SI, Tatarincev, VL, Tatarincev, LM. (2018). Var'irovanie urozhajnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur pod vozdеmstviem razlichnyh faktorov. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 9(167), 46-52.

13 Bailey-Serres, J, Parker, JE, Ainsworth, EA, Oldroyd, GED, Schroeder, JI. (2019). Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*, 575(7781), 109-18.

14 Hall, ES. (2017). A Decision Support Tool for Sustainable Land Use, Transportation, Buildings, Infrastructure, and Materials Management. *American Journal of Environmental Engineering*, 7(2). 35-46.

15 Tatarincev, LM, Tatarincev, VL, Pushkaryova, TI. (2002). *Kashtanovye pochvy Kulundinskoi stepi i ih izmenenie pri oroshenii: monografiya*. Barnaul: Izd-vo AGU, 117.

16 Tatarintsev, VL, Shostak, MM, Tatarintsev, LM. (2022). Organizing Sustainable Agricultural Land Management in Altai Krai: a Geo-Ecological Prospect. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 14(2), 356-372.

17 Tatarincev, VL, Vlasova, TV. (2009). Ocenka zemlepol'zovaniya v municipal'nyh obrazovaniyah suhostepnoi zony Kulundy. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 8 (58), 26-30.

18 Tatarintsev, V, Lisovskaya, Yu, Tatarintsev, L. (2021). Agricultural landscape quality as a key factor fostering environmentally safe agricultural land use in the arid steppe of the Altai Region. *Earth and Environmental Science*, 670, 012036.

Экологиялық жағдайларды бағалау арқылы агроландшафттардың тұрақтылығын басқару

Татаринцев В.Л., Оспанова А.А., Джаманкулова Б.Г., Музыка О.С.

Түйін

Алғышарттар және мақсат. Дүние жүзіндегі заманауи ауыл шаруашылығы кәсіпорындары сыни қысымды бастан кешіруде, осы жағдай мемлекеттердің азық-түлік қауіпсіздігіне және олардың азаматтарының өмір сүру сапасына әсер етуде. Ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасының төмендеуі, өнімділіктің азаюуы, жердің беткі қабатының тозуы ауыл шаруашылығы жерлерін пайдаланудың негізі болып табылатын ауылшаруашылық ландшафтарына әсер ететін экологиялық қасиеттері мен антропогендік факторлары туралы өзекті ақпараттың болмауы нәтижесі. Шағын және орта ауыл шаруашылығы жер пайдаланушылығы үшін тиімді жер құнарлығын арттыру үшін қолданылатын заманауи шаралар әрқашан тиімді және қолжетімді бола бермейді. Технологияларды біріктіру көптеген себептерге байланысты мүмкін еместігіне байланысты. Негізгі себептердің бірі – ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін шектейтін экологиялық жағдайлар мен факторлардың әртүрлілігі. Зерттеудің мақсаты – Алтай өлкесінің орманды дала аймағында орналасқан жер пайдаланушылықтың экологиялық жағдайын бағалау негізінде ауыл шаруашылығы агроландшафттарының тұрақтылығын басқару мүмкіндігін зерттеу.

Материалдар мен әдістер. Ғылыми зерттеуде еркін қолжетімді әртүрлі уақыт аралықтарында аумақтың ландшафттарының элементтерін зерттеген жобалар және ғылыми ұйымдардың материалдары пайдаланылды. Жұмыста зерттеу авторларының жеке ғылыми деректері де пайдаланылды. Зерттеу жалпы келесі ғылыми әдістерге негізделген: сипаттау, талдау және синтез, тарихи, бақылау, жүйелік талдау.

Нәтижелер. Мақалада жалпы ауданы 17,2 мың га асатын Алтай өлкесінің орманды даласында орналасқан ауыл шаруашылығы жерлерін пайдаланудың экологиялық жағдайын зерттеу нәтижелері берілген. Егістік және мал азықтық алқаптарды бойынша 23 сапа көрсеткіші бойынша бағалау жүргізілді. Ауылшаруашылық ландшафттарының тұрақтылығына физикалық-географиялық, табиғи-климаттық, геоморфологиялық, топырақ жағдайлары, табиғи және антропогендік факторлар, сонымен қатар олардың бірлескендегі әсері ықпал ететіні анықталды. Ландшафттарды биологиялық объектілерге (ауыл шаруашылығы дақылдарына) шекті (лимитті) әсер етуіне қарай сараладық. Экологиялық аймақтарға бөлу және жерді типтеу негізінде ауыл шаруашылығы өндірісінің әртүрлі сценарийлерін ұсынатын ауыл шаруашылығы жерлерін пайдалану үлгілері әзірленді.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері ғылыми және жобалық ұйымдар - жобалау және болжау, ауыл шаруашылығы жерлерін пайдалану және табиғатты қорғау шаралары бойынша ұзақ мерзімді құжаттарды ресімдеуде мемлекеттік және муниципалды ұйымдарға, жергілікті деңгейде жер ресурстарын басқаруға, ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілерге жер пайдалануды ұйымдастыру кезінде (жердің құрылымы, егіс алқаптары, ауыспалы егістер және т.б.) пайдалануға ұсынылады.

Кілт сөздер: қоршаған орта жағдайын бағалау; ауыл шаруашылығы жерлерін пайдалану; ауыл шаруашылығы ландшафттарын басқару; ауыл шаруашылығы жерлері; жерлерді агроэкологиялық топтастыру; жердің экологиялық жағдайы.

Managing the sustainability of agricultural landscapes through assessing environmental conditions

Vladimir L. Tatarintsev, Aidana A. Ospanova, Bakhitzhan G. Djamankulova,
Olesya S. Muzyka

Abstract

Background and Aim. Modern agricultural enterprises worldwide are experiencing critical pressures that affect the food security of states and the quality of life of their citizens. As a result of the lack of up-to-date information about the environmental properties and anthropogenic factors affecting agricultural landscapes, which are the basis of agricultural land use, they degrade, become less productive, and the quality of farm products decreases. Modern measures used to increase effective fertility are not always effective and affordable for small and medium-sized agricultural farms. This is because it is not possible to unify technologies for many reasons. One of the main reasons is the diversity of environmental conditions and factors limiting the productivity of crops. The purpose of the study is to study the possibility of managing the sustainability of agricultural landscapes based on an assessment of the environmental conditions of the management of an organization whose land use is located in the forest-steppe zone of the Altai Territory.

Materials and Methods. The scientific research used materials from design and scientific organizations that studied elements of the territory's landscapes at various time intervals, which are in the public domain. The work also used the personal scientific data of the study authors. The research is based on general scientific methods: description, analysis and synthesis, history, observation, as well as system analysis.

Results. The article presents the results of a study of the environmental conditions of agricultural land use located in the forest-steppe of the Altai Territory, with a total area of more than 17.2 thousand hectares. The assessment was carried out using 23 quality indicators on arable forage lands. It has been established that the sustainability of agricultural landscapes is influenced by physical-geographical, natural-climatic, geomorphological, soil conditions, natural and anthropogenic factors, as well as their joint influence. We differentiated landscapes based on the influence of limiting influences on biological objects. Based on environmental zoning and land typical, models of agricultural land use were developed, suggesting different scenarios for agricultural production.

Conclusion. The research results are recommended for use by state and municipal authorities when managing land resources at the local level, and by agricultural producers when organizing land, scientific and design organizations and forecasting, drawing up long-term documents on the use of agricultural land and conservation measures.

Keywords: assessment of environmental conditions; agricultural land use; management of agricultural landscapes; agricultural lands; agro-ecological grouping of lands; ecological state of lands.

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. 122-.131 - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.4(123).1809

UDC 631.1.016

Review article

Current state of private farms in Kazakhstan

Kanat M. Tireuov , Saule K. Makenova , Zhanat Z. Toleubekova ,
Nataliya L. Ozeranskaya , Assiya E. Agumbaeva 

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

Corresponding author: Saule Makenova: saule_makenova@mail.ru

Co-authors: (1: KT) tireuov_k@mail.ru; (2: ZT) jtoleubekova@mail.ru;

(3: NO) n_ozeranskaya@mail.ru; (4: AA) leila_76_76@mail.ru

Received: 08-11-2024 **Accepted:** 23-12-2024 **Published:** 30-12-2024

Abstract

Background and Aim. Research conducted by scientists in the field of determining the role of the personal subsidiary sector in agriculture cannot clarify the issue of the nature and essence of the phenomenon of personal subsidiary farms (hereinafter referred to as PSF), and do not clearly define their socio-economic role. Of course, this aspect of consideration is important for the modern changing conditions of the economic environment. The purpose of the study is to assess the state and dynamics of the development of personal subsidiary farms in Kazakhstan; identify the main problems hindering the effective functioning of personal subsidiary farms; determine incentives and mechanisms for the development of personal subsidiary farms to increase their contribution to the agricultural economy and food security; and develop recommendations for supporting personal sub-sidiary farms at the state level.

Materials and Methods. The materials and sources of information were publications of agricultural scientists, annual Consolidated analytical reports on the state and use of lands of the Republic of Kazakhstan, as well as data from the Bureau of National Statistics. The study used economicstatistical and abstract-logical methods.

Results. The assessment of the state of development of private household plots in Kazakhstan showed that this sector of agricultural production is the most vulnerable in terms of lack of state support. Given the current state of the village and the fact that the rural household has eco-nomic stability, it is necessary to support the initiative of villagers in running households, to provide them with state support in various forms and at various levels.

