

ЗАВИСИМОСТЬ АГРОХИМИЧЕСКИХ И АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ ОТ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ

Б.Н. Насиев

*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,
090000, Республика Казахстан, Уральск, Жангир хана, 51*

Комплексными исследованиями установлено взаимосвязь приемов регулирования почвенного плодородия и агрохимических и агрофизических показателей.

При внесении в почву органических удобрений (навоза, сидератов) под озимую пшеницу отмечено повышение гумуса, нитратного азота и подвижного фосфора в почве, наблюдалось снижение плотности почвы и увеличения пористости, дополнительно накапливалась продуктивная влага.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы возрастание антропогенных нагрузок на пашню, бессистемное использование земли и отсутствие мер по сохранению плодородия привело к интенсивной деградации почв.

В связи с этим повышение продуктивности и качества сельскохозяйственных культур при сохранении плодородия почв путем активизации биологических факторов, не нарушающих природную сущность и экологическое равновесие агроэкосистем является приоритетным направлением растениеводства. Сюда надо отнести, в первую очередь использование органического вещества растений: навоза, соломы и сидератов [1].

В зависимости от почвенно-климатических условий 25–35 % сухого вещества навоза превращается в гумус, а 65–75 % минерализуется [2, 3].

При систематическом применении одна тонна навоза повышала содержание гумуса в пахотном слое почвы в среднем на 0,01–0,02 %, 10 т высококачественных органических удобрений содержится в среднем 2 т сухого органического вещества, из которых образуется около 0,40 т гумуса [4].

Внесение навоза в течение 27 лет увеличило в слое 0–20 см содержание гумуса на 0,33 %, а в слое 20–40 и 40–60 см соответственно на 0,30 и 0,28 % [5].

С увеличением дозы навоза в составе органоминеральной системы удобрения его положительное влияние на гумусонакопление возрастает. Двойная доза навоза снижает потери гумуса в 5 раз по сравнению с систематическим внесением расчетной дозы [6].

Унавоживание почвы приводит к снижению плотности почвы, увеличению порозности и способствует повышению полевой влагоемкости. В результате двухразового внесения за ротацию севооборота по 120 т/га навоза произошли значительные изменения свойств почвы. Плотность почвы уменьшилась на 0,06–0,03 г/см³, объем пор и воздухоемкость увеличилась на 4 %, содержание пыли уменьшилось на 6–10 % [7].

Запахивание соломы также положительно влияет на гумус. Каждая тонна соломы, использованная для удобрения почвы, дает 100 кг углерода, или 170–180 кг гумуса [8]. На темно-каштановых почвах после прохождения пятилетней ротации зернотравяного севооборота отмечалось увеличение гумуса на 0,15 % от запашки соломы [9].

Систематическое запахивание соломы увеличивает скважность почвы. Водопроницаемость возрастает на 5–7 % [10].

Преимущество сидеральных культур заключается в том, что они улучшают агрохимические, агрофизические и био-

логические свойства почвы, выполняют фитосанитарную роль, повышают эффективность других агроприемов, направленных на повышение продуктивности пашни и предотвращают все виды эрозии в весенне-летний период [11].

Многочисленные исследования, проведенные в разных почвенно-климатических зонах также подчеркивают, что зеленые удобрения – важнейший источник гумуса и азота.

При запашке зеленой массы сидератов сурожайностью 350–400 ц/га в почву попадает 150–200 кг азота, что равноценно 30–40 т/га стандартного навоза, причем коэффициент использования азота зеленого удобрения вдвое выше, чем навоза [12]. Наиболее заметное влияние на содержание и запасы гумуса оказывает возделывание донника на зеленое удобрение. Особое значение донника как сидерата отмечено в степных районах Поволжья и Казахстана. Существует также точка зрения, что сидераты обогащают почву не только гумусом, но и являются источником питательных веществ, то есть улучшаются агрохимические свойства почвы [13, 14].

