

ГРНТИ 68.05.01; 68.05.45

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_2_94

М.А. Ибраева¹, А.А. Курманбаев^{1*}**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЧВЕННОЙ НАУКИ КАЗАХСТАНА**

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У.Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75В, Казахстан,

*e-mail: wberel@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются и предлагаются на суд общественности наиболее острые, актуальные и нерешенные проблемы почвенной науки в Казахстане. Авторы предлагают свое видение решения этих проблем.

Ключевые слова: деградация почв, опустынивание почв, засоление почв, здоровье почв, секвестрация углерода, регенеративное земледелие.

В статье ведущих экспертов журнала *Air, Soil and Water Research* обсуждается возрастающий междисциплинарный характер исследования почв для понимания почвенных процессов и важности почвы для общества. Цели устойчивого развития (ЦУР), предлагаемые ООН тесно связаны с состоянием почвы и ее здоровьем, включая (1) устойчивое производство продуктов питания, (2) обеспечение здорового образа жизни и снижение экологических рисков (ЦУР 3), (3) обеспечение доступности воды (ЦУР 6) и (4) повышение секвестрации углерода почвой из-за изменения климата (ЦУР 13). Решение многих социальных проблем увязано с глобальными вызовами для почвенной науки. Среди важнейших проблем отмечены биоремедиация загрязненных почв для обеспечения здоровья человека; угроза снижения биоразнообразия в почвах; загрязнение почв токсичными соединениями, особенно микропластиком; лесные пожары; комплексная реабилитация деградированных территорий с использованием зеленых технологий; цифровое картирование почв с использованием бесконтактных датчиков; создание климатически оптимизированного сельского хозяйства для секвестрации углерода. Авторы считают, что воздействие лесных пожаров и деятельности человека (урбанизация, индустриализация, транспорт, сельское

хозяйство) на почвенные микроорганизмы (биоразнообразие) и, следовательно, биогеохимические циклы, особенно органический углерод, питательные вещества и загрязнители, а также доступность воды должны быть основными целями исследований научного сообщества [1].

В Республике Казахстан также все больше расширяется круг вопросов и проблем в области почвоведения, которые требуют безотлагательного решения с использованием интеллектуального потенциала научного сообщества почвоведов страны.

Почвоведение - наука о почвах, их генезисе, составе, географическом распространении, о путях рационального использования и охране почв [2].

Эффективно развивать прикладные исследования возможно только если, с одной стороны существует солидный задел в фундаментальных исследованиях, а с другой – есть куда их прикладывать. Поэтому проблематика соотношения фундаментального и прикладного направления в науке приобретает скорее не методологическое, а социально-политическое и административное звучание. Для современного этапа научно-технического развития характерно использование методов фундаментальных исследований для решения прикладных проблем [3].

Территория нашей страны отличается многообразием почвенного покрова обусловленного различными климатическими и геологическими условиями. При этом распределение почв подчинено законам горизонтальной и вертикальной почвенной зональности. За период своей деятельности Институтом выполнен большой объем почвенно-географических, почвенно-мелиоративных, почвенно-эрозионных, почвенно-геохимических исследований с составлением целой серии тематических почвенных карт, рекомендациями по их рациональному использованию и охране. Накоплен значительный научный материал фундаментального значения, разработан ряд приемов и способов повышения плодородия почв.

В современных условиях с усиливающимися климатическими изменениями, обострением экологической ситуации в стране значение почвенной науки неизмеримо должно повышаться и приобретать новую актуальность.

Наиважнейшая проблема почвоведения Казахстана – практически исчезнувшие фундаментальные исследования, результаты которых закладывают основу для последующих прикладных исследований, связанных с разработкой технологий по воспроизводству, сохранению и охране почв на многие годы вперед. В настоящее время в профильном *Казахском НИИ почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова* исчезли фундаментальные исследования по генезису почв, минералогии, физике и химии почв, мелиоративному почвоведению, биологии почв и др. Особенность фундаментальных исследований (ФИ) в том, что в почвоведении они длительные и рассчитаны на 10-20 лет, поскольку почвенные процессы, например, гумусонакопление заметно только через 10-15 лет. По мнению немецких ученых: «Изменения в содержании углерода и азота протекают

очень медленно и при смене способов землепользования в практических условиях величина их может быть доказана, если наблюдения проводятся в течение 10 лет и более» [4]. Потому уклон в прикладные исследования не может привести ни к чему хорошему.