Conclusion. Analysis of the development of private household plots as a form of economic entity specializing in the cultivation of agricultural products showed that it is not affected by the crisis in the country's economy. Today, in order to strengthen the role of private household plots in the agricultural sector, increase incomes and employment of rural residents, a comprehensive approach and legislative reforms are needed that provide for the stimulation of cooperation between private household plots and state support, including subsidies, microcredit and educational initia-tives.

Keywords: land use; land holdings; forms of management; database; efficiency.

Introduction

The International Year of Family Farming, declared by the United Nations (UN) in 2014, provided an opportunity to reflect on the status of family farming worldwide concerning food security, socioenvironmental sustainability, and equitable economic development. However, the diversity within this global sector in terms of farm characteristics and their position in the global food system creates significant challenges for the systematic design and development of policies aimed at maximizing global food security, reliable livelihoods, ecological sustainability, and socioeconomic development [1,

2]. Recent political debates at international and regional levels have shown a shift in attitudes towards smallholders and family farms: whereas they were once seen as part of the problem of hunger, they are now recognized as playing a central role in its solution [3, 4, 5].

In the global food system, the contribution of family farms to food security, as well as local and regional development, is surprisingly poorly documented [1]. According to estimates based on the analysis of only 30 countries using data from the 2000 agricultural census, there are approximately 500 million family farmers worldwide who produce 80% of the world's food, highlighting the need for more accurate accounting and appropriate policy analysis. B.E. Graeb et al., in their study, examine the policy environment to ensure the contribution of family farms to food production, food security, and sustainable agricultural development. They analyzed a broader range of international agricultural census data for 105 countries and territories, including new data from the 2010 agricultural census, which collectively covers the majority (85%) of global food production. B.E. Graeb et al. used regional and country-specific definitions of family farms to provide the best available estimates of the percentage of family farms, the share of agricultural land managed by family farms in each country, and the calories produced by family farms in selected countries. They found that family farms constitute 98% of all farms and control at least 53% of agricultural land, thereby producing at least 53% of the world's food [6].

The primary challenge in any review of family farming is that the term itself is not a clearly defined statistical unit at a global or even national level. The FAO, as part of its strategic planning for the International Year of Family Farming in 2014, defined family farming as: "a means of organizing agricultural, forestry, fisheries, pastoral, and aquaculture production which is managed and operated by a family and predominantly reliant on family labor, including both women's and men's labor. The family and the farm are linked, coevolve, and combine economic, environmental, social, and cultural functions" [7].

The relatively small scale of farming operations is often used as a proxy for defining a family farm. Many organizations, such as the World Bank in its Rural Development Strategy [8], use land size as a criterion for defining smallholders – most commonly less than 2 hectares [8, 9, 10]. The High-Level Panel of Experts (HLPE) of the Committee on World Food Security (CFS) defines small-scale agriculture as "undertaken by families (including one or more households), using exclusively or predominantly family labor and deriving a significant but variable proportion of their income from this activity in either cash or kind. Agriculture includes crop farming, livestock rearing, forestry, and artisanal fisheries. These farms are managed by family groups, many of which are headed by women, who play a key role in production, processing, and marketing activities" [3].

Household Subsidiary Plots (HSPs) play a key role in Kazakhstan's economy. The concept of "household subsidiary plots" is enshrined in the Land Code of Kazakhstan and represents a form of activity aimed at meeting personal needs on land plots located in rural and suburban areas. They produce a significant portion of food products, including vegetables, milk, and meat. HSPs, which are primarily represented by families not employing hired labor, act as major suppliers of food to the domestic market in Kazakhstan, thereby fostering one form of family entrepreneurship [11].

However, HSPs do not have the full status of agricultural commodity producers and therefore lack appropriate state support. Moreover, leading experts from the Kazakh Research Institute of Agricultural Economics and Rural Development note that the primary challenges faced by HSPs include operating on just a quarter-hectare of land, often not solely managed by the owners themselves [12].

Additionally, some experts equate the challenges faced by HSPs to those of small business entrepreneurs. In their view, the main issues for HSPs stem from insufficient government support [13]. However, few advocates of this perspective explore alternative solutions to address the precarious conditions and low welfare levels of farmers. Most experts agree on the need for coordinated grouping and collective unification of HSPs to tackle common problems.

Materials and Methods

In our study, we examined the development of HSPs to identify trends over time and attempted to find optimal solutions aligned with the primary goal of this work, which is to identify the key incentives for the development of HSPs in Kazakhstan. In our study, various methodologies were employed,

including economic-statistical and abstract-logical approaches, to analyze a wide range of reliable data sources, such as the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan and consolidated analytical reports.

Our research revealed that scientific publications on the development of HSPs are carried out within the framework of two methodological approaches: functional-transformational and organizational (Table 1).

Table 1 – Approaches to defining the concept of private household plots

Name of the approach	Content
Functional- transformational	The private household farm performs certain functions in the system, which will lose its significance in the future
	The private household farm performs certain functions in the modern period and can transform into peasant farms and cooperatives formations
	Private household farming is a specific way of life, it performs certain functions and can be transformed into other forms of production
Organizational	Private household farming is an independent way of life
	Private household farming is a specific form of production, an integral part of the country's agro- industrial complex, but not an independent structure

Scientific works carried out from the standpoint of the functional-transformational approach consider private household plots from the point of view of the functions they perform in society in different periods of time, as well as their transformations in connection with changes in the external environment. Within the framework of the organizational approach, private household plots are studied as a specific form, an independent structure, one of the organizational structures of the agro-industrial complex, as an element in the system of cooperation with agricultural enterprises, peasant (farming) households and other organizations. In relation to the genesis of private household plots of the population in modern literature there are several points of view. Some researchers [14, 15, 16] believe that they arose during the period of collectivization, while others - [17, 18] consider their existence throughout the history of the development of land ownership and the formation of agrarian relations.

In our opinion, the origins of the private household plots of the population lie in ancient times. In this regard, the period from the emergence of the estate settlement to the emergence of the private household plots of the population is associated with a change in the socioeconomic system: from the primitive communal to the market economy.

Results and Discussion

Kazakhstan's experience of developing private farms. Almost all currently existing large agricultural enterprises were created on the basis of former collective Soviet farms and therefore their equipment with fixed production assets was much better compared to farms, which allowed them to launch the production process at the initial stage of economic activity after the 1990s with lower costs compared to farms that did not have the fixed assets necessary for economic activity. Another advantage of large farms was that certified workers such as agronomists, machine operators and others remained to work in these enterprises. However, the number of large farms at the moment in comparison with farms and private farms is much lower. This situation is primarily explained by the fact that initially the policy of denationalization of collective farms and the creation of a private property system in the agricultural system was carried out. Over time, practice has proven that private property did not develop to the fullest extent, since there were no key levers stimulating market relations in agriculture. For example, private ownership of land resources did not develop to the full extent, although the law allowed the purchase of agricultural land into private ownership. One of the main reasons for this is the relatively low cost of land lease, which served as a kind of support measure from the state, since farmers did not have sufficient financial resources to buy out the land, and representatives of other businesses were not interested in investing in agriculture due to its low profitability and increased risk [19].

Private subsidiary farms have played and continue to play an important role in the formation of gross agricultural income in Kazakhstan. Despite the fact that private subsidiary farms account for only 0.9% of the total area of agricultural land, they produce more than 60.0% of all livestock products in the country.

Usually, private household plots have a small plot of land from 0.06 to 0.25 hectares and, as a rule, this is a garden plot (vegetable garden) where they grow vegetables, fruits and berries, and there is also the possibility of keeping livestock, mainly dairy cows and several heads of sheep.

Private household plots produce goods primarily for domestic consumption, the rest is sold at the market or to neighbors.

Let us consider the dynamics of growth of gross agricultural output in Kazakhstan by farm categories from 2010 to 2023 (Table 2).

Table 2 – Gross output of agricultural products (services) by farm categories, billion tenge

Indicator	Agricultural enterprises				Individual entrepreneurs and peasant or farmer farms				Households of the population			
	2010	2016	2020	2023	2010	2016	2020	2023	2010	2016	2020	2023
Gross release products (services) rural farms	280.6	856.2	1699.6	2140.7	360.3	1043.7	2033.6	2556.2	1181.1	1784.3	2630.8	2880.7
Gross products plant breedertva	198.3	628.2	1237.4	1352.6	291.7	796.4	1554.3	2002.8	405.3	622.8	895.7	1197.3
Gross products livestock breedertva	76.4	212.7	423.0	775.5	68.5	247.2	479.3	553.4	775.8	1161.5	1735.1	1683.5

Source: [20]

From Table 2 it can be seen that from 2010 to 2023:

- Gross output of agricultural products of agricultural enterprises increased 7.6 times from 280.6 to 2140.7 billion tenge; the main contribution comes from crop production, which increased 6.8 times from 198.3 to 1352.6 billion tenge; livestock production increased 10.1 times from 76.4 to 775.5 billion tenge.

- Gross output of agricultural products of individual entrepreneurs and peasant or farm households increased 7 times from 360.3 to 2556.2 billion tenge, the gross output of crop production increased 6.8 times from 291.7 to 2002.8 billion tenge, and livestock production increased 8.1 times from 68.5 to 553.4 billion tenge.

- Gross output of agricultural products of private household plots increased by 2.4 times from 1181.1 to 2880.7 billion tenge, the gross output of crop production increased by 2.9 times from 405.3 to 1197.3 billion tenge, and livestock production by 2.2 times from 775.8 to 1683.5 billion tenge.

The reduced growth rates of gross agricultural output in private household plots are associated with several factors: limited resources and access to financing, low mechanization, focus on self-sufficiency, difficulties with access to sales markets and integration into supply chains.