Зеленые удобрения обогащают почву органическим веществом, улучшают водно-физические и физические свойства. Так, на серой лесной среднесуглинистой почве при запашке сидератов плотность 10 – сантиметрового слоя почвы снизилась на 0,07–0,11 г/см³, а в слое 10–20 см – на 0,06–0,12 г/см³ [15].

На Ершовской опытной станции по сравнению с неудобренным вариантом использование сидератов увеличивало количество водопрочных агрегатов в слое 0–10 и 10–20 см соответственно на 19,7 и 17,5 %, а по навозу – на 7,5–6,2 % [16].

Влияние различных систем удобрений на агрохимические и агрофизичес-

кие показатели в условиях Западного Казахстана недостаточно изучено. В связи с этим, нами проводились исследования по влиянию разных видов удобрений на показатели темно-каштановых почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в Западно-Казахстанском аграрно-техническом университете имени Жангир хана.

Почва опытного участка темно-каштановые с содержанием гумуса в слое 0–50 см 1,5–3,6 %, общего азота 0,11–0,21 %, подвижного фосфора 9–35 мг/кг и суммы обменных оснований 22,4–27,8 мг-экв на 100 г почвы.

Площадь делянок 100 м², повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное.

Озимую пшеницу выращивали до технологической зрелости. На протяжении онтогенеза проводили наблюдения за ростом и развитием растений.

Использовали сорт озимой пшеницы Мироновская 808.

В почвенных образцах определение водно-физических констант почвы проводили: влажность почвы весовым методом, общей пористости по Качинскому, определение структуры методом сухого рассева, объемную массу определяли в трех почвенных разрезах через 10 см на глубину до 1 м буром Качинского в 3-х кратной повторности.

В почвенных образцах определение общего азота проводили титриметрическим методом (ГОСТ 26107-81), нитратного азота реактивом Лунге-Грисса (дисульфидо-феноловым методом), определение подвижных соединений фосфора по методу Мачигина, определение органического вещества по Тюрину, сумму поглощенных оснований по Каппену-Гильковицу.

Стандартную ошибку количественных данных рассчитывали по методике

Доспехова Б.А. с использованием пакета анализа программ MS Excel [17].

Из минеральных удобрений применяли аммиачную селитру $N_{ам}$ и двойной суперфосфат $P_{сд}$. В качестве сидерата возделывали донник желтый (*Mellilotus officinalis*).

Погодные условия в годы проведения исследований характеризовались на уровне среднесезонных показателей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что внесение различных видов удобрений под озимую пшеницу по разному влияют на агрохимические и агрофизические показатели темно-каштановых пов.

Как показывают данные исследований, количество гумуса в почвах опытного участка под озимой пшеницей колебалось от 3,10 до 3,17 % с отклонениями $\pm 0,036...0,052$ %. Содержание гумуса в почве под озимой пшеницей изменилось в пределах 0,06...0,07 %. Его увеличение было отмечено в одинаковой степени и на фоне навоза, и органоминеральных удобрений (ОМУ), а также сидератов. При внесении минеральных удобрений изменение содержания гумуса в почве по сравнению с контролем не наблюдалось.

Под озимой пшеницей весной в фазы кущение – начала стеблевания содержание нитратного азота в почве без внесения удобрений колебалось в слое 0–20 см в пределах 3,0–5,2 мг, в слое 20–40 см – 1,9–4,5 мг, в слое 0–40 см от 2,4 до 4,69 мг на 100 г почвы.

При внесении 40 т/га навоза под вспашку количество нитратного азота весной в посевах под озимой пшеницей на 100 г почвы возросло до 3,81 мг в слое 0–40 см; 4,53 мг – в слое 0–20 см и 3,23 мг – в слое 20–40 см. Внесение навоза повышало гетерогенность как верхнего, так и нижнего слоев почвы по сравнению с контролем, где удобрения не вносились.

