

К ВОПРОСУ О ТКАНЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПИТАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯD.I. Eryomin, Yu.P. Kibuk,
A.S. AkhmetovaTO THE QUESTION OF TISSUE DIAGNOSIS OF CROPS NUTRITION
IN PRECISION FARMING SYSTEM

Ерёмин Д.И. – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и агрохимии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru

Кибук Ю.П. – магистрант каф. почвоведения и агрохимии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: kibuk_y@mail.ru

Ахметова А.С. – магистрант каф. почвоведения и агрохимии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: kibuk_y@mail.ru

Eryomin D. I. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, State Agricultural University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru

Kibuk Yu.P. – Magistrate Student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, State Agricultural University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: kibuk_y@mail.ru

Akhmetova A.S. – Magistrate Student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, State Agricultural University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: kibuk_y@mail.ru

Использование дифференцированного способа внесения минеральных удобрений предусматривает выращивание зерновых культур с учетом плодородия каждого элементарного участка поля. Для повышения эффективности этого способа и своевременного реагирования на обеспеченность посевов питательными веществами необходима система диагностики питания. Использование традиционной диагностики питания имеет определенные ограничения, поскольку их обычно разрабатывали для овощных культур. Целью исследования было изучение возможности использования растительной диагностики, основанной на экстракции нитратов и водорастворимых минеральных фосфатов из вегетирующих частей яровой пшеницы при дифференцированном способе внесения удобрений. Опыты проводились в лесостепной зоне Зауралья на поле с сильно выраженной по плодородию пространственной неоднородностью. Было установлено, что при дифференцированном способе внесения удобрений на планируемую урожайность содержание нитратов в яровой пшенице возрастает с 6,73 до 34,63 мг/%. Вы-

явлено, что дифференцированное внесение удобрений на планируемую урожайность 3,0 и 4,0 т/га способствует уменьшению содержания нитратов до 8,78 и 19,68 мг/% соответственно. Содержание нитратов в яровой пшенице в период ее кущения не взаимосвязано с содержанием нитратного азота в пахотном слое – коэффициент корреляции был минимальным (-0,14). Установлено, что корреляционная связь между содержанием нитратов в почве в период кущения и урожайностью яровой пшеницы отсутствует – коэффициент корреляции составляет 0,17 единиц. Средняя степень зависимости обнаружена между содержанием нитратов в листьях яровой пшеницы и урожайностью ($k = 0,63$ ед.). Использование традиционной диагностики питания растений, основанной на экстракции нитратов и водорастворимых минеральных фосфатов не приемлемо для использования на зерновых культурах, поскольку они не отражают реального состояния обеспеченности культур питательными веществами.

Ключевые слова: космические системы земледелия, точное земледелие, дифференци-

рованный способ внесения удобрений, растительная диагностика, корреляция, содержание нитратов в растениях и почве.

Using differentiated way of introduction of mineral fertilizers provides cultivation of grain crops taking into account fertility of each elementary site of a field. The system of diagnostics of nutrition is necessary for increasing efficiency of this way and timely response to security of crops with nutrients. Using of traditional diagnostics of food has certain restrictions as they were developed usually for vegetable cultures. Studying of possibility of using vegetable diagnostics based on extraction of nitrates and water-soluble mineral phosphates from vegetating parts of spring-sown wheat at differentiated way of application of fertilizers was the research objective. The experiments were made in a forest-steppe zone of Trans-Urals in the field with spatial heterogeneity which is strongly expressed in fertility. It was established that at differentiated way of application of fertilizers on planned productivity the content of nitrates increased in spring-sown wheat with 6.73 to 34.63 mg/%. It was revealed that differentiated application of fertilizers on the planned productivity of 3.0 and 4.0 t/hectare promoted the reduction of the content of nitrates to 8.78 and 19.68 mg/ % respectively. The content of nitrates in spring-sown wheat in the period of its tillering is not interconnected with the content of nitrate nitrogen in arable layer, i.e. the coefficient of correlation was minimum (-0.14). It was established that correlation communication between the content of nitrates in the soil in the period of tillering and productivity of spring-sown wheat was missing, i.e. the coefficient of correlation made 0.17 units. Average degree of dependence was found between the content of nitrates in leaves of spring-sown wheat and productivity ($k = 0.63$ units). Using of traditional diagnostics of plants nutrition basing on nitrates extraction and water-soluble mineral phosphates is not acceptable for using on grain crops as they do not reflect a real condition of security of cultures with nutrients.