Следующая по значимости проблема для почвенной науки деградация и опустынивание почв. Эта проблема напрямую связана с продовольственной безопасностью страны. Учитывая, что большая часть территории Казахстана располагается в засушливой зоне, в настоящее время процессам опустынивания из 273,5 млн га территории подвержено около 191,1 млн га. Большой ущерб приносит развитие деградации почв, которой подвержено в разной степени около 75 % территории. Так, академик А.Т. Хусаинов бьет тревогу по поводу возможной потери независимости в области производства продукции животноводства ввиду неуклонной деградации пастбищ Казахстана. По его расчетам ущерб от деградации пастбищ составляет \$963,2 млн/год [5]. В статье «Экологические проблемы природных кормовых угодий Казахстана как глобальной экосистемы биосферы» приведен прогноз специалистов Всемирной продовольственной Программы (ФАО) ООН, согласно которому к 2050 г. Казахстан полностью будет импортировать животноводческую продукцию из-за глобальной деградации сенокосов и пастбищ [6]. Такая же проблема остро стоит и для пахотных почв республики: потеряв плодородие почв пашни, Казахстан может остаться без источников питания и также вынужден будет импортировать продукцию растениеводства.

В результате деградации земель, перевода их в другие виды пользования, из сферы сельскохозяйственного производства исключаются значительные площади угодий. Общеизвестно, что причинами деградации почв сельско-

хозяйственного назначения является комплекс взаимосвязанных причин: отношение к почве только как средству производства, интенсивные технологии обработки почв, монокультура, глобальное потепление климата. По данным Министерства сельского хозяйства в Республике Казахстан числится более 90 млн га эродированных и эрозионно-опасных земель, из них фактически эродированных – 29,3 млн га. Подверженных ветровой эрозии (дефлированных) насчитывается 24,2 млн га или 11,3% сельскохозяйственных угодий [7]. Основные площади сельскохозяйственных угодий, подверженных ветровой эрозии, находятся в Алматинской области – около 5 млн га, Атырауской и Туркестанской – по 3,1 млн га, Кызылординской – 2,8 млн га, Жамбылской и Актюбинской – более чем по 2,0 млн га. Наибольшая доля эродированных сельскохозяйственных угодий (более 30% от их общей площади) находится в Алматинской, Атырауской и Туркестанской областях. Наименьший удельный вес эродированных земель (до 5%) в составе сельскохозяйственных угодий числится в Акмолинской, Карагандинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областях. Подверженные водной эрозии (смытые) из общей площади эродированных земель, занимают площадь 4,9 млн га или 2,3% сельскохозяйственных угодий. Упущенный доход от эрозии пашни доходит до \$779 млн/год.

Такое положение дел делает актуальными проблемы воссоздания научных основ борьбы с эрозией почв. Требуется разработка радикальных мер по предотвращению почвенной эрозии и восстановлению эродированных почв.

Ещё одной проблемой в Республике Казахстан, является загрязнение почв тяжелыми металлами, которая имеет статус не только республиканского, но и международного значения. По данным Национального доклада о состоянии окружающей среды и об исполь-

зовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2021 год отмечается, что загрязнение почв тяжелыми металлами, особенно в окрестностях крупных городов и промышленных центров, стало одной из актуальных экологических проблем Казахстана [8]. В промышленных регионах республики сформировались значительные очаги антропогенных нарушений и загрязнений почвенного покрова: Усть-Каменогорск, Риддер, Жезказган, Шымкент, Караганда. Здесь содержание в почве свинца, меди, цинка, кадмия значительно превышает предельно допустимые концентрации (ПДК).

В докладе подчёркивается, что по данным Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан загрязнение нефтью и нефте-продуктами наблюдается на площади более чем в 1,5 млн га. Большая доля загрязнения почв и окружающей среды приходится на Атыраускую - 59%, Актюбинскую - 19%, Западно-Казахстанскую - 13% и Мангистаускую - 9% области. Общая площадь нефтяного загрязнения в Западном Казахстане составляет 194 тыс. га, а объем разлитой нефти – более 5 млн тонн [4].

