

ГРНТИ 68.05.29

Ш.О. Бастаубаева¹, А.В. Агеенко¹**ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЗИРОВАННЫХ СЕВООБОРОТОВ И ЗЕЛЕННЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ**

¹ *Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, 040909, Алматинская область, Казахстан*

E-mail: kazniizr@mail.ru, sh.bastaubaeva@mail.ru

Сельскохозяйственное производство на современном этапе развития, нуждается в систематическом и повсеместном повышении плодородия орошаемых земель Казахстана. Поэтому, вопросы улучшения экологической обстановки в современных агроландшафтах, поддержание и воспроизводство в них плодородия почв и повышение продуктивности культур приобрели в настоящее время особую актуальность. Возникла необходимость в создании не только экологически устойчивых и безопасных технологий и приемов, но и ведении систем земледелия в целом. Возрастающие объемы антропогенного воздействия на природную среду ставят перед учеными задачу по оценке и разработке мер предупреждения и снижения негативных последствий. Цель исследований – разработать эффективные пути улучшения основных условий воспроизводства плодородия почв, повышения продуктивности орошаемых земель и получение экологически чистой продукции в системе биологизированных севооборотов. Представлены результаты исследований по улучшению основных условий воспроизводства плодородия почв, повышения продуктивности орошаемых земель и получение экологически чистой продукции в системе биологизированных севооборотов. Полученные результаты свидетельствуют, что в биологизированных севооборотах за ротацию в почве складывается положительный бездефицитный баланс гумуса в почве. Это достигнуто, в основном, благодаря возделыванию многолетних трав, бобовых культур, применению средств биологизации.

Ключевые слова: биологизированные севообороты, зеленые удобрения, плодородие почв, урожайность сельскохозяйственных культур.

ВВЕДЕНИЕ

Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» закладывает основы для глубоких системных преобразований с целью перехода к экономике новой формации посредством повышения благосостояния народа, качества жизни населения Казахстана и вхождение страны в число 30-ти наиболее развитых стран мира при минимализации нагрузки на окружающую среду и деградации природных ресурсов [1]. Сельскохозяйственное производство на современном этапе развития, нуждается в систематическом и повсеместном повышении плодородия почв, особенно на орошаемых землях Казахстана. В настоящее время в Казахстане на больших территориях плодородие почвы заметно снизилось, при этом

содержание гумуса в почве в условиях неорошаемой зоны на одну треть от исходного содержания, а на орошении - до 60 % [2].

Современные экологические проблемы, возникшие в результате антропогенной перегрузки и нерационального использования природных ресурсов, несомненно, отразились на состоянии почвенного покрова территории Казахстана. Дестабилизация экологической обстановки привела к деградации почвенного покрова во всех природных зонах республики. Как известно, Казахстан по своей площади входит в десятку государств мира, имеющих наибольшую площадь, а по численности населения находится на 80-м месте. Составляя 0,3 % населения мира, Казахстан занимает 2 % земного шара [3]. Решение экологических

проблем почвенного покрова Казахстана в настоящее время требует безотлагательных мер. Причем как в целях безопасности нашего государства, так и для сохранения здорового населения страны в целом. Уже сегодня около 60 % почвенного покрова РК относится в разной степени деградированному, в зависимости от особенностей природных условий и их народно-хозяйственного использования. В последнее время, по данным ученых, в республике наблюдается значительное ухудшение почвенно-мелиоративного и почвенно-экологического состояния, интенсивное снижение почвенного плодородия, развитие водной и ветровой эрозии, и вторичного засоления. В результате показатели урожайности сельхозкультур у нас заметно отстают от уровня стран, находящихся с нами в схожих природно-климатических условиях. Поэтому, вопросы улучшения экологической обстановки в современных агроландшафтах, поддержание и воспроизводство в них плодородия почв и повышение продуктивности культур приобрели в настоящее время особую актуальность. Возникла необходимость в создании не только экологически устойчивых и безопасных технологий и приемов, но и в ведении систем земледелия в целом.

