

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЧВ КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕНЕЗА

А.С. Сапаров

*Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова,
050060, Алматы, пр-т аль-Фараби, 75в, Казахстан*

В статье рассматриваются приоритетные вопросы, касающиеся устойчивости и биологической продуктивности почв в условиях антропогенеза, проблемы сохранения почвенного покрова.

По объему земельных ресурсов Казахстан занимает девятое место в мире, а в расчете на душу населения одно из первых мест. Длительное и интенсивное использование земель без глубоких научно-обоснованных систем земледелия, технологий, отсутствие оценки агроэкологического потенциала территории привело к значительному снижению плодородия почв. Равновесие между процессами гумусообразования и минерализацией сместилось в сторону ухудшения гумусовой обеспеченности и постепенной деградации почв. Так, черноземы и темно-каштановые почвы Северного Казахстана за период освоения целины и залежных земель потеряли до 30% естественного содержания гумуса – основного показателя почвенного плодородия [1].

Вместе с тем проблему плодородия почв нельзя сводить к содержанию гумуса, забывая о микробиологических, биохимических процессах, плотности, агрегатном состоянии, водоудерживающей способности, водопроницаемости и других ее показателях.

Многократное воздействие ходовых систем тяжелой сельскохозяйственной техники в период обработки почвы и уборки урожая зерновых культур вызывает ухудшение агрофизических свойств пахотного слоя и уплотнение подпахотного горизонта. Так, многолетние исследования, проведенные учеными Института, показали, что усиленная антропогенная нагрузка на черноземах привела к изменению морфологических, агрохимических, водно-физических свойств и других факторов снижения плодородия. Изучение характера изменений физико-химических

свойств целинных и освоенных черноземов показало, что все изменения в значительной мере влияют на снижение плодородия длительно осваиваемых почв, но ни в какой мере не вызывают коренных изменений генетического профиля и его свойств. Типовые, подтиповые и родовые черты черноземов сохраняются. Все изменения происходят на видовом уровне. Так, черноземы обыкновенные среднегумусные могут переходить в разряд малогумусных, а южные малогумусные – в слабогумусированные, что в значительной мере ведет к снижению их плодородия.

Длительная обработка черноземов Северного Казахстана привела к потере гумуса в пахотном слое на 20-27% , по сравнению с целиной, а азота – на 13-30%. Одновременно с уменьшением содержания общего гумуса на пашне происходит изменение фракционного и группового состава. В освоенных черноземах в пахотном горизонте увеличивается количество гуминовых кислот связанных с минеральной частью и устойчивыми формами полуторных оксидов и снижается содержание гуминовых кислот связанных с кальцием. В этих почвах одновременно прослеживается трансформация питательных элементов, где наблюдаются потери валовых запасов калия до 2,06-2,24%, фосфора до 0,050-0,079% и почти в два раза - валовые запасы азота (0,172-0,292%). Потери подвижных форм азота составляют более чем 30% от исходных запасов.

Важным фактором утраты плодородия являются эрозионные процессы, способствующие деградации природных ландшафтов. В результате разработки почвозащитной системы земледелия и оснащения

сельского хозяйства Казахстана противоэрозионной техникой ветровая эрозия была в определенной степени предотвращена. Однако, при этом, водная эрозия по-прежнему является одним из основных факторов деградации почв.

Развитие водной эрозии на черноземах связано с резкой континентальностью климата, способствующей глубокому промерзанию почвы и быстрому снеготаянию, ливневому характеру летних осадков и антропогенной деятельности, что создает благоприятные условия для формирования интенсивного стока на склонах малой крутизны. К примеру, водной эрозии только в Акмолинской области подвержено более 60% пашни.

В этом плане разработка и внедрение новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе «консервирующих» приемов обработки почвы на неорошаемых землях обеспечит защиту почв от эрозии, улучшит влагообеспеченность посевов, позволит сохранить и повысить содержание гумуса и почвенного плодородия в целом.

На юге и юго-востоке Казахстана широко развито орошаемое земледелие, и в этих землях наблюдаются ощутимые потери гумуса (более 40%), ирригационная эрозия, процессы вторичного засоления и различное загрязнение почв.

Примером может служить формирование почвенного покрова орошаемых массивов по долинам трансграничных рек Шу, Сырдарьи, происходившее под воздействием длительной антропогенно-ирригационной деятельности человека, на которые накладывались другие природно-климатические факторы и почвенно-геохимические процессы – оглеение (рисовые массивы), карбонатизация, засоление, загрязнение почв тяжелыми металлами и радиоактивными веществами.