Большой урон наносится почвам предприятиями горнодобывающей промышленности. Всего в республике числится 2888 предприятий и организаций, имеющих на своей территории нарушенные земли. В 2021 году по республике было нарушено 3,7 тыс. га, отработано нарушенных земель 15,9, что составляет всего 0,43% от общей площади нарушенных земель и рекультивировано 61,1 га или 1,65% нарушенных земель. Наибольшая площадь нарушенных земель в Костанайской области 1,9 тыс. га. [9].

Это требует принятия мер по проведению, финансируемых на уровне государства фундаментальных и прикладных исследований, разработке научных основ и практических приемов по

рекультивации нарушенных недропользователями почв.

Согласно «Информации об использовании и мелиоративном состоянии орошаемых земель, техническом состоянии коллекторно-дренажной сети, о проводимых мероприятиях по улучшению орошаемых земель за 2016 год», подготовленной Комитетом по водным ресурсам по запросу Комитета по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, из общей площади орошаемых земель 2 109,095 тыс. га в 2016 году не использовались 569,205 тыс. га или 27,0%. Основной причиной недоиспользования орошаемых земель является значительный износ и выход из строя оросительных и дренажных систем, сопровождающиеся ухудшением мелиоративного состояния земель [5].

«Концепция перехода Республики Казахстан к зеленой экономике» рассматривает опустынивание как серьезный повод для беспокойства и предусматривает придерживаться принципов «зеленого» сельского хозяйства, которые обеспечат развитие сектора и в то же время позволят сохранить и улучшить окружающую среду. Среди них:

- а) предотвращение деградации земель и восстановление деградированных земель;
- б) предотвращение дальнейшего выбивания пастбищ;
- в) эффективное использование воды;
- д) минимизация и повторное использование отходов;
- е) улавливание углекислого газа.

В республике числится 35,8 млн га засоленных и 58,2 млн га комплексов солонцовых почв. Большую озабоченность на орошаемых землях юга Казахстана вызывает проблема их мелиоративного состояния. По данным Комитета по управлению земельными ресурсами на территории четырех южных областей республики (Туркестан-

ской, Кызылординской, Жамбылской и Алматинской областях) из 1,55 млн га орошаемых земель не используется 236,9 тыс. га или 15,2%, вторичному засолению подвержено более 100 тыс. га, потери доходов на таких почвах составляют более \$375 млн/год [10].

Более 70 % площади пашни имеют очень низкое и низкое содержание гумуса, его средневзвешенное содержание снизилось от 1,5 до 0,5% с неблагоприятными качественными характеристиками. Почвоведы Казахстана ежегодные потери гумуса в среднем оценивают в пределах 0,6-1,2 т/га, особенно эти потери усиливаются на эродированных землях. За последние 10 лет по всем типам почв произошло снижение содержания доступных для растений элементов питания: более 55% пашни имеет очень низкое и низкое содержание легкогидролизуемого азота, около половины площади пашни относится к очень низкой обеспеченности по содержанию подвижного фосфора.

В Казахстане истощение пашни создает огромные социальные, экономические, экологические проблемы. Снижение доходов населения, за счет недобора потенциального урожая составляет \$2,4 млрд/год.

Во многих странах мира состояние почвенного покрова не лучше, чем в РК, и вызывает серьезную озабоченность в связи с задачами устойчивого развития, поэтому ФАО оказывает содействие в информационной поддержке по решению глобальных проблем в области сельскохозяйственного производства, направленных на воспроизводство плодородия почв, распространяя передовой и успешный опыт в этой области. Акценты ставятся на оздоровление почв для получения безопасной и здоровой пищи, переход на ресурсосберегающее, регенеративное и точное земледелие.

Казахстан в рамках проводимого Десятилетия ООН по восстановлению

экосистем (2021-2030 гг.) включился во внедрение практик устойчивого землепользования. В этой связи одним из важных и актуальных шагов является переход на регенеративное или ресурсосберегающее земледелие, которое созвучно с Концепцией оздоровления почв.