В этой связи, нами ставилась задача - изучение влияния средств биологизации и научно-обоснованного подбора сельскохозяйственных культур в системе биологизированных севооборотов для воспроизводства и сохранения плодородия почв, повышения продуктивности орошаемых земель и получение экологически чистой продукции.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Изучение влияния различных средств биологизации и культур на плодородие и биохимические свойства светло-каштановых почв проводилось в

сидеральном звене 8-польного травяно-зернопропашного (озимая пшеница + люцерна, люцерна 2 года жизни, люцерна 3 года жизни, озимая пшеница (б/у; N₈₀P₅₀K₁₄₀; сидерат-8,9 т/га; навоз-20 т/га), сахарная свекла, соя, сахарная свекла, кукуруза) и 3-польного зернопропашного севооборотов (озимая пшеница + сидераты, сахарная свекла, соя).

В 8-польном травяно-зернопропашном севообороте органические и минеральные удобрения вносили под сахарную свеклу, высеваемую после озимой пшеницы по обороту пласта люцерны 3 лет стояния. В опыте изучались варианты с внесением навоза, расчетной дозы минеральных удобрений (на 500 ц/га корнеплодов), а также запашка сидерата (горох) их действию и последствием под культурами, наиболее продуктивно использующими вегетационный период для максимального накопления органического вещества. Первый контроль-вариант без внесения удобрений. Вторым контролем служит вариант с внесением под сахарную свеклу минеральных удобрений в дозах, рассчитанных балансовым методом. Принцип расчета доз удобрений заключался в следующем: по средней за ряд лет урожайности культур, полученной при внесении рекомендуемых доз удобрений, дальнейшую прибавку урожая определяли путем дополнительного применения удобрений.

В 3-польном зернопропашном севообороте после озимой пшеницы выращивали викоовсяную смесь (сидерат), а затем ее зеленую растительную массу, в количестве 10 т/га, запахивали в почву. Активность гумусных ферментов (полифенолоксидаза и пероксидаза) определялась по методу К.А. Михайловской и Л.А. Карягиной на фотоэлектрокалориметре (ФЭК) [4]. Содержание гумуса определялось по методу И.В. Тюрина [5].

В опытах применялась агротехника, рекомендованная для орошаемой зоны юго-востока Казахстана.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Активность ферментов отражает генетические особенности почвенных процессов. Одним из источников ферментов являются почвенные микроорганизмы. Имея значительный уровень метаболизма, они выделяют в окружающую среду большое количество активных ферментов. Ферменты, в свою очередь, высвобождаются из клеток микроорганизмов в процессе их автолиза и переходят в почву. Высокая активность ферментов свидетельствует об энергичной жизнедеятельности микрофлоры и активности происходящих в почвах биологических процессов. Поэтому ферментативную активность можно рассматривать как важный показатель биологической активности почв и их производительной способности [6].

Гумификация органических веществ, представляющая основу почвообразования и плодородия почв, осуществляется бактериями, грибами, актиномицетами и сопровождается проявлением высокой активности фенолоксидаз, в частности полифенолоксидазы, благоприятствующей реакциям полимеризации и новообразованию полисахаридов, аминокислот, полифенолов и других веществ. Пероксидаза активизирует реакции минерализации, вследствие чего, почва обогащается минеральными веществами, необходимыми для роста и развития растений. Для характеристики динамики накопления гумуса в почвах используется отношение активности полифенолоксидазы к активности пероксидазы, выраженное в процентах и условно названное коэффициентом накопления гумуса.

Биохимические исследования показали, что в почве под сахарной свеклой (8 -польный севооборот)

процессы как гумусообразования, так и его использования проходят менее энергично. Данные свидетельствуют, что в среднем за вегетацию активность полифенолоксидазы в почве контрольного варианта составляет 3,7 мг бензохинона за 30 мин. инкубации, пероксидазы - 4,8 мг. Коэффициент гумусонакопления не превышает 77 %. При внесении в почву органических удобрений под сахарную свеклу процессы преобразования гумусовых веществ активизируются. Наибольшая активность полифенолоксидазы отмечена в почве варианта, где вносилось зеленое удобрение - 5,5 мг. В данном варианте наиболее энергично протекает и процесс минерализации гумуса - 5,7 мг. Однако, в среднем за вегетацию коэффициент гумусонакопления высокий - 96 %.