At the regional level, the formation of target programs is the development of individual industries that provide for the rational use of the resource potential available in the region. For example, one of the most promising sectors of agriculture with export potential is rice growing; consumer demand for rice is growing every year. The increase in demand for rice on the world market and the simultaneous decrease in supply will undoubtedly lead to an increase in prices for this product. Under these conditions, each country is forced to solve the problem of satisfying the population's need for rice, relying only on its internal resources. In the rice-growing region, the efficient use of arable land and crop rotation areas, as well as engineering and irrigation systems, is of great importance. Rice cultivation by small business entities, including private household plots, accounts for 51.5%. For the promising development of the industry, Kazakhstan has irrigated land, a huge capacity of the domestic market and labor force.

Land Allocation for Household Subsidiary Plots

In many developing countries, access to land remains crucial for people living (and producing) in rural areas, who partially or largely depend on agriculture, livestock farming, and the use of forest resources for their livelihoods. In this context, rural poverty is also closely linked to access to and control over land. As a critical resource for rural life, inequality in land distribution and productivity is one of the key factors hindering the growth of rural areas and ensuring food (and nutritional) security. However, land is more than just an economic resource and therefore holds broader significance; this is particularly true for small family farms, for whom land represents a way of life and carries cultural importance. Land is also a vital political resource that establishes or challenges power relations between individuals, households, and communities [21, 22].

Over the past decade, interest in land resources has increased and been renewed, driven by growing demand for food (and meat-based diets, which have led to a rapid expansion of the livestock sector [23], high food prices, and increasing demand for biofuels and animal feed [24]. For a long time, it has been argued that providing rural poor residents with secure ownership of the land they depend on for their livelihoods is a central factor in poverty reduction. The World Bank has been a leading advocate of land tenure security (based on individual and private land ownership rights) as a necessary and critical condition for reducing rural poverty [25] and improving agricultural productivity [26, 27].

Analyzing the land used for household subsidiary plots (HSPs) in Kazakhstan over the past 20 years reveals a significant increase in their total area: the growth has been substantial, amounting to 102,000 hectares or 30%. However, the number of allocated plots has decreased – from 1.7 million hectares in 2003 to 1.1 million hectares in 2023, indicating an enlargement of the land plots allocated for HSPs. When examining the regional distribution of areas allocated for HSPs in Kazakhstan, it is evident that their land area is significantly larger in the southern part of the country, which is associated with settlement demographics (Table 3).

Table 3 – Provision of lands into private ownership by regions of Kazakhstan

Name of areas	Provided for personal use subsidiary farming	
	thousand hectares	%
Abay	39.0	11.8
Akmola	13.1	4.0
Aktobe	8.4	2.6
Almaty	31.9	9.7
Atyrau	5.3	1.9
Zhambyl	1.8	0.7
Zhetisu	15.7	4.9
West Kazakhstan	2.0	0.9
Karaganda	6.2	2.6
Kostanay	13.7	4.8
Kyzylorda	11.4	3.5
Mangistau	0.1	0.03
Pavlodar	6.2	2.6
North Kazakhstan	16.6	5.7
Turkestan	143.3	43.5
Ulytau	2.1	0.8
Total	329.4	100
Source: [20]		

In accordance with the National Project for the Development of the Agro-Industrial Complex of the Republic of Kazakhstan for 2021–2025, the task is to increase the volume of gross agricultural output by 1.3 times compared to the 2019 level, which amounted to 3.2% (with the plan being 7%). In order to achieve this task, it is planned to implement anchor investment projects in 7 areas (meat, milk, grain, processing of oilseeds, fruits, vegetables and sugar production). They unite all links of industry chains in each region, taking into account the natural and climatic conditions of the regions [28]. In this regard, let us consider the data in Table 4, which presents the dynamics of land areas in private ownership from 2003–2015 and on which the main product of private household plots is directly produced.

Table 4 – Dynamics of the area of land provided to citizens and legal entities for private ownership (2003-2015)

Targeted appointment land plots	2003		2008		2013		2015	
	Number of land plots, thousand	area, thousand hectares	Number of land plots, thousand	area, thousand hectares	Number of land plots, thousand	area, thousand hectares	Number of land plots, thousand	area, thousand hectares
Lands populated points	2262.2	315.9	1 595.3	260.9	2795.9	581.4	2989.5	656.2
of which for: management personal subsidiary farms	1725.0	227.4	1 595.3	260.9	1672.0	259.3	1705.2	258.2
Source: [29]								

Since 2013, less and less land has been allocated for private household plots, which has only become more and more pronounced in significant differences each year (Table 5).

Table 5 – Dynamics of the area of land provided for private farming in the Republic of Kazakhstan

Indicators	2003		2013		2023	
	Number of land plots, thousand	area, thousand hectares	Number of land plots, thousand	area, thousand hectares	Number of land plots, thousand	area, thousand hectares
Lands populated points private property	2262.2	315.9	2795.9	581.4	2 759.5	1 052.7
Lands for management personal subsidiary farms	1725.0	227.4	1672.0	259.3	1094.5	329.4
Ratio of the area of private household plots to the private fund of rural settlements, %	-	72.0	-	44.6	-	31.2
Source: [12]						

In the total area of rural lands, the share of private household plots is small – only 1.6%, but they have a fairly significant share among the lands of rural settlements provided for private ownership – 31.2% [30].

Further Development and Regulation of Household Subsidiary Plots in Kazakhstan

In Kazakhstan, small rural entrepreneurship plays an increasingly important role, which includes farms, household farms (including private farms), consumer cooperatives, without the support of which it is impossible to achieve the revival of agriculture and improve the lives of the rural population. Farms allow its subjects to overcome and eliminate alienation from the means of production, to become their real owner with the development of motivation for effective work on the land, and the organization of corporate governance allows preserving this motivation and at the same time strengthening it through collective work aimed at combating market competition and achieving an increase in the efficiency of its results by combining all types of resources and accumulating their potential in larger volumes, providing significantly greater opportunities for sustainable development of production in agro-formations than small peasant productions operating in a market environment can carry out. One of the main approaches to the implementation of state programs introduced in the country was the involvement of small and medium-sized farms in agricultural cooperation [31].

To clearly demonstrate this statement in the context of the development of private household plots in Kazakhstan, let us consider the statistics on the state of cooperatives in Kazakhstan. As of October 1, 2017, 745 cooperatives were created, including 273 cooperatives with a milk collection point, 358 cooperatives with a slaughter point. 6,159 family fattening sites for 102,587 heads of cattle were created. State support measures made it possible to involve about 56 thousand private household plots and small farms in agricultural cooperation. Cooperatives procured more than 44 thousand tons of milk and 13 thousand tons of meat, which made it possible to increase the work-load of enterprises. In addition, a Database of processing enterprises was formed, which included almost all enterprises, with the exception of flour mills. As of January 1, 2020, according to statistics, there were 2.32 million private household plots (PHP) in Kazakhstan. They grew agricultural products worth 2.6 trillion tenge, that is, about 40% of the country's total harvest [32].

In Kazakhstan, the introduction of regulations, a law on private household plots, has already been considered three times, but these issues are still awaiting a solution. The main problems prompting such a decision were "the absence of a separate law regulating the activities of private household plots, and ineffective regulation within the framework of the existing land legislation, as well as environmental problems associated with the lack of veterinary safety standards, etc. Legislative measures could include stimulating cooperation between private household plots and state support, including subsidies, microcredit and educational initiatives" [33].

The country is promoting various activities related to the development of private household plots. Thus, in pursuance of the instructions of the Head of State, in 2025 Kazakhstan will conduct a full census of agricultural enterprises, peasant, farm, private household plots in cities and villages, as well as gardening and dacha cooperatives. In accordance with the recommendations of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO UN), for the quality and objectivity of statistical information on the state of the agricultural sector, agricultural censuses in countries are conducted every 5-10 years [34]. Let us recall that the first national census in the country was held in 2006-2007.

In the 2025 census, it is planned to use administrative data from the IS "Identification of Farm Animals", for lands – the Unified State Real Estate Cadastre (USRRE), for agricultural machinery – the IS "State Register of Agricultural Machinery" (GRST), for subsidies – the IS "Unified State Information System for Subsidies" (EGISS).

In order to test census questionnaires, methodology, information systems, conduct field work, assess the budget, quality of Internet coverage and the operation of information systems without the Internet, a pilot survey was conducted in all regions in August 2024. Based on its results, reports were compiled on the problems identified, including an assessment of the quality of administrative data, the readiness of government information systems and the possibility of using administrative data at the main stage of the census. This event is a very effective event because without reliable data it is very difficult to qualitatively plan the development of the industry, identify errors and shortcomings in the work in order to conduct a high-quality census in 2025.

Conclusion

The results of the scientific article allow for the following justified conclusions:

1. Personal subsidiary farms (PSFs) form the foundation of Kazakhstan's food security, providing more than 60% of livestock production with minimal resources. Despite small land plots and low levels of mechanization, their role in ensuring the country's food sovereignty cannot be overstated.

2. The main challenges for PSFs are related to the lack of status as agricultural commodity producers, which limits their access to state support, subsidies, and credit. Additionally, low levels of infrastructure, market integration, and mechanization hinder productivity growth and competitiveness.

3. Cooperation between PSFs and farming enterprises is a key direction for their sustainable development. Collective associations can reduce transaction costs, improve access to markets, technologies, and state support, and enhance production efficiency.