При внесении минеральных удобрений в слое 0–40 см нитратного азота было 3,52 мг; в слое 0–20 см – 4,21 мг и в слое 20–40 см – 2,70 мг на 100 г почвы. Это было несколько выше, чем на контроле, но меньше, чем на варианте с навозом. Коэффициент вариации по слоям составлял соответственно 0,279; 0,315 и 0,247.

Внесение минеральных удобрений также увеличивало гетерогенность верхнего слоя почвы 0–20 см по сравнению с нижним слоем (20–40) см и контролем. Органические удобрения в сочетании с минеральными удобрениями повышали содержание нитратного азота в слое почвы 0–40 см до 3,84 мг; в слое 0–20 см – до 4,77 мг; в слое 20–40 см – 3,01 мг на 100 г почвы, что было практически одинаково с внесением в почву одного навоза. Однако разнородность почвенного слоя при внесении ОМУ возрастала. Коэффициент вариации в почве по слоям был соответственно 0,427; 0,451 и 0,413. Разнородность верхнего слоя в этом случае была наибольшей по сравнению с нижним слоем и другими вариантами.

При запашке сидератов (донника) содержание нитратного азота в почве в слое 0–40 см было 4,13 мг; в слое 0–20 см – 4,78 мг; в слое 20–40 см – 3,50 мг на 100 г почвы. Наиболее гомогенным в данном случае был верхний слой почвы. Здесь были отмечены высокий коэффициент вариации азота в почве. Он составлял по слоям соответственно 0,415; 0,372 и 0,501.

Наибольшее содержание фосфора в почве под озимой пшеницей весной отмечено на вариантах с внесением удобрений. Внесение навоза повысило содержание фосфора в слое 0–40 см на 0,33/100 г почвы или на 17,1 %, а навоза совместно с минеральным удобрением – на 0,43 мг на 100 г почвы или на 22,3 %.

Запахивание донника как сидерата повысило содержание фосфора в слое

0–40 см на 0,44 мг на 100 г почвы, или на 22,8 %.

Внесение P_{60} повысило содержание подвижного фосфора на 0,13 мг на 100 г почвы, или на 6,7 %.

Наилучший фосфорный режим под озимой пшеницей складывался на варианте с совместным внесением органических и минеральных удобрений.

В уборку содержание фосфора в почве было выше на вариантах с внесением органических и ОМУ, несмотря на более высокое потребление этого элемента растениями озимой пшеницы за вегетацию.

На контроле в слое 0–40 см содержание фосфора в почве снизилось за счет потребления его растениями на 1,55 мг на 100 г почвы; на варианте с внесением навоза под пар – на 1,59 мг на 100 г почвы; при внесении ОМУ – на 1,15 мг на 100 г почвы; при запашке сидератов – на 1,69 мг на 100 г почвы.

В фазу кущения озимой пшеницы содержание фосфора при внесении минеральных удобрений в слое 0–20 см повышалось на 0,43 мг на 100 г почвы или на 10,2 %, а в слое 20–40 см всего на 0,05 мг на 100 г почвы; при внесении навоза соответственно слоям 0,68 и 0,56 мг на 100 г почвы или 16,1 и 20,9 %.

Совместное применение навоза, соломы и минеральных удобрений увеличивало содержание фосфора в слое 0–20 см на 1,03 мг на 100 г почвы или 24,5 %, в слое 20–40 см – на 0,59 мг на 100 г почвы или 22,1 %.

При запашке сидератов совместно с навозом и соломой доступного фосфора в слоях 0–20, 20–40 см было больше, чем на контроле на 1,08 и 0,58 мг на 100 г почвы или на 25,7 и 21,7 %.

Самое высокое содержание фосфора было на вариантах с навозом, навозом и минеральными удобрениями и при совместном применении сидератов, наво-

за и соломы. Такое распределение фосфора в почве сохранялось до уборки.