Keywords: *space systems of agriculture, precision agriculture, differentiated way of fertilizers' application, vegetable diagnostics, correlation, the content of nitrates in plants and soil.*

Введение. Современное сельское хозяйство в настоящее время переходит на новый уровень развития, получивший название *точное земледелие*. Его пытались разработать и внедрить еще в 70-е годы прошлого столетия по всему миру. Однако создать систему, способную анализировать огромное количество причинно-следственных связей, соединяющих организацию сельскохозяйственных процессов, почвенно-климатических условий и конъюнктуры рынка сбыта продуктов, в полной мере не удавалось никому. Причиной этого была невозможность обработки огромного количества информации за короткий период времени, чтобы успеть отреагировать на изменения различных факторов. Это стало возможным только с появлением мощных вычислительных машин, а также благодаря внедрению космических технологий в сельское хозяйство. Без последних было бы невозможным проводить масштабный мониторинг плодородия, учитывать продуктивность пашни и составлять карты засоренности полей.

Система точного земледелия имеет мощный научный фундамент нескольких поколений и десятков научных школ ученых как прикладного, так и фундаментального направлений исследований, которые разрабатывали новейшие сорта, удобрения и технологии обработки почвы [1–3]. Аграрная наука собирала и систематизировала информацию на протяжении десятилетий для того, чтобы сформировать научно обоснованную систему точного земледелия.

Одним из факторов, сдерживающих ее внедрение, является пространственная неоднородность плодородия полей, вызванная антропогенным фактором. Ни для кого не будет секретом, что применение традиционной системы удобрений, где указывается единая на поле доза органических или минеральных удобрений, остается только на бумаге, на практике же – заплата навоза или другой органики происходит обычно на какой-то части поля. Двойные дозы минеральных удобрений на разворотных участках поля также формируют пространственную неоднородность поля по плодородию. В Западной Сибири на это накладывается еще и генетическая особенность почвенного покрова, выражаемая в ее комплексности. Исследования

С.А. Семизорова подтверждают это [4]. В результате полученных данных по почвенному покрову и анализа несоответствия урожайности сельскохозяйственных культур профессором Н.В. Абрамовым была сформулирована новая концепция земледелия, получившая название «Использование космических технологий в системе земледелия» [5]. Идея была предложена своевременно и стала наиболее актуальной в условиях современной технологии, поскольку она позволяет оптимизировать работу на всех направлениях агропроизводственного цикла.

Одной из проблем точного земледелия стала научно обоснованная оптимизация минерального питания, поскольку именно удобрения являются мощнейшим фактором увеличения продуктивности пашни и воспроизводства плодородия. Возникли вопросы, на которые научная школа Н.В. Абрамова ищет ответы. Прежде всего, как выровнять поля по запасам питательных веществ? Другой проблемой стала диагностика питания сельскохозяйственных культур, способная эффективно установить проблему и в кратчайшие сроки решить ее. Предлагались различные методы диагностики питания, одной из которых является система «ПРОД», разработанная профессором Ю.И. Ермохиным. Однако ни одна из них не дает четкого решения проблемы диагностирования питания.

Цель исследования: изучение взаимосвязи результатов тканевой диагностики яровой пшеницы с почвенными запасами питательных веществ.

Для достижения цели необходимо было решить ряд **задач**:

- установить пространственную неоднородность поля по содержанию нитратного азота и подвижного фосфора;

- определить содержание нитратов и фосфора в вегетирующих частях яровой пшеницы в момент ее кущения;

- провести корреляционный и регрессионный анализ полученных результатов.

Условия и методы проведения исследования. Особенностью почв, вовлеченных в пахотный фонд Западной Сибири, является неустойчивый азотно-фосфорный режим [6–8]. Во время осенних или весенних дождей нитраты

временно уходят за пределы корнеобитаемого слоя, и проводимый до посева агрохимический анализ обычно не показывает реальной картины [9]. Поэтому использование растительной диагностики и подкормок может решить проблему получения выровненного по всему полю урожая, применяя оптимальное количество удобрений.

Перед проведением опыта был подобран участок с содержанием подвижного фосфора и калия, достаточного для получения планируемых урожаев за счет внесения только азотных удобрений. Исследование проводилось на территории ФГУП «Учхоз», расположенного в Тюменском районе. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый, сформировавшийся на покровных суглинках с типичными морфологическими для лесостепной зоны Зауралья признаками и свойствами.

Опыт предусматривал следующие варианты:

1. Контроль (без внесения минеральных удобрений).

2. Традиционный способ внесения средней нормы аммиачной селитры на поле из расчета на планируемую урожайность 3,0 т/га.

3. Дифференцированное внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность яровой пшеницы 3,0 т/га.

4. Дифференцированное внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность яровой пшеницы 4,0 т/га.