4. State support should aim to create a favorable legislative and institutional environment for PSFs. It is necessary to develop and adopt a special law regulating the status, rights, and obligations of PSFs. Measures such as subsidies, preferential loans, educational programs, and the introduction of technologies need to be intensified.

5. Analysis of the dynamics of PSF lands shows an increase in their average size, indicating a trend toward the consolidation of farms. This opens prospects for productivity growth but requires active state policies to ensure the availability of land resources and guarantees of their legal status.

6. The 2025 agricultural census should provide high-quality and objective data on the state of PSFs, including their contribution to production, infrastructure provision, and socioeconomic development. This will help identify weaknesses and develop targeted support measures.

7. PSFs have the potential to transform into more sustainable forms of agribusiness, including farming enterprises and cooperatives. It is essential to develop strategies to stimulate this transformation to increase their efficiency and integrate them into supply chains.

8. Enhancing the sustainability and efficiency of PSFs requires a systemic approach, which includes not only financial support but also infrastructure development, raising farmers' knowledge levels, modernizing production, and integrating into regional and international markets.

9. PSFs are not only an economic but also a social category, contributing to the preservation of rural traditions, improving the quality of life in rural areas, and reducing migration from rural territories. Supporting PSFs helps strengthen social stability and reduce poverty.

10. Further research and in-depth analysis are required based on key socioeconomic indicators of rural development, including the passportization of each rural territory, assessment of its potential, and development of specific mechanisms for activating rural areas in the socioeconomic processes occurring in these territories and the country as a whole.

Information on funding

This article presents the primary results of the study of program-targeted financing of NTP BR22886885 "Development of organizational and economic measures to improve the efficiency of using the resource potential of agricultural production".

References

- 1 FAO. The state of food and agriculture (2014). Innovation in family farming. Rome: FAO.
- 2 Smith, LC, Haddad, L. (2015). Reducing child undernutrition: past drivers and priorities for the post-MDG era. *World Development*, 180-204.
- 3 *HLPE. Investing in smallholder agriculture for food security. A report by the High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome: HLPE. (2013).* <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/48ac9adb-f75f-4797-b2de-970c949176c8/content>.
- 4 McIntyre, BD, Herren, HR, Wakhungu, J., Watson, R. IAASTD (*International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development*). Global report. (2009). <http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/iaastd/tabid/105853/default.aspx>.

- 5 Silva, JG. (2018). Supporting family farmers is key for providing healthier diets, preserving the environment and creating rural prosperity, FAO.
- 6 Graeub, BE. et al. (2016). The state of family farms in the world. *World development*, 1-15.
- 7 FAO. *Master Plan*. Retrieved from *International Year of Family Farming*. Rome: FAO. (2013). https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/iyff/docs/Final_Master_Plan_IYFF_2014_30-05.pdf.
- 8 World Bank. *Reaching the rural poor: A renewed strategy for rural development*. (2003). Washington, DC: World Bank. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/519861468313826552/policy-framework-paper-on-business-licensing-reform-and-simplification>.
- 9 Hazell, PBR, Rahman, A. (2014). *New directions for smallholder agriculture*. OUP Oxford. <https://www.ifad.org/en/w/publications/new-directions-for-smallholder-agriculture>.
- 10 Salami, A., Kamara, AB, Brixiova, Z. (2010). *Smallholder agriculture in East Africa: Trends, constraints and opportunities*. Tunis, Tunisia: African Development Bank. 52 <https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/WORKING%20105%20%20PDF%20d.pdf>.
- 11 Ozenbayeva, AT. et al. (2023). Problems of legal regulation of personal subsidiary plots of citizens in the republic of Kazakhstan. *Journal of Actual Problems of Jurisprudence/Habarşy. Zan Seriâsy*, 108, 4.
- 12 Sarhanov, KA. (2015). Development of private farms in Kazakhstan. *Problems agricultural market*, 3, 78-81.
- 13 Pronskaya, ON, Fomin, OS, Zhilyakov, DI. (2020). Prospects for the development of personal subsidiary farms and other small forms of farming in rural areas. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 5, 230-239.
- 14 Bobysheva, IN, Frolova, OA. (2014). Personal subsidiary farms: Problems and development prospects. *Modern problems of science and education*, 6, 441-441.
- 15 Goncharova, IV, Gaag, AV. (2016). The role of personal subsidiary farms in the development of agriculture economy and rural areas. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*, 2, 172-177.
- 16 Jozwiak, W., Mirkowska, Z., Zięta, W. (2018). Subsidiary farms and the use of agricultural land. *Wieś i Rolnictwo*, 179: 2, 151-167.
- 17 Gorbachev, OV. (2021). Theory of peasant farming by A. V. Chayanov and personal subsidiary plots farms in the Soviet village (second half of the 1930s – 1980s). *Bulletin of Perm University. History*, 2(53), 73-85.
- 18 Yoshida, Y. (1980). The Personal Subsidiary Farm in Soviet Agriculture. *Annals of the Japanese Association for Soviet and East European Studies*, 9, 113-132.
- 19 Yerseitova, A. et al. (2018). Efficiency of using agricultural land in Kazakhstan. *Entrepreneurship and Sustainability*, 6: 2, 558-576.
- 20 Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan.
- 21 Borrás, JSM., Franco, JC. (2010). Contemporary discourses and contestations around propoorland policies and land governance. *Journal of Agrarian Change*, 10: 1, 1-32.
- 22 Lund, C., Boone, C. (2013) Introduction: land politics in Africa—constituting authority over territory, property and persons. *Africa*, 83: 1, 1-13.
- 23 Weis, T. (2013). The meat of the global food crisis. *The Journal of Peasant Studies*, 40: 1, 65-85.
- 24 White, B., Dasgupta, A. (2013). Agrofuels capitalism: a view from political economy. The Politics of Biofuels. *Land and Agrarian Change*, 19-33.
- 25 Deininger, K. (2003). Land policies for growth and poverty reduction. *World Bank*.
- 26 Bromley, DW. (2009). Formalising property relations in the developing world: The wrong prescription for the wrong malady. *Land use policy*, 26: 1, 20-27.
- 27 Platteau, JP. (1992). Land reform and structural adjustment in sub-Saharan Africa: controversies and guidelines. *Food & Agriculture Org.*, 107.
- 28 *National Project for the Development of the Agro-Industrial Complex of the Republic of Kazakhstan for 2021–2025*. Approved by the Government of the Republic of Kazakhstan. (2021). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000732>.
- 29 *Consolidated Analytical Report on the State and Use of Lands of the Republic of Kazakhstan for 2023*. <https://www.gov.kz/memleket/entities/land/documents/details/579164?lang=ru>.

30 Kalykova, BB. (2020). Rural territories of Kazakhstan: realities, problems and solutions. *Problems of the agricultural market*, 3, 209-215.

31 Baidalinova, AS. et al. (2020). Household food safety in Kazakhstan. Institute of Scientific Communications Conference. *Cham: Springer International Publishing*, 107-114.

32 Ulakov, SN. et al. (2020). Improving the efficiency of agricultural cooperatives in the Republic of Kazakhstan. Frontier information technology and systems research in cooperative economics. *Cham: Springer International Publishing*, 805-814.

33 Yerkinbayeva, LK, Bekturganov, AE. (2013). Legal problems of the modern agricultural policy of the Republic of Kazakhstan. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 81, 514-519.

34 Bizier, V., Gennari, P., Kalamvrezos, ND. (2022). Role of international, regional and country organizations in adapting to statistical standards and regional differences: The case of food and agriculture statistics. *Statistical Journal of the IAOS*, 38: 2, 511-532.

References

- 1 FAO. The state of food and agriculture (2014). Innovation in family farming. Rome: FAO.
- 2 Smith, LC, Haddad, L. (2015). Reducing child undernutrition: past drivers and priorities for the post-MDG era. *World Development*, 180-204.
- 3 HLPE. *Investing in smallholder agriculture for food security. A report by the High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*. Rome: HLPE. (2013). <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/48ac9adb-f75f-4797-b2de-970c949176c8/content>.
- 4 McIntyre, BD, Herren, HR, Wakhungu, J., Watson, R. IAASTD (*International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development*). Global report. (2009). <http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/iaastd/tabid/105853/default.aspx>.
- 5 Silva, JG. (2018). Supporting family farmers is key for providing healthier diets, preserving the environment and creating rural prosperity, FAO.
- 6 Graeub, BE. et al. (2016). The state of family farms in the world. *World development*, 1-15.
- 7 FAO. *Master Plan*. Retrieved from *International Year of Family Farming*. Rome: FAO. (2013). https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/iyff/docs/Final_Master_Plan_IYFF_2014_30-05.pdf.
- 8 World Bank. *Reaching the rural poor: A renewed strategy for rural development*. (2003). Washington, DC: World Bank. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/519861468313826552/policy-framework-paper-on-business-licensing-reform-and-simplification>.
- 9 Hazell, PBR, Rahman, A. (2014). *New directions for smallholder agriculture*. OUP Oxford. <https://www.ifad.org/en/w/publications/new-directions-for-smallholder-agriculture>.
- 10 Salami, A., Kamara, AB, Brixiova, Z. (2010). *Smallholder agriculture in East Africa: Trends, constraints and opportunities*. Tunis, Tunisia: African Development Bank. 52 <https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/WORKING%20105%20%20PDF%20d.pdf>.
- 11 Ozenbayeva, AT. et al. (2023). Problems of legal regulation of personal subsidiary plots of citizens in the republic of Kazakhstan. *Journal of Actual Problems of Jurisprudence/Habarşy. Zan Seriâsy*, 108, 4.
- 12 Sarhanov, KA. (2015). Development of private farms in Kazakhstan. *Problems agricultural market*, 3, 78-81.
- 13 Pronskaya, ON, Fomin, OS, Zhilyakov, DI. (2020). Prospects for the development of personal subsidiary farms and other small forms of farming in rural areas. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 5, 230-239.
- 14 Bobysheva, IN, Frolova, OA. (2014). Personal subsidiary farms: Problems and development prospects. *Modern problems of science and education*, 6, 441-441.
- 15 Goncharova, IV, Gaag, AV. (2016). The role of personal subsidiary farms in the development of agriculture economy and rural areas. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*, 2, 172-177.
- 16 Jozwiak, W., Mirkowska, Z., Zięta, W. (2018). Subsidiary farms and the use of agricultural land. *Wię i Rolnictwo*, 179: 2, 151-167.