При внесении минеральных удобрений в уборку фосфора было больше, чем на контроле в слое 0–20 см на 0,28 мг на 100 г почвы, или 23,5 %; на фоне навоза – 0,45 мг на 100 г почвы или 37,8 %; на фоне навоза и минеральных удобрений – 0,90 мг на 100 г почвы или 75,6 %; при запашке сидератов – 0,33 мг на 100 г почвы или 27,7 %.

В слое 20–40 см различие с вариантом в уборку было меньше, чем в слое 0–20 см. При внесении навоза фосфора оставалось к уборке 0,99 мг на 100 г почвы, что на 0,14 мг на 100 г почвы или 13,7 % больше, чем на контроле; при внесении ОМУ – 1,40 мг на 100 г почвы, что на 0,38 мг или на 37,3 % больше; при запашке сидератов – 1,21 мг на 100 г почвы или на 0,19 мг или 18,6 % выше.

Наибольшее количество остаточного фосфора было также на вариантах с внесением как минеральных, так и ОМУ и при запашке сидератов.

Под озимой пшеницей наименьшее количество ценных агрегатов в слое 0–30 см было на контроле (59,6 %).

На посевах содержание структурных агрегатов при внесении минеральных удобрений составило 62,8 %.

Наибольшее число ценных агрегатов отмечено на варианте с навозом (79,2 и 80,4 %). Это на 19,6 и 20,8 % больше, чем на контроле.

Несколько уступал им вариант с сидератами (73,1 %). Здесь было ценных агрегатов на 13,5 % больше, чем на контроле и на 6,1 и 7,3 % меньше, чем при внесении навоза.

Большой интерес представляют исследования зависимости структурности почвы от различных показателей почвенного плодородия. На структуру темно-каштановых почв существенно влияло содержание гумуса. Коэффициент корре-

ляции при этом равнялся 0,457. Количество структурных агрегатов заметно повышалось при содержании гумуса в темно-каштановых почвах 3,10 % и более.

Отмечена существенная взаимосвязь структурности почвы и количества свежего органического вещества, поступившего в почву с пожнивными остатками и удобрениями. Коэффициент корреляции равнялся 0,641.

Наиболее интенсивно на образования структуры оказывало влияние свежее органическое вещество, вносимое в почву. При внесении в почву свежего органического вещества, запахивании соломы и сидератов структурность темно-каштановых почв повышалась до 70–75 %.

На структурность темно-каштановых почв положительно влияла величина суммы поглощенных оснований. Коэффициент корреляции взаимосвязи этих показателей составлял 0,782.

Данные показывают, что хорошая структура на темно-каштановых почвах может формироваться при сумме поглощенных оснований не менее 30–35 мг-экв. на 100 г почвы.

Важную роль в структурообразовании играет обменный кальций. На темно-каштановых почвах в наших исследованиях, коэффициент корреляции взаимосвязи этих величин равнялся 0,529.

Для поддержания структурности почвы в хорошем состоянии, как показал анализ, обменного кальция должно быть не менее 20–25 мг-экв. на 100 г почвы.

В условиях темно-каштановых почв высокое содержание обменного магния в почвенно-поглощающем комплексе приводило к ухудшению структурного состояния почвы. При этом коэффициент составлял - 0,513. Из анализа видно, что содержание магния более 5 мг-экв. на 100 г почвы заметно снижало количество структурных агрегатов.

Интересно влияние соотношения обменного кальция и магния на струк-

турность почвы. Очевидно, что при увеличении обменного кальция в соотношении улучшается структурность темно-каштановых почв. Особенно это было заметно при увеличении соотношении этих элементов более 4,3–4,4. Коэффициент корреляции в этом случае составлял 0,903.

Как показали данные опыта, под озимой пшеницей меньше всего плотность почвы была на варианте с внесением навоза, соломы и запашкой сидератов. Снижение отмечено на 7,3 %.