Согласно мнению С. Корси (2017) задачи фермеров, придерживающихся принципов системы почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия (ПРЗ), и ученых почвоведов совпадают - необходимо создание самовосстанавливающихся агроэкосистем. Практика ПРЗ основывается на постоянной и полной защите почвы посредством поддержания видового разнообразия:

1. На поверхности почвы должен оставаться защитный слой растительности (мульча или покровные культуры).

2. Механическое нарушение почвы должно быть доведено до минимума, исключая только процессы, связанные с посевом и внесением удобрений.

3. Хорошо спланированный и с экономической точки зрения эффективный севооборот гарантирует увеличение органического вещества, как на поверхности, так и в верхнем слое почвы. Это также, обеспечивает поверхностную защиту и благоприятствует развитию жизни в почве и тем самым поддерживает и улучшает её структуру, снижает темпы развития эрозии и испарения влаги, повышает водоудерживающую способность почвы и доступность питательных элементов для растений [11].

Сравним вышеприведенные принципы с принципами оздоровления почв:

1. Защита поверхности почвы.

2. Минимальное химическое и физическое воздействие.

3. Разнообразие живых форм, включая растения, животных и насекомых.

4. Максимум живых корней в почве в течение года.

5. Включение сельскохозяйственных животных в экосистему.

Эти пять принципов универсальны для любой территории, на которой произрастают растения. Однако для реализации этих принципов могут использоваться разные «инструменты», например, различные товарные и покровные культуры и виды сельскохозяйственных животных [12].

Если обратиться к системе регенеративного земледелия (РЗ), которое Schreefel et al. [13] определили как «подход к сельскому хозяйству, который использует сохранение почвы в качестве отправной точки для регенерации и содействия множеству обеспечивающих, регулирующих и поддерживающих услуг с целью, чтобы это улучшило не только окружающую среду, но и социальные и экономические аспекты устойчивого производства продуктов питания», то и здесь в основе пять принципов:

1. Свести к минимуму нарушение почвы.

2. Сохранять почву покрытой круглый год.

3. Сохранять живые растения и корни в почве как можно дольше.

4. Учитывать биоразнообразие.

5. Интегрировать животных.

Как мы видим, у этих подходов имеется полное смысловое совпадение. В связи с вышеизложенным задача почвоведов подвести научный фундамент под эти системы земледелия, а именно сформировать новые научные знания об особенностях протекания почвенных процессов во времени при ведении данных систем земледелия, особенно процессов трансформации гумуса/углерода в почве.

В Казахстане есть отдельные хозяйства, которые применяют принципы органического земледелия. Так, в Костанайской области ТОО «Трояна», руководителем которого является Ю.М. Малышко, на основе внедрения систе-

мы биологизации земледелия добилось успехов в получении устойчивых урожаев и повышения гумусированности почв. В хозяйстве за основу ведения земледелия взят принцип плодосмена, отказ от почвообработок и паров в любом их виде [14]. Но эти успехи не стали повсеместным опытом, в силу косности руководителей хозяйств.

Еще одним из важных вопросов фундаментального почвоведения является вопрос адаптации классификации казахстанских почв, основанной на классификации почв СССР к международному стандарту таксономической иерархии почв Мировой реферативной базы почвенных ресурсов (*The World Reference Base – WRB*), разработанной под эгидой IUSS и FAO. Решение этого вопроса может быть возможным путем объединения усилий почвоведов республики из ВУЗов и профильных НИИ, и, в первую очередь, Казахского НИИ почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова, государственных и уполномоченных органов в сфере управления земельными ресурсами. Российские почвоведы такую работу проделали, но они справедливо отмечают, что «... разнообразие свойств почв и сложность их связей с факторами почвообразования делают почти невозможной прямую корреляцию почв большинства национальных классификаций с международной, и назначение WRB заключается в поиске аналогов тех или иных почв в национальных системах. Главное различие между принципами WRB и используемой географами «Классификации и диагностики почв СССР» заключается в приоритете свойств почв в первой и приоритете факторов почвообразования во второй». Принцип WRB заключается в использовании для диагностики почв их свойства, видимые в профиле в форме диагностических горизонтов, свойств и материалов. Все это вместе взятое может ограничивать сферу применения почвоведением сис-

темы WRB, однако ее гибкость, использование конкретных и количественных параметров, возможность включения многих и разных характеристик почвы делают ее привлекательной не только для почвоведов, занимающихся картографированием, мониторингом и прикладными задачами, но и для геохимиков, ландшафтоведов, геоэкологов [15]. Эта длинная цитата из статьи М.И. Герасимовой должна стать пищей для размышления почвоведов РК. Данная проблема как и стандартизация и автоматизация методов исследования почв в рамках системы GLOSOLAN, позволит облегчить публикацию результатов исследований ученых в высокорейтинговых цитируемых зарубежных изданиях в рамках WoS и Scopus.