- 17 Gorbachev, OV. (2021). Theory of peasant farming by A. V. Chayanov and personal subsidiary plots farms in the Soviet village (second half of the 1930s – 1980s). *Bulletin of Perm University. History*, 2(53), 73-85.
- 18 Yoshida, Y. (1980). The Personal Subsidiary Farm in Soviet Agriculture. *Annals of the Japanese Association for Soviet and East European Studies*, 9, 113-132.
- 19 Yerseitova, A. et al. (2018). Efficiency of using agricultural land in Kazakhstan. *Entrepreneurship and Sustainability*, 6: 2, 558-576.
- 20 Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan.
- 21 Borrás, JSM., Franco, JC. (2010). Contemporary discourses and contestations around pro-poor land policies and land governance. *Journal of Agrarian Change*, 10: 1, 1-32.
- 22 Lund, C., Boone, C. (2013) Introduction: land politics in Africa—constituting authority over territory, property and persons. *Africa*, 83: 1, 1-13.
- 23 Weis, T. (2013). The meat of the global food crisis. *The Journal of Peasant Studies*, 40: 1, 65-85.
- 24 White, B., Dasgupta, A. (2013). Agrofuels capitalism: a view from political economy. The Politics of Biofuels. *Land and Agrarian Change*, 19-33.
- 25 Deininger, K. (2003). Land policies for growth and poverty reduction. *World Bank*.
- 26 Bromley, DW. (2009). Formalising property relations in the developing world: The wrong prescription for the wrong malady. *Land use policy*, 26: 1, 20-27.
- 27 Platteau, JP. (1992). Land reform and structural adjustment in sub-Saharan Africa: controversies and guidelines. *Food & Agriculture Org.*, 107.
- 28 *National Project for the Development of the Agro-Industrial Complex of the Republic of Kazakhstan for 2021–2025*. Approved by the Government of the Republic of Kazakhstan. (2021). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000732>.
- 29 *Consolidated Analytical Report on the State and Use of Lands of the Republic of Kazakhstan for 2023*. <https://www.gov.kz/memleket/entities/land/documents/details/579164?lang=ru>.
- 30 Kalykova, BB. (2020). Rural territories of Kazakhstan: realities, problems and solutions. *Problems of the agricultural market*, 3, 209-215.
- 31 Baidalinova, AS. et al. (2020). Household food safety in Kazakhstan. Institute of Scientific Communications Conference. *Cham: Springer International Publishing*, 107-114.
- 32 Ulakov, SN. et al. (2020). Improving the efficiency of agricultural cooperatives in the Republic of Kazakhstan. Frontier information technology and systems research in cooperative economics. *Cham: Springer International Publishing*, 805-814.
- 33 Yerkinbayeva, LK, Bekturganov, AE. (2013). Legal problems of the modern agricultural policy of the Republic of Kazakhstan. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 81, 514-519.
- 34 Bizier, V., Gennari, P., Kalamvrezos, ND. (2022). Role of international, regional and country organizations in adapting to statistical standards and regional differences: The case of food and agriculture statistics. *Statistical Journal of the IAOS*, 38: 2, 511-532.

Қазақстандағы жеке шаруашылықтардың қазіргі жағдайы

Тиреуов Қ.М., Макенова С.Қ., Төлеубекова Ж.З., Озеранская Н.Л., Агумбаева А.Е.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Ауыл шаруашылығындағы жеке қосалқы шаруашылықтардың рөлі туралы зерттеушілердің алдыңғы зерттеулерінде бұл шаруашылықтардың (бұдан әрі ЖҚШ) іргелі табиғаты мен сипаттамалары толық қарастырылмаған, сондай-ақ олардың әлеуметтік-экономикалық мәніне нақты анықтама берілген жоқ. Бұл перспектива қарқынды дамып жатқан экономикалық ортаны ескере отырып, әсіресе маңызды. Бұл зерттеудің мақсаты - Қазақстандағы жеке қосалқы шаруашылықтардың жағдайы мен даму динамикасын бағалау; ЖҚШ тиімді жұмыс істеуіне кедергі келтіретін негізгі мәселелерді анықтау; ауыл шаруашылығы экономикасы мен азық-түлік қауіпсіздігіне олардың үлесін арттыру үшін ЖҚШ дамыту ынталандырулары мен механизмдерін айқындау; және ЖҚШ-ны мемлекеттік деңгейде қолдау бойынша ұсыныстар әзірлеу.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу материалдары мен дереккөздеріне ауыл шаруашылығы мамандарының жарияланымдары, Қазақстан Республикасындағы жердің жай-күйі мен пайдаланылуы туралы жыл сайынғы шоғырландырылған аналитикалық есептер және Ұлттық статистика бюросының деректері кірді. Зерттеуде экономикалық-статистикалық және абстрактілі-логикалық әдістер қолданылды.

Нәтижелер. Қазақстандағы жеке қосалқы шаруашылықтардың даму жағдайын бағалау ауыл шаруашылығы өндірісінің бұл саласы мемлекеттік қолдаудың жоқтығы жағынан ең осал екенін көрсетті. Ауылдың бүгінгі жай-күйін және ауыл шаруашылығының экономикалық тұрақтылығын ескере отырып, ауыл тұрғындарының шаруашылық жүргізудегі бастамасын қолдау, оларға түрлі нысандарда және әртүрлі деңгейде мемлекеттік қолдау көрсету қажет.

Қорытынды. Ауыл шаруашылығы өнімдерін өсіруге маманданған шаруашылық жүргізуші субъектінің нысаны ретінде жеке қосалқы шаруашылықтардың дамуын талдау оған ел экономикасындағы дағдарыс әсер етпейтінін көрсетті. Қазіргі таңда ауыл шаруашылығындағы жеке қосалқы шаруашылықтардың рөлін арттыру, ауыл тұрғындарының табысын арттыру, ауыл тұрғындарын жұмыспен қамту мүмкіндіктерін жақсарту кешенді стратегия мен заңнамалық реформаларды қажет етеді. Бұл реформалар жеке қосалқы шаруашылықтар арасындағы ынтымақтастықты ынталандыруға бағытталған және субсидиялар, микрокредиттер және білім беру бағдарламалары сияқты мемлекеттік қолдау шараларын қамтуы керек.

Кілт сөздер: жерді пайдалану; жер учаскелері; шаруашылық жүргізу нысандары; мәліметтер базасы; тиімділік.

Современное состояние личных подсобных хозяйств в Казахстане

Тиреуов К.М., Макенова С.К., Толеубекова Ж.З., Озеранская Н.Л., Агумбаева А.Е.

Аннотация

Предпосылки и цель. Исследования, проведенные учеными в области определения роли личного подсобного сектора в сельском хозяйстве, не могут прояснить вопрос о природе и сущности феномена личных подсобных хозяйств (далее ЛПХ) и четко определить их социально-экономическую роль. Безусловно, этот аспект важен для современных меняющихся условий экономической среды. Цель исследования заключается в оценке состояния и динамики развития личных подсобных хозяйств в Казахстане; выявлении основных проблем, препятствующих эффективному функционированию ЛПХ; определении стимулов и механизмов развития ЛПХ для повышения их вклада в экономику сельского хозяйства и продовольственную безопасность; а также разработке рекомендаций по поддержке ЛПХ на государственном уровне.

Материалы и методы. Материалами и источниками информации послужили публикации сельскохозяйственных ученых, ежегодные сводные аналитические отчеты о состоянии и использовании земель Республики Казахстан, а также данные Бюро национальной статистики. В исследовании использовались экономико-статистические и абстрактно-логические методы.

Результаты. Оценка состояния развития личных подсобных хозяйств в Казахстане показала, что этот сектор сельскохозяйственного производства является наиболее уязвимым в вопросах отсутствия государственной поддержки. Учитывая современное состояние села и тот факт, что сельский двор обладает экономической стабильностью, необходимо поддерживать инициативу сельчан в ведении хозяйств, предоставлять им государственную поддержку в различных формах и на разных уровнях.

Заключение. Анализ развития личных подсобных хозяйств как формы хозяйствования, специализирующейся на выращивании сельскохозяйственной продукции, показал, что на них не влияет кризис в экономике страны. В настоящее время для укрепления роли личных подсобных хозяйств в аграрном секторе, повышения доходов и занятости сельского населения необходим комплексный подход и законодательные реформы, предусматривающие стимулирование кооперации между личными подсобными хозяйствами и государственную поддержку, включая субсидии, микрокредитование и образовательные инициативы.

Ключевые слова: землепользование; земельные наделы; формы хозяйствования; база данных; эффективность.