В результате длительной ирригации ухудшилось почвенно-мелиоративное состояние земель, которое привело к формированию на территории Тас-Откельского массива орошения (долина реки Шу) техногенных зон выщелачивания геохимиче-

ских барьеров. Зоны выщелачивания приурочены к орошаемым дренированным участкам правобережья, а техногенные геохимические барьеры сформированы на участках резкого снижения миграции. Примерами барьера служат засоленные почвы левобережного массива орошения.

Исследованиями установлено, что в этой зоне наблюдается сопряженность содовозасоленных почвенных контуров с очагами накопления водорастворимого бора, фтора, и тяжелых элементов – свинца, цинка, меди, обусловленная их высокой растворимостью и подвижностью в щелочной среде, и наличием физико-механического, химического геохимических барьеров. Их эпицентры приурочены к орошаемым и неорошаемым слабодренированным участкам левобережья р. Шу.

Анализ профильного распределения бора и фтора показал, что для бора они более контрастны в слое 30-50 см (до 86 мг/кг), более подвижный фтор достигает максимума 3-5 ПДК в слое 50-100 или 100-150 см. При этом отмечена высокая корреляционная зависимость содержания подвижного бора с количеством поглощенного натрия в ППК. На орошаемых почвах выделены 3 типа режима накопления бора в зависимости от комплекса почвенно-мелиоративных признаков: количество илистой фракции, литологическое строение и характер водного режима почв.

По содержанию подвижных микроэлементов (Pb, Cu, Zn, Mn, Co, B) содовозасоленные почвы при их химической мелиорации обогащаются медью, цинком и бором до 2 -3 ПДК

В результате солонцового процесса Mn, Pb, Zn выносятся из верхней части профиля и накапливаются в иллювиальном горизонте, а соленакопление бора и фтора всегда сопутствует почвам щелочного галогенеза, причем содержание бора превышает потребности растений в 3-5 раз.

Для большинства гумусированных почв выявлена достоверная положительная корреляция между содержанием марганца и гумуса. Освобождаясь в процессе минерализации растительных остатков, Mn пере-

ходит в малоподвижные окисленные соединения (оксиды и силикаты), и надолго задерживается в гумусовом горизонте почвы и является причиной его валового роста.

Закрепление микроэлементов (Cu, Zn) перегноем происходит за счет их поглощения органическими коллоидами и образованием комплексных и внутрикомплексных соединений с гумусовыми веществами.

В мелиорированных почвах с содержанием гумуса 1,5-2,0% органическое вещество играет значительную роль в аккумуляции меди, но очень слабо закрепляет марганец. При внесении кислых химических мелиорантов таких как фосфогипс, пирит в сочетании с органикой минерального (зола, уголь пылевидный) и растительно-животного (навоз) происхождения, отмечено высокое содержание меди (7,5-9,0 мг/кг), приуроченной в основном гумусовому горизонту. При этом и количество органического вещества возрастает на 18%.

Аномально высокое содержание подвижного Zn (13,5-18,0-59 мг/кг) обнаружено при внесении 6 тонн фосфогипса и 4 тонн золы, 37,5 и 50 тонн пирита (FeS_2) и золы 10 тонн на гектар. Учитывая их невысокое содержание в природных водах Тас-Откельского массива орошения, загрязнение почвенного слоя цинком, по-видимому, связано с внесением грузных доз золы и пирита, содержащих 200 и 68 мг/кг валового цинка.

В результате длительного ирригационного освоения и орошения в интенсивных свекловичных севооборотах Тас-Откельского массива сформировались техногенные региональные по содержанию фтора и локальные по бору геохимические аномалии в почвах и грунтовых водах. Генезис и миграция бора связаны с общими региональными процессами засоления и рассоления ирригационного ландшафта, исходное происхождение которого определяется выветриванием из коры эндогенных боратов, а техногенное загрязнение почв и грунтовых вод фтором, и тя-

желыми металлами – медью и цинком обусловлено длительной и интенсивной химизацией и мелиорацией земель свекловичных севооборотов. Состав и протяженность потоков бора, фтора и тяжелых элементов контролируется ландшафтно-геохимической обстановкой правого и левого берега, наличием геохимических барьеров – щелочных, сорбционных, термодинамических и фильтрационно-гидравлических.

При возможном возобновлении использования Тас-Откельского массива в сельском хозяйстве, как зоны свеклосеяния, необходимо внедрение технологии повышения продуктивности сахарной свеклы за счет повышения плодородия почв приемами мелиорации – комбинированными дозами химических мелиорантов (зола+фосфогипс) и оптимизация минерального питания как макро- так и микроэлементами. При этом прибавка урожая корнеплодов составит 50-70%, а сахара – 15%.