В Казахстане практически перестали проводить по причине не востребо- ванности анализы фракционного состава гумуса, которые крайне важны для оценки качества почв. То же касается методов анализа агрегатного состояния почв. Целые направления исследований водно-физических свойств почвы, генезиса почв вообще и засоленных почв, в частности, и многие другие прекратили своё существование. Все сведено к определению количественного содержания гумуса, подвижных и валовых форм элементов питания, тяжелых металлов. А без вышеуказанных анализов невозможно понимание происходящих в почве процессов, на основании чего можно прогнозировать и моделировать направленность их развития в условиях изменения климата.

В последние годы все больше проявляется интерес к созданию карбоновых полигонов, которые в Казахстане как таковые отсутствуют. Хотя их необходимость и ценность важна для оценки уровня секвестрации углерода и его производства на огромной территории республики, ориентированной на аграрное производство и для снижения интенсивности процессов деградации

почв. Необходимо организовать не менее 3-5 полигонов по основным типам почв РК для оценки возможности секвестрации углерода почвами в составе гумуса на базе дочерних организаций НАО «НАНОЦ» по природным зонам республики.

Назрел и вопрос включения в агрохимическое обследование почв показателей здоровья почв. Здоровье почв (ЗП) – современное ключевое понятие мирового почвоведения. Оно трактуется как биологическая категория, отражающая состояние динамики активности биотического компонента в органоминеральном (неживой части) комплексе почвы [16]. В «пересмотренной Всемирной хартии почв» в 2015 г. *здоровье почв* рассматривается как одно из главных условий, необходимых для удовлетворения разнообразных потребностей в продовольствии, биомассе (энергии), волокнах, кормах и других видах продукции, а также для обеспечения основных экосистемных услуг во всех регионах мира. Напомним, что сама по себе хартия FAO призывает правительства всех стран рассматривать почвенный покров Земли и каждой страны как всемирное достояние человечества. Большие успехи в разработке тестов ЗП достигнуты в США, здесь будет уместным упомянуть набор тестов фирм *Solvita* и протоколы, разработанные *Cornell Soil health lab*. [17]. Министерство сельского хозяйства США для оценки ЗП предлагает протоколы, которые рекомендуются для фермеров: *Recommended Soil Health Indicators and Associated Laboratory Procedures Soil Health. Technical Note № 450-03 2019* [18]. Это позволяет фермерам понять текущее состояние здоровья почв и предпринять меры по оздоровлению, когда это необходимо.

В Казахстане данный показатель не принят как таковой, тем не менее Концепция здоровья почвы находит по-

нимание у сельхозпроизводителей [19], принятие которой будет означать для аграриев смену акцентов с урожая растений на биотический компонент почв.

Во многих странах мира принято на законодательном уровне понятие о редких почвах, которые охраняются в специально созданных на базе национальных природных парков почвенных заказниках и заповедниках, охраняемых и финансируемых государством; созданы Красные книги почв. Надеемся, что и Казахстан в рамках обсуждаемого сейчас Закона РК «Об охране почв» придет к осознанию и принятию аналогичных законодательных норм. Это позволило бы сохранить стандарты основных типов почв для будущих поколений, для ведения сравнительных мониторинговых исследований состояния качества и здоровья почв, на базе этих площадок было бы возможным создание учебных центров по повышению квалификации специалистов, использующих почвенные ресурсы в профессиональной деятельности, обучение молодежи и т.д.