**С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің
ғылым жаршысы: пәнаралық
(С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық)**

АВТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН НҰСҚАУЛЫҚ

ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналы рецензияланған түпнұсқа мақалалар мен тақырыптық шолуларды келесі бағыттар бойынша жариялайды:

- Ауыл шаруашылығы ғылымдары;
- Биология ғылымдары;
- Техника ғылымдары;
- Гуманитария ғылымдары;
- Экономика ғылымдары.

Журнал Ғылыми қызметтің нәтижелерін жариялау үшін ұсынылатын басылымдар тізбесіне ауыл шаруашылығы ғылымдары бойынша екінші деңгейлі ғылыми басылым болып енгізілген.

Басылым тілі – қазақ, орыс, ағылшын тілі.

Мақалаларды жариялау ақылы негізде жүзеге асырылады. Төлем бірінші (корреспондент) автордың жұмыс орны бойынша есептеледі.

Қолжазбаны тапсыру Open Journal System онлайн платформасы арқылы жүзеге асырылады.

Қолжазбаны жібермес бұрын <http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register> сілтемесі арқылы автор ретінде тіркеліп, қолжазбаны жүктеп салу қажет.

Авторды тіркеуге арналған бейне-нұсқаулық қосымшада берілген <https://www.youtube.com/watch?v=UeZIKY4bozg>.

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналы екі рет беймәлім (жасырын) рецензияны пайдаланады, яғни рецензия беруші мен автордың жеке басы барлық рецензиялау процесінің кезеңдері аяқталғанға дейін әшкерленбейтін болады. Рецензенттерге жіберер алдында қолжазбалар журнал талаптарына сәйкестігін тексеру үшін редакцияның алдын ала тексеруінен өтеді.

Қолжазбалар плагиатқа қарсы Антиплагиат лицензиялық жүйесінде тексеріледі және мәтіннің 70%-дан кем емес түпнұсқалығымен қабылданады. Әрі қарай зерттеудің жаңалығы, зерттеу нәтижелерінің жаңғыртылатындығы, нәтижелердің түпнұсқалығы, қолжазбаның құрылымы мен форматына сәйкестігі, қорытындылардың маңыздылығы сияқты критерийлер тексеріледі.

Көрсетілген критерийлерге сәйкес келмейтін қолжазбалар бұл кезеңде қараусыз қабылданбайды.

АВТОРЛАРДЫҢ ЖАУАПКЕРШІЛІГІ

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналына қолжазбаны ұсыну арқылы автор(лар) қолжазбаның түпнұсқа жұмыс екеніне және оның бұрын жарияланбағанына немесе қазіргі уақытта басқа журналдарда жариялау қарастырылмағанына кепілдік береді. Сондай-ақ авторлар басқалардың идеялары мен сөздерінің тиісті атрибуция және/немесе тиісті дәйексөз арқылы дұрыс мойындалуын қамтамасыз етеді. Нәтижелерді бұрмалауға және қолжазбаны қабылдамауға немесе жарияланған мақаланы қайтарып алуға әкелетін қасақана дәйексіз мәлімдемелерге жол берілмейді.

Авторлардың аты-жөні қолжазбада мақалаға қосқан үлестерінің ретімен көрсетілуі керек. Тек қолжазбаны зерттеуге және дайындауға елеулі үлес қосқан тұлғалар авторлар қатарына қосылуы керек. Мақаланың соңындағы «Алғыс» бөлімінде жұмысты аяқтауға көмектескендерге, сондай-ақ зерттеуді қаржыландырған ұйымдарға алғыс айтылады.

Тиісті автор барлық бірлескен авторлардың мақаланың соңғы нұсқасын оқып, мақұлдағанын және оны жариялауға келісімін беруі керек. Қолжазбаның барлық авторлары жіберілген ақпарат үшін жауапты. Журнал алдын ала қабылданғаннан кейін авторлық өзгерістер енгізуге жол бермейді.

РЕЦЕНЗЕНТТЕРДІҢ ЖАУАПКЕРШІЛІГІ

Рецензенттер келесі сілтеме арқылы журналдың веб-сайтында рецензент ретінде тіркелуі керек:

<http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register>.

Рецензия екі апта ішінде тапсырылуы керек. Қолжазбада сипатталған идеялар мен гипотезалар құпия сақталуы керек және жеке мақсаттарда пайдаланылмауы қажет.

Жұмыстың нәтижелерін басқа әріптестермен талқылауға немесе ғылыми семинарларды өткізуде, дәрістер оқығанда немесе ғылыми конференцияларда баяндамалар жасағанда пайдалануға болмайды.

Рецензенттер өз пікірлерін анық білдіріп, өз пікірлерін түсіндіре отырып, негіздеп, қолжазбаны бағалауда мүмкіндігінше әділетті болуы талап етіледі. Рецензенттің жұмысты жақсарту бойынша ұсыныстары мен кеңестері, егер ол жариялаудан бас тарту туралы шешім қабылдаса да құпталады.

Рецензенттер жұмыстың жаңалығына және/немесе өзіндік ерекшелігіне, қолжазба мен жарияланған басқа мақалалардың ұқсастығының жоқтығына, қарастырылып отырған тақырыпқа (мәселеге) қатысты мақалаларды келтірген автор(лар)дың толықтығы мен дұрыстығына назар аударғаны абзал.

ЭТИКАЛЫҚ БЕКІТУ

Жануарларды пайдалану арқылы іске асырылатын эксперименттер Халықаралық жануарлар этикасы комитеті немесе институционалдық этика комитеті белгілеген қағидаттарға сәйкес және жергілікті заңдар мен ережелерге сәйкес жүргізілуі керек.

Жануарларды пайдаланатын зерттеулер жергілікті этика комитетінің рұқсатын алып, оған «Материалдар мен әдістер» бөлімінде сілтеме жасалуы керек («Мал шаруашылығы» бағыты бойынша берілетін мақалалардың қолжазбалары үшін).

ҚАБЫЛДАНАТЫН ҚОЛЖАЗБА ТҮРЛЕРІ

- Түпнұсқа мақалалар.
- Шолу мақалалары.

Түпнұсқа және шолу мақалаларының көлемі, аннотация мен пайдаланылған әдебиеттер тізімін қоспағанда, бос орынсыз тиісінше 11 000 және 20 000 таңбадан кем болмауы керек. Қолжазбада шығармаға қатысы жоқ мәтін, иллюстрациялар немесе кестелер болмауы керек.

ҚОЛЖАЗБА ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ФОРМАТЫ

Қолжазбаның құрылымы мен пішімін білу үшін <http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register> сайтындағы соңғы мақалалар мен қолжазба үлгілерін қараңыз (қолжазба үлгісін жүктеп алыңыз <https://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/libraryFiles/downloadPublic/54>)

- Мәтінді келесі жиектер өлшемдерін сақтай отырып басып шығару керек: жоғарғы және төменгі – 2 см, сол және оң – 2 см. Туралау – ені бойынша (автоматты дефиспен). ӘОЖ парақтың жоғарғы сол жақ бұрышында көрсетілген.

- Қолжазба Times New Roman 12 шрифтпен, бір жарым аралық интервалмен, MS Word 2010 бағдарламасында терілуі керек.

- Бүкіл мәтін бойынша жолдар нөмірленуі керек.
- Тақырып сипаттамалы және тым ұзақ болмауы керек.

Авторлардың толық аты-жөні мен ORCID, ұйымның атауы және электрондық поштасы көрсетілген титулдық парақ бөлек беріледі (**қолжазбаның титулдық үлгісін жүктеп алыңыз**) <https://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/libraryFiles/downloadPublic/51>

Аннотацияның құрылымы келесідей болуы керек: «Негізі және мақсаты», «Материалдар мен әдістер», «Нәтиже» және «Қорытынды»; Аннотацияның көлемі 300 сөзден аспауы керек.

- **Кілт сөздер:** нүктелі үтірмен және жекеше түрде беріледі (4-6 сөз және сөз тіркесі). Аннотация мен кілт сөздер мақаланың соңында екі тілде келтіріледі.

- **Кіріспе қазіргі** әдебиеттерге шолу негізінде тақырыптың немесе мәселенің өзектілігін қысқаша сипаттау, жұмыстың жаңалығын көрсете отырып, мақсаттың маңыздылығын негіздеу.
 - **Материалдар мен әдістер** ұсынылған әдістер қайталанатын болуы керек; әдістемелік ерекшеліктеріне бармай-ақ әдістерге қысқаша сипаттама беру; стандартты әдістер дереккөздерге сілтеме қажет; жаңа әдісті пайдаланған кезде толық сипаттама қажет.
 - **Нәтижелер және талқылау** кестелер, графиктер және/немесе суреттер арқылы алынған нәтижелердің талдауы; алынған мәліметтердің статистикалық өңдеуі; жұмыстың ең маңызды нәтижелерінің қысқаша сипаттамасы және алынған мәліметтерді басқа зерттеулердің нәтижелерімен салыстыруы; үлгілерді және/немесе қайшылықтарды анықтауы бойынша ақпарат беріледі.
 - **Қорытынды** зерттелетін тақырып (мәселе) бойынша қорытынды(лар)ды сипаттау және одан әрі зерттеуді анықтау.
 - **Автордың үлестері, алғыстары** қолжазбаға ол жариялауға қабылданғаннан кейін қосылады. Авторлық үлестер: әр автордың қосқан үлесі туралы қысқаша мәлімет береді.
- Қаржыландыру туралы ақпарат:** жұмыстың қаржыландырылғаны туралы ақпарат беріледі.
- **Әдебиеттер тізімі:** түпнұсқа және шолу мақалаларында соңғы 10 жылда жарияланған дереккөздер сәйкесінше кемінде 40% және 50% болуы керек. Әдебиеттер тізімінде **ғылыми баяндамаларға, диссертацияларға және конференция материалдарының жинақтарына** сілтемелер болмауы керек.
 - Мәтіндегі сілтемелер төртбұрышты жақшада [1], [1,2,3] берілуі керек. Анықтамалық нөмір 1 санынан басталып, кіріспе бөлімінен жалғасуы керек. Әдебиеттер тізімі APA (<https://www.bibme.org/citation-guide/APA/book/>) бойынша DOI (бар болса) көрсете отырып дайындалуы керек.