Возделывание сои после сахарной свеклы способствует усилению процессов полимеризации и утилизации гумусовых веществ. Согласно показателям активности ферментов в почве контрольного варианта полифенолоксидазная активность варьирует в течение вегетации от 4,1 мг до 5,2 мг, пероксидазная - от 4,7 мг до 6,2 мг, а коэффициент гумусонакопления составляет от 68 % до 87 %. Подобная закономерность установлена и в почве варианта последствия минеральных удобрений. В течение двух лет сохраняется положительное влияние органических удобрений на процессы образования компонентов гумуса, особенно в варианте, где запахивалась зеленая масса гороха. Процессы минерализации гумуса снижаются. Коэффициент гумусонакопления в течение вегетации сои в почве данных вариантов варьирует от 114 % до 130 % и от 92 % до 113 % (соответственно последствия минеральных удобрений и навоза). На третий год после внесения удобрений, действие их на процессы накопления гумуса в почве снижается.

Возделывание сахарной свеклы после сои, в среднем за вегетацию по вариантам, обеспечивает активность полифенолоксидазы от 3,7 до 4,8 мг, пероксидазы от 3,5 до 5,6 мг. При этом коэффициент гумусонакопления составляет от 80 до 109 %. Следует отметить, что только в почве варианта, где учитывалось последствие навоза интенсивность процессов гумусообразования значительно ниже. Активность полифенолоксидазы не превышает 3,0-4,0 мг, пероксидазы – 3,4-3,6 мг, но коэффициент гумусонакопления наибольший. В течение всего вегетационного периода он варьирует от 86 до 117%.

В 3-польном севообороте поступление в почву большого количества растительных остатков озимой пшеницы и легкогидролизуемых викоовсяной смеси резко активизировали процессы гумусообразования и минерализации органического вещества. Осенью активность полифенолоксидазы и пероксидазы повышается до 4,6-4,8 мг. Гумусонакопление за вегетационный период составило – 98-111 %.

Под сахарной свеклой активность полифенолоксидазы и пероксидазы постепенно нарастает от посева к уборке урожая корнеплодов. Однако, в почве контрольного варианта более активно проходят процессы минерализации гумуса. Активность пероксидазы превышает интенсивность процессов полимеризации на 0,2 мг. Коэффициент накопления гумуса составляет 89-90 %. Применение элементов биологизации способствует созданию условий для образования соединений – компонентов гумуса. В почве данного варианта коэффициент накопления гумуса в течение вегетации варьирует от 99 до 105 %.

Под соей, идущей после сахарной свеклы, проходит интенсивный процесс гумусообразования и умеренный

процесс его минерализации, особенно летом и осенью, что видимо, связано с активным выделением соей эксудатов и началом минерализации клубеньков, опада и отмерших корешков, богатых азотом. Наибольшая активность полифенолоксидазы (4,2 мг) отмечена в почве последствия сидерата. Запашка бобово-злаковой травосмеси под сахарную свеклу в течение двух лет обеспечивает благоприятные условия для накопления гумуса и стабилизации плодородия почвы в 3-польном зернопропашном севообороте.

Анализ значений коэффициентов корреляций показывает, что активность полифенолоксидазы и пероксидазы положительно коррелирует с урожайностью сахарной свеклы ($r=0,73$; $0,77$) только при возделывании ее без внесения удобрений, что свидетельствует об интенсивном использовании гумуса для создания урожая.