При изучении особенности формирования почвенных режимов периодически затопляемых почв, отмечены все почвенные признаки, определяющие современное почвенно-мелиоративное, экологическое состояние и плодородие староорошаемых рисовых почв Акдалинской системы дельты реки Или. Существующий режим затопления в процессе выращивания риса приводит к опреснению исследуемых почв и формированию гидроморфных рисовых почв незасоленного ряда, о чем свидетельствует весьма незначительное содержание водорастворимых солей в почвенном профиле (0,17-0,34%). Исследованные почвы имеют слабощелочную реакцию почвенной среды (pH 7,21- 8,51). Высокая карбонатность и насыщенность поглощающего комплекса натрием способствовала на ранней стадии освоения массива постоянно высокой щелочной реакции почвенного раствора (pH 8,5-9,5). В настоящее время общая щелочность рисовых почв снизилась и не превышает 8,5 pH. Из-за высокой карбонатности твердой фазы орошаемых почв наблюдается повышение временной щелочности, обусловленное застойными

условиями и процессами восстановления сульфатов, динамическими изменениями карбонатного равновесия.

Полученные положительные корреляции между содержанием физической глины (частиц менее 0,01), суммы ППК почв и содержания общего гумуса позволяют разработать биотехнологии оптимизации почвенных параметров и признаков рисовых почв, способствующих закреплению питательных элементов, органического вещества и формирующих уровень плодородия исследуемых почв.

По результатам исследований установлено, что многолетний (более 30 лет) режим затопления в условиях риса приводит к опреснению исследуемых почв, формируются гидроморфные рисовые почвы незасоленного ряда. Значение рН увеличивается с возрастом CO_2 . При этом отмечено временное повышение щелочности почв, обусловленное процессами восстановления сульфатов, динамическими изменениями карбонатного равновесия. Положительная корреляция и взаимосвязь между физической глиной, суммой поглощающего комплекса почв и общим гумусом способствует формированию плодородия рисовых почв. Обильный рост микроорганизмов (денитрофикаторов, сульфатредуцирующих, железовосстанавливающих) обусловлен наличием органических остатков (люцерна). При затоплении происходят процессы нитрификации и денитрификации, что приводит к превращению NH_4 в NO_3 с последующим образованием N_2 и N_2O и к потере азота. Окислительно-восстановительные процессы влияют на распределение макро и микроэлементов по профилю рисовых почв. Рисовые почвы низкообеспечены азотом и фосфором, но высокообеспечены подвижным калием. Применение бобовых культур в частности люцерны в рисовом севообороте способствует обогащению почвы органикой и соответственно азотом.

При реализации упрощенного севооборота с преобладанием в структуре посевных площадей культуры люцерны идет стабилизация содержания подвижного азо-

та в 1 год люцерны и их рост при возделывании 2 года в пределах 30%. Содержание валового азота составляет 0,028 – 0,07%, а подвижного 28- 76 мг/кг. По обеспеченности почв легкогидролизуемыми формами азота в зависимости от занятости культур севооборота она колеблется от очень низкого уровня содержания до среднего. Преобладают по сезонам вегетации, почвы низкого уровня содержания азота. По содержанию валовых и подвижных форм фосфора они в основном относятся к низким и среднеобеспеченным. Рисовые почвы дельты р. Или, как и все аридные почвы высокообеспечены подвижными формами калия. Их содержания в пределах 168 – 674 мг/кг колеблются в зависимости механического состава почвы.

Антропогенное воздействие на почвенный покров имеет почти повсеместное распространение. Среди них наибольшую опасность представляет для человека загрязнение почв нефтегазовыми выбросами, тяжелыми металлами, радионуклидами и др.

Проблемы экологии почв Казахстана сложны и многофакторны. Нарушение экологического равновесия может вызываться как естественными, так и антропогенными факторами. Антропогенный пресс оказывает существенное влияние на экологическую ситуацию в республике. Технический прогресс, нерациональное использование природных ресурсов привели к интенсификации процессов деградации и опустынивания почвенного покрова Казахстана.

В Западном Казахстане широкое распространение получило нефтехимическое загрязнение, где сосредоточено более 90% разведанных и потенциальных ресурсов углеводородного сырья [2].