Библиография APA бойынша бірінші тізімде түпнұсқадағы түрінде, екінші тізімде сілтеме <http://translit-online.ru/> бойынша транслитерацияланған түрінде сипатталады. Транслитерация ақпарат көзі қазақ немесе орыс тілдерінде жазылған кезінде жасалады, ағылшын тілінде жазылған жағдайда транслитерация өзгеріссіз қалады.

Мысалы,

APA бойынша библиографияны рәсімдеу:

1 Степанов, АС, Асеева, ТА, Дубровин, КН. (2020). Влияние климатических характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края). *Аграрный вестник Урала*, 1 (192), 10-19.

APA бойынша библиографияны транслитерациялау:

1 Stepanov, AS, Aseeva, TA, Dubrovin, KN. (2020). Vlijanie klimaticeskikh harakteristik i znachenij vegetacionnogo indeksa NDVI na urozhajnost' soi (na primere rajonov Primorskogo kraja). *Agrarnyj vestnik Urala* [In Russ], 1 (192), 10-19.

ҚЫСҚАРТУЛАР ЖӘНЕ ТЕРМИНДЕР

Қысқартулар қандай да бір терминді алғаш қолданған кезде оның толық атауы көрсетілуі ал жақшаның ішінде аббревиатурасы келтіріледі.

Микроорганизмдер, өсімдіктер және зоологиялық атаулар курсивпен жазылуы қажет.

ӨЛШЕМ БІРЛІКТЕРІ, СИМВОЛДАР, КЕСТЕЛЕР, ИЛЛЮСТРАЦИЯЛАР ЖӘНЕ ФОРМУЛАЛАР

Өлшем бірліктері SI жүйесіне сәйкес көрсетілуі керек. ×, μ, η немесе ν сияқты белгілер пайдаланылса, оларды Word бағдарламасының Times New Roman тіліндегі таңбалар мәзірі арқылы қосу керек.

Таңбалар (°) немесе (×) сияқты таңбалар таңбалар мәзірінде қолданылуы керек және үстіңгі әріптермен көрсетілмеуі керек: «o» немесе «x». Сандар мен өлшем бірліктері (мысалы, 3 кг) және сандар мен математикалық таңбалар (+, −, ×, =, <, >) арасында бос орындар енгізілуі керек, бірақ сандар мен пайыздық таңбалардың (мысалы, 45%) арасына емес.

Кестені бірінші ескерту мәтінінен кейін бірден орналастыру керек. Қолжазбадағы барлық кестелерде олардың нөмірлерін көрсететін сілтемелер болуы керек (мысалы, 1-кесте; 2-кесте және т.б.). Кестенің тақырыбы оның мазмұнын көрсетуі, дәл және қысқа болуы керек. Атын кестенің үстінде, шегініссіз қою керек (мысалы, 1-кесте – *E. granulosus protoscolex* жұқтырған жануарлардың гематологиялық көрсеткіштері). Кестенің аты соңында нүктесіз беріледі. Егер кесте атауы екі немесе одан да көп жолды алып жатса, онда оны бір жол аралығымен жазу керек. Мәтін мен суреттің алдында және кейін 1 интервал қалады.

Иллюстрациялар (сызбалар, диаграммалар, диаграммалар, фотосуреттер және т.б.) бірінші айтылған кезде мәтіннен кейін бірден орналастырылуы керек. Қолжазбадағы барлық иллюстрацияларға сілтеме болуы керек. Сілтеме жасау кезінде сіз «фигура» сөзін және оның нөмірін жазуыңыз керек, мысалы: «2-суретке сәйкес» және т.б. Фигуралардың тақырыбы суреттің ортасына туралау арқылы тікелей суреттің астына жазылуы керек. Мәтін мен суреттің алдында және кейін 1 интервал қалады.

Формулалар. Қарапайым жолды және бір жолды формулаларды арнайы редакторларды қолданбай таңбалармен теру керек (Symbol, GreekMathSymbols, Math-PS, Math A Mathematica ВТТ шрифтітерінің арнайы таңбаларын пайдалануға рұқсат етіледі). Күрделі және көп жолды формулалар толығымен Microsoft Equation 2.0, 3.0 формула редакторында терілуі керек. Формуланың бір бөлігін таңбалармен, ал бөлігін формула редакторында теруге рұқсат етілмейді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Әрбір мақалада библиографиялық сілтемелер болуы керек. Келтірілген мақала жарияланған журналдың атауы қысқартылған атау ретінде тиісті журналдың мұқабасынан, сондай-ақ сілтеме арқылы көрсетілуі керек: www.journalseek.net немесе басқа расталған тізімнен. Журналдың тақырыбы курсивпен жазылуы керек.

ҚОЛЖАЗБАНЫҢ ОРЫНДАЛУ БАРЫСЫН БАҚЫЛАУ

Корреспондент автор ұсынған қолжазбаның қаралу барысын өз есептік жазбасынан бақылай алады. Сонымен қатар, ол жүйемен жасалған электрондық поштаны алады (Сәйкестігі бар мәтіндік құжатты тексеру нәтижелері туралы анықтама; редакцияның және/немесе рецензенттердің түсініктемелері бар хат; қолжазбаны қабылдау және/немесе қабылдамау туралы журнал редакциясының хаты және т. б.).

ҚОЛЖАЗБАНЫ РЕЦЕНЗИЯЛАУ, МӘТІНДІ ДЕРЕКТЕУ ЖӘНЕ МАҚАЛАЛАРДЫ ЖАРИЯЛАУ

Қолжазба рецензиясы. Сарапшылар *С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық* журналы сайтына пікірлерін жібергеннен кейін автор электрондық хат алады. Редактор рецензенттердің пікірлерін тексереді және оларды тиісті авторға қосымша түсініктемелері бар немесе онсыз жібереді. Тиісті автор 4 апта ішінде редакторлардың және/немесе рецензенттердің пікірлері негізінде өңделген қолжазбаны ұсынуы керек. Тиісті авторға көбірек уақыт қажет болса, ол редактордың рұқсатын алуы керек. Егер автор рецензенттің ескертулерімен келіспесе, ол әрбір пікірге негіздеме хат береді. Әрбір қолжазба бойынша соңғы шешімді бас редактор қабылдайды.

Мәтінді түзету. Автор(лар) қолжазбаның мазмұнына өздері жауапты. Мәтінді түзетуді бақылау авторлармен де, редакторлармен де өңдеудің әр кезеңінен кейін жасалып отыру керек. Редактор мен рецензенттердің барлық түсініктемелері/сұрақтары, сондай-ақ корреспондент автордың түзетулері мен жауаптары Word бағдарламасындағы рецензиялау функциясын қолдана отырып, қолжазбаның бір мәтінінде жасалу керек.

Басылым. *С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық* журналының онлайн және қағаз нұсқасында жарияланған мақалаларға DOI нөмірі (сандық нысан идентификаторы) беріледі.

Жарияланымды төлеу туралы ақпарат

Төлем редакция мақаланы басылымға қабылдағаннан кейін жасалады. «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің ғылым жаршысы» журналында мақалаларды орналастырғаны үшін төлем мөлшері 2022 жылдың № 53-Н бұйрығымен бекітілген:

Пәнаралық сериясында:

1. «Ауыл шаруашылығы ғылымдары» бөлімінде:

- С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті қызметкерлерімен білім алушылары үшін – 4 000 (төрт мың) теңге/1бет;

- Басқа тарап/ұйымдары үшін – 8 000 (сегіз мың) теңге/1бет;

- Шетелдік авторлардың жеке мақаласы – тегін.

2. «Биология ғылымдары», «Техника ғылымдары», «Гуманитария ғылымдары» және «Экономика ғылымдары» бөлімдері баспасына мақала жариялауға:

- С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті қызметкерлерімен білім алушылары үшін – 1 000 (бір мың) теңге/1бет;

- Басқа тарап/ұйымдары үшін – 2 000 (екі мың) теңге/1бет;

- Шетелдік авторлардың жеке мақаласы – тегін.

Төлем «Мақаланы жариялау үшін» деген белгімен Халық банкінің кассаларында жүргізіледі. Мақаланы жариялауға оң қорытынды алған авторлар келесі мәліметтер бойынша ақы төлеуі керек.

«С.Сейфуллин ат. ҚАТЗУ» КеАҚ-ның «Қазақстан Халық Банкі» АҚ-дағы реквизиттері:

БИН 070740004377

ИИК KZ 446010111000037373 KZT БИК HSBKZZKX

Код 16

КНП: 890

Банк: АРФАО No 119900 «Қазақстан Халық Банкі»

Байланыс телефоны: 8 (7172) 31-02-45;

Электрондық пошта: vestnik_katu@kazatu.kz

Мекен-жайы: 010011, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Жеңіс даңғылы, 62

Сондай-ақ Kaspi. kz мобильді қосымшасы арқылы (университеттер мен колледждер).

ҚОЛЖАЗБА ҮЛГІСІ

ӘОЖ

Журналға ұсынылған қолжазбаның атауы
(Қолжазбаның атауы бірінші әріпті қоспағанда, кіші әріппен жазылуы керек)

Түйін

Алғышарттар мен мақсат.....