В вариантах при внесении минеральных удобрений и 20 т навоза под сахарную свеклу установлена отрицательная корреляционная связь активности гумусных ферментов с численностью всех физиологических и таксономических групп микронаселения почвы ($r=-0,66$; $1,0$). В почве данных вариантов весь микробсообщество, участвующий в трансформации растительных и минеральных соединений работает на обеспечение растений основными элементами питания. При запашке зеленого удобрения активность полифенолоксидазы и пероксидазы положительно коррелирует ($r=0,65$; $0,99$) с общей биологической активностью почвы. Следовательно, применение сидератов способствует повышению содержания гумуса и общего уровня плодородия почвы.

Воспроизводство плодородия пахотных почв является одной из первоочередных проблем современного земледелия. На орошаемых землях юга

и юго-востока Казахстана это осуществляется посредством трехлетнего возделывания люцерны. Увеличение содержания гумуса под многолетними травами объясняется в первую очередь направленностью в почве процессов, обеспечивающих восстановление нарушенного баланса между поступлением органического вещества и его разложением. При отсутствии интенсивных механических обработок на посевах многолетних трав, поступление органического вещества в почву превалирует над его разложением, что определяется увеличением активности биохимических процессов в сторону оптимальных режимов гумусообразования.

В наших опытах состояние почв под многолетними травами складывалось близкое к вышеприведенным условиям. Так, в весенний период отмечалось сочетание благоприятного увлажнения почвы с температурными режимами, затем в июне наступает период дефицита влаги, сменяемый июльскими осадками, после которых следует августовская засуха и все это проявляется на фоне уплотненного состояния почвы. На полях многократные механические обработки, повышая аэрацию почвы, усиливали аэробные процессы, разрушающие органические соединения, участвующие в образовании гумуса. Как показали наши исследования динамика содержания гумуса в почве в различные годы, а также в течение одного вегетационного периода постоянно варьирует в зависимости от складывающегося комплекса метеорологических условий и агроприемов.

Исходное содержание гумуса перед закладкой опыта 8-польного севооборота было 1,96 %. После распашки 3-летней люцерны гумус увеличился на 0,8-0,9 %, то есть составил – 2,0 %. При посеве озимой пшеницы, идущей по пласту многолетних трав отмечено повышение

гумуса до 2,1 %. То есть в первом звене отмечается увеличение содержания гумуса в почве. (данные отдела агроэкологии почв).

Внесение органических и минеральных удобрений после уборки озимой пшеницы по-разному влияло на содержание гумуса в почве. С сидератами в почву поступает значительное количество свежей органической массы и происходит существенная активизация гумусообразования. С биомассой зеленого удобрения в почву поступает 132 кг/га азота, 52,9 кг/га фосфора и 176 кг/га калия.

В процессе ее разложения эти питательные элементы пополняют почвенный фонд питательных веществ, что обеспечивает дополнительное питание для последующих культур севооборота. Так, последствие запахки гороховой смеси обеспечило увеличение гумуса на последующих посевах сахарной свеклы до 2,2 %. Такой же результат был получен и от внесения 20 т/га навоза. После сахарной свеклы на посевах сои содержание гумуса в почве варьировало в зависимости от последствия удобрений - 2,0-2,3 %. Соя по данному показателю плодородия почвы является хорошим предшественником для других культур.

Полученные результаты свидетельствуют, что в 8-польном травяно-зернопропашном севообороте за ротацию в почве складывается положительный бездефицитный баланс гумуса в почве. Это достигнуто, в основном, благодаря возделыванию люцерны в первом звене, запахке органических удобрений и сои перед завершающимися культурами севооборота.

В севообороте с короткой ротацией (3-х польный) более частые запахки сидерата и возделывание сои - зернобобовой культуры также способствовали повышению гумусного потенциала изучаемых светло-каштаново-

вых почв. Запашка на сидерат викоовсяной смеси позволила поддерживать в течение двух лет оптимальное содержание гумуса в почве, особенно в 2005 году, который отличался засушливой весной, что, вероятно, способствовало усилению в почве процессов гумификации.

Содержание гумуса в почве во многом определяется возделываемой культурой и предшественником, а его динамика и сезонный баланс климатическими условиями года.