При внесении навоза на фоне минеральных удобрений плотность почвы в слое 0–30 см 1,17 г/см³, различие с контролем здесь равнялось 4,9 %.

При внесении минеральных удобрений почва имела плотность одинаковую с контролем и составляла в слое 0–30 см 1,24 г/см³.

Плотность почвы под озимой пшеницей колебалась от 1,14 до 1,24 г/см³ с отклонением по годам $\pm 0,025 \dots 0,037$ г/см³. Коэффициент вариации изменялся по годам от 0,021 до 0,032. Внесение минеральных удобрений не оказывало влияния на плотность почвы. Внесение навоза статистически достоверно снижало плотность почвы на 5,1 % (или на 0,06 г/см³).

Аналогично навозу на плотность почвы влияли органо-минеральные удобрения и сидераты. В этом случае уменьшение плотности почвы составило 0,06...0,09 г/см³, или 5,1–8,2 %.

С повышением плотности почвы содержание нитратов в ней заметно уменьшалось. Коэффициент корреляции в этом случае равнялся - 0,629.

Данные анализа показали, что увеличение плотности с 1,08 до 1,30 г/см³ снижало содержание нитратного азота в пахотном слое с 3,8 до 2,6 мг на 100 г почвы, или на 31,5 %.

Исследования показали, что плотность темно-каштановых почв в значи-

тельной мере зависит от многих факторов и прежде всего от гумуса, свежего органического вещества, поступившего в почву, от ее структурного состояния, суммы поглощенных оснований, обменного кальция и магния и т.д.

Содержание гумуса в почве тесно коррелировало с плотностью. Коэффициент корреляции составил в этом случае – 0,413.

Заметное снижение плотности отмечалось при увеличении содержания гумуса в почве свыше 3,10 %.

Внесение свежего органического вещества в почву также заметно снижало плотность сложения верхнего пахотного слоя почвы. Коэффициент корреляции составлял – 0,587.

С увеличением количества структурных агрегатов уменьшалась плотность сложения почвы. Эти величины имели тесную корреляционную зависимость. Коэффициент корреляции равнялся – 0,874.

Плотность почвы интенсивно уменьшалась при увеличении структурных агрегатов в интервалах 60–67 и 70–75 %.

Положительное влияние навоза, соломы и сидератов на водно-физические свойства почвы приводило к улучшению водопроницаемости темно-каштановых почв. Это способствовало лучшему впитыванию осенне-зимних осадков в почву, увеличению запасов продуктивной влаги, повышению коэффициента использования осадков.

Без внесения удобрений и при внесении минеральных удобрений количество продуктивной влаги в метровом слое почвы равнялось 112,6–118,3 мм.

Внесение органических и сидеральных удобрений повысило запасы влаги в почве по сравнению с контролем до 129,3 мм или на 14,8 %.

Применение органических и сидеральных удобрений в первой ротации

приводило к накоплению дополнительно в почве 9,1–14,2 мм влаги, что давало потенциальную возможность повысить урожайность зерна за счет увеличения запасов влаги в почве.

С улучшением водно-физических свойств почвы улучшался водный режим, что важно для Западного Казахстана, где лимитирующим фактором роста и развития озимой пшеницы является обеспеченность ее влагой.

ВЫВОДЫ

В результате многолетних комплексных исследований установлено, что в условиях Западного Казахстана применение органических и сидерально-органических удобрений способствовало улучшению агрохимических и агрофизических свойств почвы.

Использование органических, органо-минеральных и сидерально-органических удобрений обеспечивало накопление азота в почве. Под озимой пшеницей в слое почвы 0–40 см содержание нитратного азота при внесении органических удобрений по сравнению с контролем (без удобрений) повысилось на 1,24 мг/100 г, при использовании органо-минеральных удобрений на 1,61 мг/100 г, а при заделке зеленой массы донника на 1,24 мг/100 г почвы.