Материалдар мен әдістер.....

Нәтижелер.....

Қорытынды.....(300 сөзден артық емес)

Кілт сөздер:.....(4-6 сөз)

Кіріспе.....

Материалдар мен әдістер.....

Нәтижелер және талқылау.....

Қорытынды.....

Авторлардың қосқан үлесі.....

Қаржыландыру туралы ақпарат.....

Әдебиеттер тізімі

1 Думова, В.В., Мищенко, А.В., Никешина, Т.Б. (2008). Противовирусные антитела в молозиве и молоке коров. *Российский Ветеринарный журнал*, 49, 40-42.

References

1 Dumova, V.V., Mishchenko, A.V., Nikeshina, T.B. (2008). Protivovirusnye antitela v molozive i moloke korov [Antiviral antibodies in colostrum and cow's milk]. *Rossiyskiy Veterinarnyy zhurnal* [Russian Veterinary Journal], 49, 40-42.

Название рукописи, представленной в журнал

Фамилия И.О.

Аннотация

Ключевые слова:(4-6 слов)

Title of the manuscript submitted to the Journal

First name P.(if any) Family

Abstract

Key words:(4-6 words)

ҚОЛЖАЗБАНЫҢ ТИТУЛДЫҚ ҮЛГІСІ

ӘОЖ 631. 46: [631.862:636.2]

Микроағзалардың культуралды сүзіндісінің бидай дәнінің өнгіштігі мен дамуына әсері

Науанова А. П.,¹ Шуменова Н.Ж.,² Алгожина А.Ш.,¹ Макенова М.М.,²
Темирханов А.Ж.,³ Сармурзина З.С.³

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
2«БИО-КАТУ» ЖШС

³«Республикалық микроағзалар коллекциясы» ЖШС, Астана, Қазақстан

Корреспондент-автор: Науанова А.П.: nauanova@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1:НШ) nazym.shumenova@mail.ru; (2: ММ) m.makenova89@mail.ru
(3:АА) asya.kz@mail.ru; (4:АТ) aszhte@gmail.com; (5: ЗС) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1ⁱⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2ⁱⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3ⁱⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4ⁱⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9375-4594>

5ⁱⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6ⁱⁱⁱ Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Ескерту:** «Авторлардың үлесін» белгілеу үшін авторлардың аты-жөнінің қысқартуларын қолдану керек, мысалы:

Авторлардың қосқан үлесі: АН, НШ және АА зерттеудің тұжырымдамасын жасады және жобалады, жан-жақты әдебиеттерді іздестірді, жиналған деректерді талдап, қолжазбаның жобасын жасады. ММ, АТ және ЗС: қолжазбаның соңғы редакциясын және коррекциясын орындады. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, бекітті.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зертеулер BR18574066 «Биотехнология, экология, ауыл шаруашылығы саласындағы биоқауіпсіздік үшін биотехнологиялық маңызы бар өнеркәсіптік микроорганизмдер биобанкін құру» ғылыми-техникалық бағдарламасының 2022-2024 жылдарға арналған бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде қаржылық қолдаумен орындалды.

ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

УДК 631. 46: [631.862:636.2]

Влияние культуральной вытяжки из микроорганизмов на всхожесть и развитие пшеницы

Науанова А.П.,¹ Шуменова Н.Ж.,² Алгожина А.Ш.,¹ Макенова М.М.,²
Темирханов А.Ж.,³ Сармурзина З.С.³

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

²ТОО «БИО-КАТУ»

³ТОО «Республиканская коллекция микроорганизмов», Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Науанова А.П.: nauanova@mail.ru

Соавторы: (1:НШ) nazym.shumenova@mail.ru; (2: ММ) m.makenova89@mail.ru
(3:АА) asya.kz@mail.ru; (4:АТ) aszhte@gmail.com; (5: ЗС) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2^{ой} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3^{ий} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9375-4594>

5^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6^{ой} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Примечание:** для обозначения «Вклада авторов» следует использовать сокращения имен авторов, например:

Вклад авторов

АН, НШ и АА: Концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. ММ, АТ и ЗС: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках программно-целевого финансирования на 2022-2024 годы научно-технической программы BR18574066 «Создание биобанка промышленных микроорганизмов биотехнологического значения для биобезопасности в области биотехнологии, экологии, сельского хозяйства».

SAMPLE TITLE PAGE

UDC 631.46: [631.862:636.2]

Influence of cultural extract from microorganisms on germination and development of wheat

Ainash P. Nauanova¹, Nazymgul Zh. Shumenova², Meruert M. Makenova²,
Asiya Sh. Algozhina¹, Aslan Zh. Temirkhanov³, Zinigul S. Sarmurzina³

¹S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

²LLP «БИО-KATU»,

³LLP "Republican collection of microorganisms", Astana, Kazakhstan

Corresponding author: Ainash P. Nauanova, nauanova@mail.ru

Co-authors: (1: NSh) nazym.shumenova@mail.ru; (2: MM) m.makenova89@mail.ru
(3:AA) asya.kz@mail.ru; (4:AT) aszhte@gmail.com; (5: ZS) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1st Author: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2nd Author: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3rd Author: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4th Author: <https://orcid.org/0000-0002-9765-008X>

5th Author: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6th Author: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Note:** Abbreviations of author names should be used for “**Authors’ Contributions**”, e.g.:

Authors’ Contributions

AP, NSh and AA: Conceptualized and designed the study, conducted a comprehensive literature search, analyzed the gathered data and drafted the manuscript. MM, AT and ZS: Conducted the final revision and proofreading of the manuscript. All authors have read, reviewed, and approved the final manuscript.

Information on funding

The work was carried out with financial support within the framework of program-targeted financing for 2022-2024 of the scientific and technical program BR18574066 "Creation of a biobank of industrial microorganisms of biotechnological importance for biosafety in the field of biotechnology, ecology, agriculture".

МАЗМҰНЫ

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Кекілбаева Г.Р., Касипхан А., Назарова А.Ж., Бекназарова Р.Ж., Звягин Г.А., Михайлов Д.П. Ақмола облысы жағдайында нөлдік және дәстүрлі технологиялардың әсерінен онтүстік қара топырақтың қарашірінді құрамының өзгерісі.....	4
Кабжанова Г.Р., Рахимжанов Б.К., Тулеукулова Д.Т. Оценка возможностей дистанционного мониторинга влажности почв территории Северного Казахстана.....	17
Тюлендинова С.Т., Гордеева Е.А., Шестакова Н.А., Накл J. Влияние прайминга и регуляторов роста на симбиотическую активность и урожайность люпина узколистного (<i>Lupinus angustifolius</i>).....	31
Бекешев Е.А., Джумабаева Л.С., Бариева Б.Ш., Ермолдина Э.Т., Қылышбай Ш.Е., Ержанов Е.Е. Влияние углеводородного ракетного топлива на прорастание и рост различных растений.....	43
Сабитова З.Д., Мырзабаева М.Т., Гаджимурадова А.М., Куровский А.В. Бұталы раушандардың аурулары және олардың саңырауқұлақ ауруларына генетикалық төзімділігі.....	52
Успанова Н.С., Кочоров А.С., Сибатаев А.К., Утельбаев Е.А., Давыдова В.Н., Нелис Т.В. Фитосанитарный мониторинг вредителей посевов рапса в условиях степной зоны Северного Казахстана.....	66
Нургожаева Н.М., Нарбаев С., Асылбекова А.С., Баринова Г.К., Буршақбаева Л.М., Ахметжанова Н.А. «Алтын Дала» мемлекеттік табиғи резерваты аумағында киіктер (<i>Saiga tatarica</i>) популяциясына қасқырлардың (<i>Canis lupus</i>) тигізетін әсері.....	78
Курманов А.А., Курманов А.К., Хасенов У.Б., Аханов С.М., Кабдушева А.С., Калиев Б.К. Обоснование уравнения регрессии при проведении экспериментальных исследований воздуховода ветроэнергетической установки для фермерских хозяйств.....	86
Ибраева М.А., Маханова У.М. Биологический метод рассоления засоленных почв с помощью окультуривания солодки голой (<i>Glycyrrhiza Glabra L.</i>).....	97
Татаринцев В.Л., Оспанова А.А., Джаманкулова Б.Г., Музыка О.С. Управление устойчивостью агроландшафтов посредством оценки экологических условий.....	110
К. М. Tireuov, S. K. Makenova, Zh. Z. Toleubekova N.L. Ozeranskaya, A. E. Agumbaeva Current state of private farms in Kazakhstan.....	122

ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

№ 4 (123) 2024

Журнал Қазақстан Республикасы
Мәдениет, ақпарат және спорт министрлігінің
Ақпарат және мұрағат комитетінде тіркелген
(№ 5770-Ж куәлік)
(№ 13279-Ж куәлік)

Құрастырған: Ғылым және инновациялар департаменті

Редакторы: Н.К. Кокумбекова

Техникалық редакторы: М.М. Жумабекова

Компьютерде беттеген: С.С. Романенко

Теруге берілді 10.10.2024 Басуға қол қойылды 21.12.2024 Пішімі 60 x 84^{1/8}
Times New Roman гарнитурасы Шартты б.т. 9 Есептік б.т. 9,72
Таралымы 300 дана Тапсырыс № 24157

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу
университетінің баспасында басылды.
010011, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62 «а»
Анықтама телефондары: (7172) 31-02-45
e-mail:office@kazatu.kz
vestniknauki@bk.ru