Почвенный покров нефтепромыслов сильно разрушен и загрязнен сырой нефтью, химическими реагентами, минерализованными сточными водами нефтеперерабатывающих предприятий. В результате нефтехимического загрязнения происходят глубокие генетические изменения почв, практически необратимые при сущест-

вующих методах мелиоративного воздействия. Применение механических, физических и химических методов очистки почв от нефтяных загрязнений не даст должного эффекта.

В связи с этим в последние годы расширяются методы рекультивации, особенно применение биологических методов, основанных на использовании микроорганизмов, которые эффективно превращают сложные химические соединения в простые. Такие микроорганизмы выделены в НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова. При исследовании выделенных микроорганизмов-деструкторов установлено различие по утилизации как всего комплекса углеводов, содержащихся в нефти, так и ее парафинистой фракции на различных типах почв, преобладающих в Прикаспийском регионе. При этом отмечено, что наибольшую деструкционную активность микроорганизмы проявляли на приморско-луговых почвах, несколько слабее эта способность была на бурых и незначительной на серо-бурых почвах. Самыми активными по потреблению парафинистой фракции нефти были бактериальные культуры, отнесенные к сапрофитным микобактериям и родственным им формам.

Поскольку при нефтяном загрязнении вносится большое количество углерода, резко меняется соотношение C:N. Кроме того, загрязнение среды нефтью приводит к снижению содержания подвижного фосфора и обменного калия, закупориванию почвенных пор, и, как следствие, отсутствию доступа кислорода. Эти лимитирующие размножение микроорганизмов факторы устраняются агротехническими приемами: рыхлением почвы и внесением удобрений (N, P, K).

Одним из факторов успешной биоремедиации нефтезагрязненной почвы является внесение в почву биомассы микроорганизмов-деструкторов в достаточном количестве.

Критическое экологическое состояние почв сложилось в Приаралье – зоне интенсивного опустынивания, засоления и де-

фляции почвенного покрова. Процессы опустынивания и деградации почв охватили огромную территорию бассейна Аральского моря. Усыхание Арала – это крупномасштабный пример обсыхания и проявления ветровой эрозии почв, их загрязнения, снижения биологического потенциала и, следовательно, условий для существования человека. Кроме того, осушенное дно моря стало крупнейшим очагом планетарного соле-пылепереноса. Снижение экологического и социально-экономического потенциала Приаралья определяется не только напряженной экологической и санитарно-эпидемиологической обстановкой, но и опустыниванием ее территории, снижением продуктивности сельскохозяйственных угодий, потерей плодородия почв.

Все перечисленные негативные явления установлены учеными Института и научно подтверждены результатами. В результате проведенных исследований в современной дельте Сырдарьи и на обсохшем дне показали, что тенденция развития негативных процессов (засоление, аридизация, дефляция) сохраняются. Процесс опустынивания наиболее ярко выражен в переходной полосе от современной дельты к обсохшему дну Аральского моря, где доминирующими почвами являются такыровидные и пустынные песчаные почвы, а также отакырывающиеся и такыровидные солончаки. В современной дельте Сырдарьи благодаря хозяйственной деятельности человека (орошение, обводнение сенокосных угодий) процессы засоления и аридизации менее активны и носят локальный характер. Дефляционные процессы в наибольшей степени проявляются в переходной полосе и на обсохшем дне моря.

Антропогенная аридизация и трансформация почв Приаралья продолжается. Дальнейшее ухудшение почвенно-экологической обстановки обусловлено не только аридизацией территории, но и хозяйственной деятельностью человека, в частности, развитие процессов вторичного засоления почв. Почвенно-эрозионные исследования указывают на усиление эрози-

онно-дефляционных процессов на обсохшем дне моря: развевание и вынос солевого материала с поверхности солончаков, активная дефляция песчаных массивов, увеличение площади почв с навесным песчаным чехлом. Продолжающиеся развития аридизации, дефляции, засоления и других негативных процессов в Приарале ведут к дальнейшей деградации почв и обострению экологической ситуации в регионе. Это требует разработки мероприятий по более эффективному и целенаправленному использованию водно-земельных ресурсов особенно при возделывании риса на засоленных и солонцеватых почвах, а также изучении их солевого режима и разработки процессов повышения продуктивности культур и почвенного плодородия.

Серьезное беспокойство вызывает техногенное нарушение почвенного покрова республики, которое в настоящее время достигло крупных размеров, и требует принятия неотложных мер по рациональному их использованию и охране.

В Казахстане ежегодно извлекается из недр открытым способом свыше 60 млн. т. строительного материала [2]. При относительно небольшой глубине разрабатываемых карьеров, уничтожаются значительные площади почвенного покрова. Отработанные карьеры практически не рекультивируются. В связи с этим требуется проведение комплексных исследований нарушенных экосистем и изучение процессов почвообразования на нарушенных землях. В предгорьях и подгорной равнине юга Казахстана находятся различные запасы сырья для производства строительных материалов.