В целом, с точки зрения развития фундаментальных исследований в области почвоведения необходим Мегапроект, целью которого *будет разработка научных основ и практических приемов сохранения и воспроизводства здоровья и плодородия почв Казахстана* с привлечением геоботаников, земледельцев, агрономов, генетиков, зоологов, микробиологов, экологов и др. Данный Мегапроект позволил бы решить задачи проведения полной инвентаризации всего почвенного покрова Казахстана с применением современных научных методов наукоемких спутниковых (космических) и геоинформационных технологий; оценки современного гумусного состояния и здоровья почв, в том числе на молекулярном уровне с составлением соответствующей информационной системы, которая также в дальнейшем

будет служить основой мониторинга исследуемой территории. Учитывая важность сохранения почв для будущих поколений и благополучия экосистем РК предлагаем государственным научным приоритетом номер один сделать Оздоровление почв Казахстана.

Мы понимаем важность пропаганды знаний о почве для молодого поколения страны, нужны общественные организации и движения по охране почв, необходимо формирование отношения к почве как к матери-кормилице, следует перестать рассматривать её только как средство производства. В этой связи очень актуальна цитата из монографии Д.Р. Монтгомери: «Хищническую эксплуатацию как возобновляемых, так и невозобновляемых ресурсов невозможно не заметить, но одновременно практически невозможно остановить в рамках системы, вознаграждающей тех, кто максимально повышает мгновенную рентабельность, даже если это истощает жизненно необходимые в долгосрочной перспективе ресурсы. Очевидный пример – истребление по всему миру лесных и рыбных ресурсов, однако продолжающиеся потери почвенного слоя, производящего

более 95 % нашего продовольствия, представляют собой потенциально намного более серьезную проблему. Необходимо ввести в действие иные, нерыночные механизмы – культурные, религиозные или правовые – чтобы решить сложную задачу построения индустриального общества с постиндустриальным сельским хозяйством. Как ни странно, это звучит, выживание цивилизации должно быть обусловлено отношением к почве как к капиталовложению, как к ценному наследию, а не как к товару – то есть пора перестать считать ее просто грязью» [20].

Таким образом, проблемы почвенной науки Казахстана те же, что и мировой науки, только они у нас стоят острее. За всеми красивыми названиями проблем стоит одна задача возрождения жизни почвы как основы для восстановления её экосистемных функций, плодородия, биогеохимических круговоротов углерода, азота и воды, самоочищающей способности и др. для решения в конечном счете социальных вопросов здоровья человека, его благосостояния, устойчивого развития сельскохозяйственного производства и продовольственной безопасности страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rodrigo-Comino J, López-Vicente M, Kumar V, et al. Soil Science Challenges in a New Era: A Transdisciplinary Overview of Relevant Topics// *Air, Soil and Water Research*. - 2020. - P. 13.
2. М.А. Шепелев. Почвоведение. Учебное пособие. – Костанай. – 2019. – 138 с.
3. В.Г. Горохов Фундаментальные и прикладные исследования, а не фундаментальные и прикладные науки// *Эпистемология и философия науки*. – 2014. – Т. XL. – № 2. – С. 19-28.
4. M. Körschens, E.Schulz. Die organische Bodensubstanz: Dynamik - Reproduktion – ökonomisch und ökologisch begründete Richtwerte. Leipzig – Halle, 1999 – 74 s.
5. Хусаинов А.Т. Экологические проблемы природных кормовых угодий Казахстана как глобальной экосистемы биосферы// *Вестник ТГУ*, 2013. - Т. 18. - Вып. 2 – С. 547-551.
6. Хусаинов А.Т. Экологические проблемы природных кормовых угодий Казахстана как глобальной экосистемы биосферы// *Вестник ТГУ*, 2013. - Т. 18. Вып.2. – С. 547-551.