Полученные результаты свидетельствуют, что на орошаемых светло-каштановых почвах поддержание гумусного потенциала обеспечивается возделыванием люцерны, сои и применением средств биологизации. Люцерна обеспечивает более высокое содержание гумуса в почве, что благоприятно сказывается для высеваемых культур по ее пласту и обороту.

В 8-польном и 3-польном биологизированных севооборотах за ротацию сложился положительный баланс гумуса. Это позволяет заключить, что использование сидерации в системе: почва - органические удобрения - растение может обеспечивать

бездефицитный баланс органического вещества при орошаемом земледелии.

ВЫВОДЫ

1. Органические удобрения (зеленая масса гороха -11,7 т/га, навоз - 20 т/га), внесенные под сахарную свеклу первого звена 8-польного севооборота обеспечивают активизацию в почве процессов полимеризации и новообразования гумусных компонентов. Активность полифенолоксидазы увеличивается от 3,7 до 5,5 мг, активность пероксидазы не превышает - 5,7 мг. Коэффициент гумусонакопления в пахотном горизонте почвы данных вариантов составляет от 92 до 123 %, содержание гумуса увеличивается от 1,9 до 2,0 %.

2. В 3-польном севообороте процессы синтеза и минерализации гумуса проходят менее интенсивно, но более сбалансировано. Запашка викоовсяной смеси способствует увеличению активности полифенолоксидазы до 3,9 мг, снижению активности пероксидазы до 3,8 мг, увеличению коэффициента гумусообразования 107 % и сохранению содержания гумуса в почве на уровне 1,82 % до конца ротации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике».- 2013 г. – 52с.
- 2 Сапаров А.С. Презентация «Почвенные исследования в Казахстане», Москва, 20 ноября 2013 г. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/eurasian_workshop/Soils_of_Russiaba.pdf
- 3 Байшанова А.Е., Кедельбаев Б.Ш. Проблемы деградации почв. анализ современного состояния плодородия орошаемых почв Республики Казахстан // Научное обозрение. Биологические науки. – 2016. – № 2. – с. 5-13.
- 4 Карягина, Л. А. Активность гумусных ферментов (полифенолоксидаза и пероксидаза) по методу Л. А. Карагиной, Н. А. Михайловской // Вестник АН БССР. Сер. Сельскохозяйственных наук. – 1986. – № 2. – С. 40–41.
- 5 ГОСТ 26213-84 Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИ-НАО Содержание гумуса.
- 6 Нечаева Е.Х., Марковская Г.К., Мельникова Н.А. Параметры оценки биологической активности почвы // Эпоха науки .- 2015.- №4. -92 С.

REFERENCES

- 1 Kontseptsiya po perekhodu Respubliki Kazakhstan k «zelenoy ekonomike».- 2013 g. – 52s.
- 2 Saparov A.S. Prezentatsiya «Pochvennye issledovaniya v Kazakhstane», Moskva, 20 noyabrya 2013 g. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/eurasian_workshop/Soils_of_Russiaba.pdf
- 3 Bayshanova A.E., Kedelbayev B.Sh. Problemy degradatsii pochv. analiz sovremenogo sostoyaniya plodorodiya oroshayemykh pochv Respubliki Kazakhstan // Nauchnoye obozreniye. Biologicheskiye nauki. – 2016. – № 2. – s. 5-13.
- 4 Karyagina, L. A. Aktivnost gumusnykh fermentov (polifenoloksidaza i peroksida-za) po metodu L. A. Karaginoi, N. A. Mikhaylovskoy // Vestnik AN BSSR. Ser. Selskokho-zyaystvennykh nauk. – 1986. – № 2. – S. 40–41.
- 5 GOST 26213-84 Opredeleniye gumusa po metodu Tyurina v modifikatsii TsINAO Soderzhaniye gumusa
- 6 Nechayeva Ye.Kh., Markovskaya G.K., Melnikova N.A. Parametry otsenki biolog-icheskoy aktivnosti pochvy // Epokha nauki.- 2015.- №4. -92 S.