По характеру рельефа и способам разработки сырья для производства строительных материалов в предгорьях и подгорных равнинах юга Казахстана образуются различные группы нарушенных земель. Разработки ведутся открытым способом. Основные нарушения в виде карьеров, которые образуют различные формы рельефа: котловинообразные, среднеглубокие, неглубокие, нагорные, террасовидные, речные. Разработки площадных зале-

жей горизонтального и пологого падения, высотного типа крутого падения ведутся в несколько уступов. Преобладающими элементами рельефа являются днища, откосы, уступы.

На техногенных ландшафтах юго-востока Казахстана процессы почвообразования идут с различной скоростью, так как природно-климатические условия юга по-разному влияют на гидротермический режим первичных почв. В молодых почвах все биогеохимические процессы идут ускоренными темпами, а в зрелых зональных почвах эти процессы стабильны и замедленны. Учеными установлено, что в почвогрунтах карьеров присутствует бактериальная флора, свидетельствующая о наличии органических веществ и о почвообразовательных процессах, которые идут по зональному типу, в предгорьях и подгорных равнинах Заилийского Алатау, то есть по законам вертикальной зональности.

Решением данной проблемы является восстановление и рекультивация техногенно-нарушенных почв. В целях противоэрозионных мероприятий в предгорной зоне Заилийского Алатау рекомендуется укреплять откосы карьеров, бермы карьеров древесно-кустарниковыми породами, плодово-ягодными насаждениями. Наряду с этим, немаловажное значение имеет прогнозирование тенденций трансформационных процессов в почве. Его невозможно решать без достоверной систематизированной информации, включающей данные о пространственном распределении почв и об основных свойствах почв (морфологических, физико-химических, генетических).

В настоящее время научно-исследовательская деятельность НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова имеет комплексный многоплановый характер с решением, прежде всего, почвенно-экологических проблем, проблем сохранения почвенного покрова и плодородия почв. В этом плане особую актуальность приобретают вопросы управления земельными ресурсами для устойчивого развития территорий, контроля экологическим со-

стоянием почвенного покрова, сохранения и воспроизводства почвенного плодородия, прогнозирования тенденций трансформации почв. Эти задачи невозможно решать без современных (электронных) почвенных карт.

В Казахстане только в Научно-исследовательском институте почвоведения и агрохимии им. У.У.Успанова проводятся работы по созданию почвенно-информационной системы республики (включающую базу данных, компьютерную почвенную карту, карту баллов бонитета почв). Почвенные карты составляются новыми методами с использованием космических фотоснимков, позволяющих получить более информативный почвенно-картографический материал с достаточно точным изображением ареалов почв, их комбинаций. В настоящее время учеными Института составлена компьютерная поч-

венная карта юго-востока Казахстана (Семиречья) масштаба 1:500 000. На почвенной карте показаны типы, подтипы и роды почв. Легенда к карте включает в себя 169 номеров, отражающих как почвы, так и напочвенные образования – ледники, выходы плотных пород, галечники и т.д. На основе созданных почвенной базы данных и почвенной карты составлены карты природного районирования и карта баллов бонитета почв. Составление почвенных карт по регионам продолжается.

Таким образом, учеными Института на основе проведенных исследований установлено современное эколого-генетическое состояние почвенного покрова Республики Казахстан, масштабы и характер деградации почвенного покрова, разработаны мероприятия по восстановлению плодородия и реабилитации почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аханов Ж.У., Джаланкузов Т.Д., Абдыхалыков С.Д. Основные направления научных исследований Института почвоведения МОН РК на ближайшее десятилетие // Проблемы генезиса, плодородия, мелиорации, экологии почв, оценка земельных ресурсов. Алматы. Тетис. 2002. С.5-7.
2. Каражанов К.Д., Аханов Ж.У., Асанбаев И.К., Фаизов К.Ш. Проблемы экологии Казахстана // Состояние и рациональное использование почв Республики Казахстан. Матлы научн. конф. Алматы. Тетис.1998. С.14-18.

Түйін

Мақалада антропогенез жағдайында топырақтың тұрақтылығын, биологиялық өнімділігін арттыру мен топырақ жамылғысын сақтауға қатысты өзекті мәселелер қарастырылған.

Resume

The article deals with the priority issues concerning soil stability and biological productivity in the conditions of anthropogenesis and the problems of soil cover conservation.