7. Сводный аналитический отчёт о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2021 г. Нур-Султан, 2021. - 334 с.
8. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2021 год. Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан. - 513 с.
9. Заключительный отчет Казахстана по Программе определения целевых показателей LDN (Land Degradation Neutrality, Нейтральный баланс деградации земель) Astana 2018.
10. Токбергенова А.А., Киясова Л.Ш. Качественное состояние земельных ресурсов республики Казахстан// Вестник КазНТУ. – 2015. – №3. – С. 12-16.
11. С. Корси. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие. - Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций Анкара, -2017. – 158 с.
12. Гейб Браун, Рольф Дерпш, Дуэйн Бек и др. Здоровье почв. Пятое информационно-справочное издание. - 64 с.
13. Schreefel, L.; Schulte, R.P.; De Boer, I.J.; Schrijver, A.P.; Van Zanten, H.H. Regenerative agriculture—the soil is the base// Glob. Food Secur. - 2020. - Т. 26. - Р. 100404
14. [Electronic resource]: Агробизнес, Статьи от 15.11.2019. Access mode: [https://agbz.kz/jurij-malyshko-glavnoe-eto-rabotaj ushhaya-sistema-v-kotoruju-mozhno-pri-neobhodimosti-vvodit-otdelnye-novye-elementy](https://agbz.kz/jurij-malyshko-glavnoe-eto-rabotaj-ushhaya-sistema-v-kotoruju-mozhno-pri-neobhodimosti-vvodit-otdelnye-novye-elementy), free.
15. М.И. Герасимова. Международная классификация почв и возможности её применения в географических исследованиях// Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2019. – №3. – С. 49-56.
16. А.М. Семенов, М.С. Соколов. Концепция здоровья почвы: фундаментально-прикладные аспекты обоснования критериев оценки// Агрохимия, 2016.- № 1.- С.3–16.
17. Comprehensive Assessment of Soil Health Training Manual Edition 3.2, 2017 // manual.pdf (cornell.edu).
18. Recommended Soil Health Indicators and Associated Laboratory Procedures Soil Health. Technical Note № 450-03 2019 Recommended Soil Health Indicators and Associated Laboratory Procedures (farmlandinfo.org).
19. А. Курманбаев, Т.Р. Сүндет. Концепция почвенного здоровья и современные индикаторы здоровья почв// Почвоведение и агрохимия. – 2023. – №2. – С. 91-106.
20. Д.Р. Монтгомери. Почва. Эрозия цивилизаций. – Анкара: Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Субрегиональное отделение по Центральной Азии, 2015 – 434 с.

REFERENCES

1. Rodrigo-Comino J, López-Vicente M, Kumar V, et al. Soil Science Challenges in a New Era: A Transdisciplinary Overview of Relevant Topics// Air, Soil and Water Research. - 2020. - P. 13
2. М.А. Shepelev. Pochvovedeniye. Uchebnoye posobiye. – Kostanay. – 2019. – 138 s.
3. V.G. Gorokhov Fundamentalnye i prikladnye issledovaniya, a ne fundamen-talnye i prikladnye nauki// Epistemologiya i filosofiya nauki. – 2014. – Т. XL. – №2. – С. 19-28.
4. M. Körschens, E.Schulz. Die organishe Bodensubstanz: Dynamik - Reproduktion – ökonomisch und ökologisch begründete Richtwerte. Leipzig – Halle, 1999 – 74 s.
5. Khusainov A.T. Ekologicheskiye problemy prirodnikh kormovykh ugody Kazakh-