5. Дифференцированное внесение минеральных удобрений на запланированную урожайность 4,0 т/га + подкормка в фазу кущения в дозе N_{30} кг д.в./га.

Аналитические работы выполнялись в лаборатории кафедры почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья согласно ГОСТов и общепринятых методик. Содержание в почве: нитратного азота – дисульфифеноловым методом; подвижного фосфора – по Чирикову. Нитраты и фосфаты в яровой пшенице определяли путем экстрагирования 2 %-й уксусной кислотой [10]. Отбор образцов проводился в период кущения яровой пшеницы.

Основная обработка почвы проводилась осенью после уборки предшествующей культуры плугом ПН-8-35 на глубину 20–25 см. Весной

при наступлении физической спелости почвы поле боронили в два следа зубowymi боронами 22БЗСС-1,0. Высевали яровую пшеницу в оптимальный для лесостепной зоны срок (15–20 мая) на глубину 5-6 см, посевным комплексом John Deere 730, с нормой высева 6,2 миллионов всхожих семян на гектар.

Расчет доз минеральных удобрений проводили балансовым методом с учетом содержания элементов питания в почве перед посевом по каждому элементарному участку, площадь которого составляла 2 гектара. Минеральные удобрения вносились из расчета на планируемую урожайность яровой пшеницы по элементарным участкам. Технология дифференцированного внесения минеральных удобрений по элементарным участкам подробно описана в

работе Н.В. Абрамова, С.А. Семизорова и С.В. Шерстобитова [11].

Результаты исследования и их обсуждение. В период кущения яровой пшеницы содержание нитратного азота на контроле варьировало от 5,9 до 16,5 мг/кг почвы (рис. 1). Ранее внесенные традиционным способом удобрения в дозе 150 кг аммиачной селитры не смогли выровнять вариант по содержанию нитратов на элементарных участках – значения варьировали в пределах 4,0–20,6 мг/кг. Полученные данные убедительно свидетельствуют о проявлении пространственной неоднородности стационарного участка по нитратному азоту. Столь сильные отклонения неминуемо приведут к формированию различной урожайности яровой пшеницы на элементарных участках.

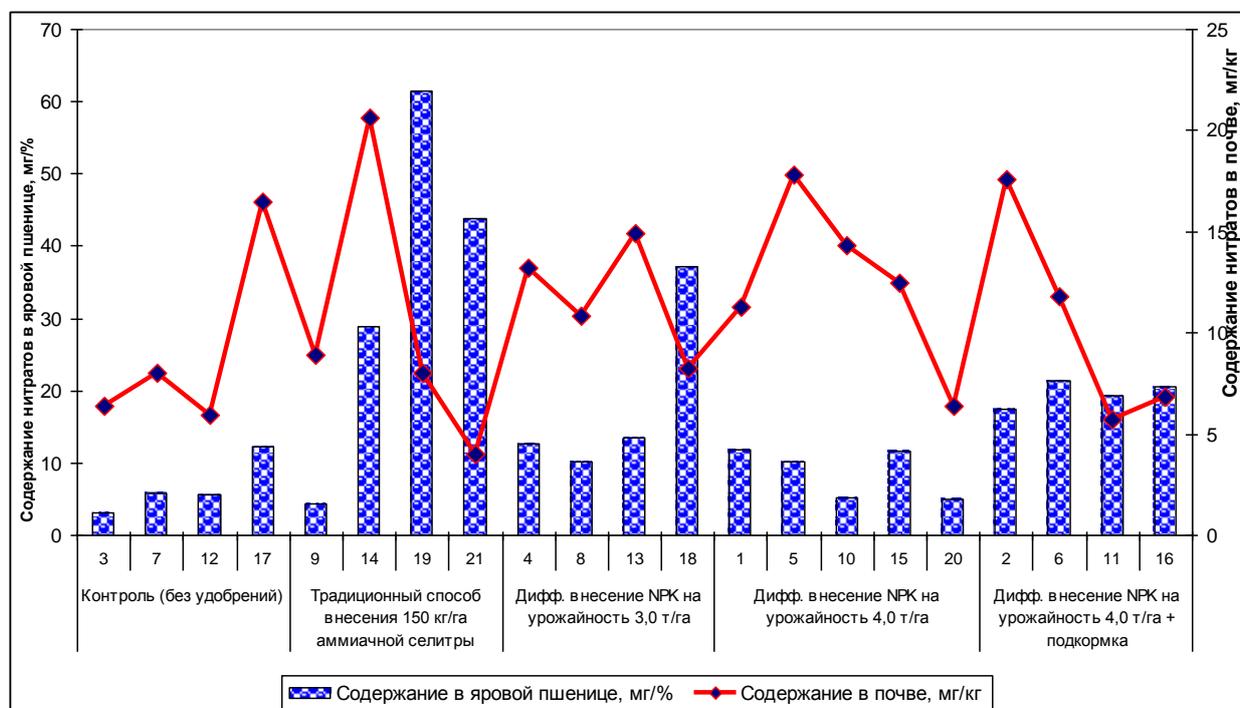


Рис. 1. Содержание нитратного азота в листьях яровой пшеницы, мг/%, и почве, мг/кг, (фаза кущения)