На фосфорный режим темно-каштановых почв наиболее благоприятно действовал прием с применением навоза, соломы и сидератов. Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0–40 см на вариантах с использованием органических, органо-минеральных и сидерально-органических удобрений составило 2,49; 2,65; 2,40 мг/100 г почвы, что больше по сравнению с контролем (без удобрений) соответственно на 1,23, 1,39 и 1,14 мг/100 г почвы.

Плотность почвы на этих вариантах по сравнению с контролем (без удобре-

ний) снизилась на 7,0–8,5 %, а пористость увеличилась на 1,5–6,0 %. Внесение органических и сидерально-органических удобрений оказало положительное влияние на влажность почвы. По сравнению с контролем (без удобрений) дополнительно накапливалось 9,1–14,2 мм влаги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений / Жученко А.А. Кишинев: Штиинца, 1980. 272 с.
2. Kirkham M. Disposal sludge on land: effect on soils, plants and ground water // Compost Sci. 1974. Vol. 15. № 2. P. 6–10.
3. Gaynor S.D. Soil degradation of wastewater sludges containing chemical precipitants // Snuiron. Pulut. 1979. Vol. 20. № 1. P. 57–64.
4. Цуркан М.А. Агрехимические основы применения органических удобрений. Кишинев: Штиинца. 1985. 287 с.
5. Гетманец А.Я., Дудченко Л.М., Усенко Ю.И. Влияние длительного применения удобрений на агрохимические показатели обыкновенного чернозема и урожай зерновых культур в севообороте // Агрехимия. 1978. № 10. С. 51–56.
6. Самойлова Г.А. Влияние систематического применения удобрений на изменение свойств почв Западной Сибири: Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. Барнаул, 1970. 20 с.
7. Авров О.Е. Использование соломы в сельском хозяйстве / Авров О.Е., Мороз З.М. Л.: Колос. 1979. 199 с.
8. Авров О.Е. Влияние внесения соломы на фиксацию атмосферного азота бобовыми растениями // Агрехимия. 1977. № 6. С. 11–17.
9. Назаров И.В. Влияние длительного применения удобрений на окислительно-восстановительные свойства и буферность чернозема южного // Сб. материалов науч. конф. Пенза: ВЦ ПГСХА. 2000. С. 52–54.
10. Алексеев Е.К. Зеленое удобрение на орошаемых землях / Алексеев Е.К. М.: Сельхозгиз. 1957. 284 с.
11. Кант Г. Зеленое удобрение. М. 1982. 96 с.
12. Буянкин В.Н., Кучеров В.С. Земледелие Северо-Запада Казахстана. Самара. 1982. 98 с.
13. Вьюрков В.В. Использование соломы для воспроизводства органического вещества почвы в полевых севооборотах сухостепной зоны Приуралья // Вестник ЗКГУ 2001. № 2. С. 40–45.
14. Бозымов К.К., Траисов Б.Б., Кучеров В.С., Насиев Б.Н. Сельскохозяйственное производство степного Приуралья: возрождение и интенсификация. Уральск. 2008. С. 50–55.
15. Берзин А.М., Чупрова В.В., Волошин Е.И. Влияние сидератов на плодородие чернозема выщелоченного и урожайность зерновых культур в Красноярской лесостепи / Агрехимия. 1994. № 1. С. 16–24.
16. Голубев В.Д. Удобрения в орошаемом земледелии Поволжья / Голубев В.Д. Саратов: Приволжское кн. изд-во, 1987. 120 с.
17. Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М.: Колос. 1972. 237 с.

ТҮЙІН

Батыс-Қазақстан аймағында ауыспалы егістерде органикалық тыңайтқыштармен қатар сидераттарды пайдалану топырақтың агрофизикалық және агрохимиялық көрсеткіштерін жақсартып мол өнімге кепілдік береді.

RESUME

In conditions of the West Kazakhstan the use of fertilizers- manure, straws, siderite –not only increases crop capacity of crop rotation, but also improves agrochemical, agrophysical properties of the soil.