- stana kak globalnoy ekosistemy biosfery// Vestnik TGU. - 2013. -T.18.-Vyp.2. – S. 547-551.
6. Khusainov A.T. Ekologicheskiye problemy prirodnnykh kormovykh ugody Kazakhstana kak globalnoy ekosistemy biosfery// Vestnik TGU. - 2013. -T.18.-Vyp.2. – S. 547-551.
7. Svodny analitichesky otchyot o sostoyanii i ispolzovanii zemel Respubliki Kazakhstan za 2021 g. Nur-Sultan, 2021. - 334 s.
8. Natsionalny doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy i ob ispolzovanii prirodnnykh resursov Respubliki Kazakhstan za 2021 god. Ministerstvo ekologii, geologii i prirodnnykh resursov Respubliki Kazakhstan. - 513 s.
9. Zaklyuchitelny otchet Kazakhstana po Programme opredeleniya tselevykh pokazateley LDN (Land Degradation Neutrality, Neytralny balans degradatsii zemel) Astana 2018.
10. Tokbergenova A.A., Kiyasova L.Sh. Kachestvennoye sostoyaniye zemelnykh resursov respubliki Kazakhstan// Vestnik KazNTU. – 2015. – № 3. – S. 12-16.
11. S. Korsi. Pochvozashchitnoye i resursosberegayushcheye zemledeliye. - Prodovol-stvennaya i selskokhozyaystvennaya Organizatsiya Obyedinennykh Natsy Ankara, 2017. – 158 s.
12. Geyb Braun, Rolf Derpsh, Dueyn Bek i dr. Zdorovye pochv. Pyatoye informatsionno-spravochnoye izdaniye. - 64 s.
13. Schreefel, L.; Schulte, R.P.; De Boer, I.J.; Schrijver, A.P.; Van Zanten, H.H. Regenerative agriculture–the soil is the base// Glob. Food Secur. - 2020. - 26. - P 100404.
14. [Electronic resource]: Агробизнес, Статьи от 15.11.2019. Access mode: [https://agbz.kz/jurij-malyshko-glavnoe-eto-rabotaj uskhaya-sistema-v-kotoruju-mozhno-pri-neobhodimosti-vvudit-otdelnye-novye-elementy, free](https://agbz.kz/jurij-malyshko-glavnoe-eto-rabotaj-uskhaya-sistema-v-kotoruju-mozhno-pri-neobhodimosti-vvudit-otdelnye-novye-elementy, free).
15. M.I. Gerasimova. Mezhdunarodnaya klassifikatsiya pochv i vozmozhnosti eyo primeneniya v geograficheskikh issledovaniyakh// Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya. – 2019. – № 3. – S. 49-56.
16. A.M. Semenov, M.S. Sokolov. Kontseptsiya zdorovya pochvy: fundamentalno-prikladnye aspekty obosnovaniya kriteriyev otsenki// Agrokhimiya. - 2016. - №1. -P.3–16.
17. Comprehensive Assessment of Soil Health Training Manual Edition 3.2, 2017 // manual.pdf (cornell.edu).
18. Recommended Soil Health Indicators and Associated Laboratory Procedures Soil Health. Technical Note № 450-03 2019 Recommended Soil Health Indicators and Asso-ciated Laboratory Procedures (farmlandinfo.org).
19. A. Kurmanbayev, T.R. Syndet. Kontseptsiya pochvennogo zdorovya i sovremennye indikatory zdorovya pochv// Pochvovedeniye i agrokhimiya. –2023.–№2.– S. 91-106.
20. D.R. Montgomeri. Pochva. Eroziya tsivilizatsy. – Ankara: Prodovolstven-naya i selskokhozyaystvennaya organizatsiya obyedinennykh natsy. Subregionalnoye otdeleniye po Tsentralnoy Azii, 2015 – 434 s.

ТҮЙІН

М.А. Ибраева¹, А.А.Құрманбаев^{1*}

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТОПЫРАҚТАНУ ҒЫЛЫМЫНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимияғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 75 В,
Қазақстан, *e-mail: wberel@gmail.com

Мақалада Қазақстандағы топырақтану ғылымының ең өзекті, өзекті және шешімін таппаған мәселелері зерттеліп, көпшілік назарына ұсынылған. Авторлар осы мәселелерді шешуге өз көзқарастарын ұсынады.

Түйінді сөздер: топырақтың тозуы, топырақтың шөлейттенуі, топырақтың тұздануы, топырақ саулығы, көміртегі секвестрленуі, регенеративті ауыл шаруашылығы, дәл егіншілік.

SUMMARY

M.A. Ibrayeva, A.A. Kurmanbayev^{1*}

ACTUAL PROBLEMS OF SOIL SCIENCE IN KAZAKHSTAN

¹Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named

after U.U. Usanov, 050060, Almaty, al-Farabi avenue, 75 B, Kazakhstan,

*e-mail: wberel@gmail.com

The article examines and presents to the public the most pressing, relevant and unresolved problems of soil science in Kazakhstan. The authors offer their vision of solving these problems.

Key words: soil degradation, soil desertification, soil salinization, soil health, carbon sequestration, regenerative agriculture, precision agriculture.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Ибраева Мария Аменовна – ведущий научный сотрудник отдела Плодородия и биологии и почв, к.с.-х.н., ассоц. профессор, e-mail: ibraevamar@mail.ru

2. Курманбаев Аскар Абылайканович – главный научный сотрудник отдела Плодородия и биологии и почв, д.б.н., профессор, e-mail: wberel@gmail.com