ТҮЙІН

Ш.О. Бастаубаева¹, Агеенко А.В¹.

СУАРМАЛЫ ЖЕРЛЕРДІҢ ӨНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ҮШІН БИОЛОГИЯЛЫҚ АУЫСПАЛЫ
ЕГІСТІҢ ЖӘНЕ ЖАСЫЛ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

¹Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты,
Алматы, Қазақстан, e-mail: kazniizr@mail.ru, sh.bastaubaeva@mail.ru

Дамудың қазіргі кезеңінде ауыл шаруашылық өндірісі Қазақстанның суармалы жерлерінің құнарлылығын жүйелі және кеңейтуді қажет етеді. Сондықтан қазіргі агроландшафттардағы экологиялық жағдайды жақсарту, олардағы топырақ құнарлылығын сақтау және молайту және өсімдік өнімділігін арттыру мәселелері қазіргі кезде ерекше өзекті болып отыр. Экологиялық тұрақты және қауіпсіз технологиялар мен әдістерді ғана емес, сонымен бірге тұтастай алғанда ауыл шаруашылық жүйелерін ұстау қажеттілігі туындады. Қоршаған ортаға антропогендік әсердің ұлғаюы ғалымдарға профилактикалық шараларды бағалау мен әзірлеуді және жағымсыз салдарды азайтуды қиындатады. Зерттеудің мақсаты - биологиялық дақылдарды ауыстыру жүйесінде топырақ құнарлылығын арттырудың негізгі жағдайларын жақсарту, суармалы жерлердің өнімділігін арттыру және экологиялық таза өнім алу. Топырақ құнарлылығын арттырудың негізгі жағдайларын жақсарту, суармалы жерлердің өнімділігін арттыру және биологиялық дақылдарды ауыстыру жүйесінде экологиялық таза өнім алу бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Алынған нәтижелер топырақтың айналуы үшін биологиялық дақылдардың ауысуы топырақтағы қарашіріктің тапшылығы жоқ оң балансын қалыптастыратынын көрсетеді. Бұған негізінен көпжылдық шөптерді, бұршақты дақылдарды өсіру және биологиялық агенттерді қолдану арқасында қол жеткізілді.

Түйінді сөздер: биологиялық ауыспалы егіншілік, жасыл тыңайтқыштар, топырақ, құнарлық, ауыл шаруашылық дақылдардың өнімділігі.

SUMMARY

Sh. Bastaubaeva¹, Ageenko A¹

THE BIOLOGICAL EFFICIENCY OF CROP ROTATIONS AND GREEN MANURES TO
IMPROVE THE PRODUCTIVITY OF IRRIGATED LANDS

¹Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almaty, Kazakhstan; e-mail: kazniizr@mail.ru, sh.bastaubaeva@mail.ru

Agricultural production at the present stage of development requires a systematic and widespread increase in the fertility of irrigated lands of Kazakhstan. Therefore, the issues of improving the ecological situation in modern agrolandscapes, maintaining and reproducing soil fertility in them and increasing the productivity of crops have become particularly relevant at present. There was a need to create not only environmentally sustainable and safe technologies and techniques, but also the maintenance of farming systems as a whole. Increasing volumes of anthropogenic impact on the environment pose a challenge for scientists to assess and develop preventive measures and reduce negative consequences. The aim of the research is to develop effective ways to improve the basic conditions for the reproduction of soil fertility, increase the productivity of irrigated lands and obtain environmentally friendly products in a system of biologized crop rotation. The results of studies on improving the basic conditions for the reproduction of soil fertility, increasing the productivity of irrigated lands and obtaining environmentally friendly products in a system of biologized crop rotation are presented. The results obtained indicate that biologized crop rotations for rotation in the soil develop a positive deficit-free balance of humus in the soil. This was achieved mainly due to the cultivation of perennial grasses, legumes, and the use of biologization agents.

Key words: biologized crop rotations, green fertilizers, soil, humus, productivity agricultural crops.