Содержание нитратов в листьях яровой пшеницы во время кущения также характеризовалось нестабильностью значений по элементарным участкам. На контроле значения варьировало от 3,1 до 16,5 мг/%, а на варианте с традиционным внесением удобрений отклонение содержания нитратов в яровой пшенице было еще больше – от 4,3 до 61,5 мг/%. Сравнивая содер-

жание нитратов в почве и растениях на этих вариантах, мы не установили четкой корреляционной зависимости между этими значениями. Это наглядно показывает существующую проблему азотного питания зерновых культур на полях Западной Сибири.

Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность яровой пшеницы 3,0 диф-

ференцированным способом с учетом почвенного плодородия каждого элементарного участка не оказал серьезного влияния на выравнивание поля по содержанию нитратного азота в почве. Значения варьировали от 8,2 до 14,9 мг/кг, что практически соответствовало контролю. Повышение уровня минерального питания, обеспечивающего получение планируемой урожайности 4,0 т/га, усугубило ситуацию с выравниванием поля по нитратному азоту, содержание которого в период кущения пшеницы варьировало по элементарным участкам от 6,4 до 17,8 мг/кг почвы – разница между минимумом и максимумом была почти трехкратной. Проведенный анализ яровой пшеницы в период ее кущения показал, что содержание нитратов в экстракте также варьирует в большом диапазоне. На варианте с дифференцированным внесением удобрений на планируемую урожайность 3,0 т/га были отмечены минимальные и максимальные значения 10,1 и 37,1 мг/% соответственно, что явно не соответствовало рабочей гипотезе исследования. Увеличение дозы удобрений, рассчитанной на получение 4,0 т/га, привело к накоплению нитратов в вегетирующих частях яровой пшеницы в количестве 5,0–11,9 мг/%, что было на одном уровне с контролем.

Частичное уменьшение предпосевной дозы и проведение азотной подкормки в фазу кущения, рассчитанные на получение 4,0 т/га зерна яровой пшеницы, благоприятно сказались на выравнивании содержания нитратов в вегетирующих частях – варьирование было в пределах 17,5–21,4 мг/%.

Относительная выравниваемость по содержанию $N-NO_3$ обусловлена коротким периодом между азотной подкормкой и отбором растительных образцов. Именно этот факт доказывает несостоятельность принципа растительной диагностики по нитратному азоту на зерновых культурах. Проведенный корреляционный анализ показал практически полное отсутствие связи между нитратным азотом в почве и его содержанием в яровой пшенице в период кущения – коэффициент корреляции был равен -0,14 ед.

Поэтому проводить дальнейший регрессионный анализ для получения математических уравнений, используемых в оптимизации системы удобрений, было нецелесообразно. Причиной отсутствия тесной корреляционной связи является тот факт, что яровая пшеница, потребляя нитратный азот, уже в корнях частично трансформирует его в азотсодержащие органические соединения. В надземных частях зерновых культур нитраты в очень короткий срок вовлекаются в биохимические реакции [12]. Поэтому использование растительной диагностики на основе определения нитратного азота, разработанной для овощных растений, на зерновых культурах нецелесообразно. Мы не можем с большой достоверностью определить обеспеченность яровой пшеницы нитратным азотом, и тем более нельзя установить причины отсутствия нитратов в зеленых частях растений – или это их дефицит в почве, или слабая поглощающая активность корневой системы, вызванная различными факторами. Использование же определения общего азота в растениях, которым мог бы показать более информативную картину и, возможно, установить корреляционную зависимость между содержанием нитратов в почве и в растениях, маловероятно, поскольку провести такой химический анализ в полевых условиях, без соответствующего оборудования не представляется возможным.

Фосфор в почве и растениях является более стабильным показателем по сравнению с азотом. В почве он не мигрирует на большую глубину и не накапливается в результате микробиологической деятельности. Пространственная неоднородность содержания доступных для растений фосфатов обусловлена многолетним внесением органических и минеральных удобрений.

Как показали наши исследования, содержание подвижного фосфора по элементарным участкам контроля варьировало от 11 до 491 мг/кг (рис. 2). Столь огромная разница объясняется тем, что два элементарных участка попали на территорию, где учхоз вносил органические удобрения.

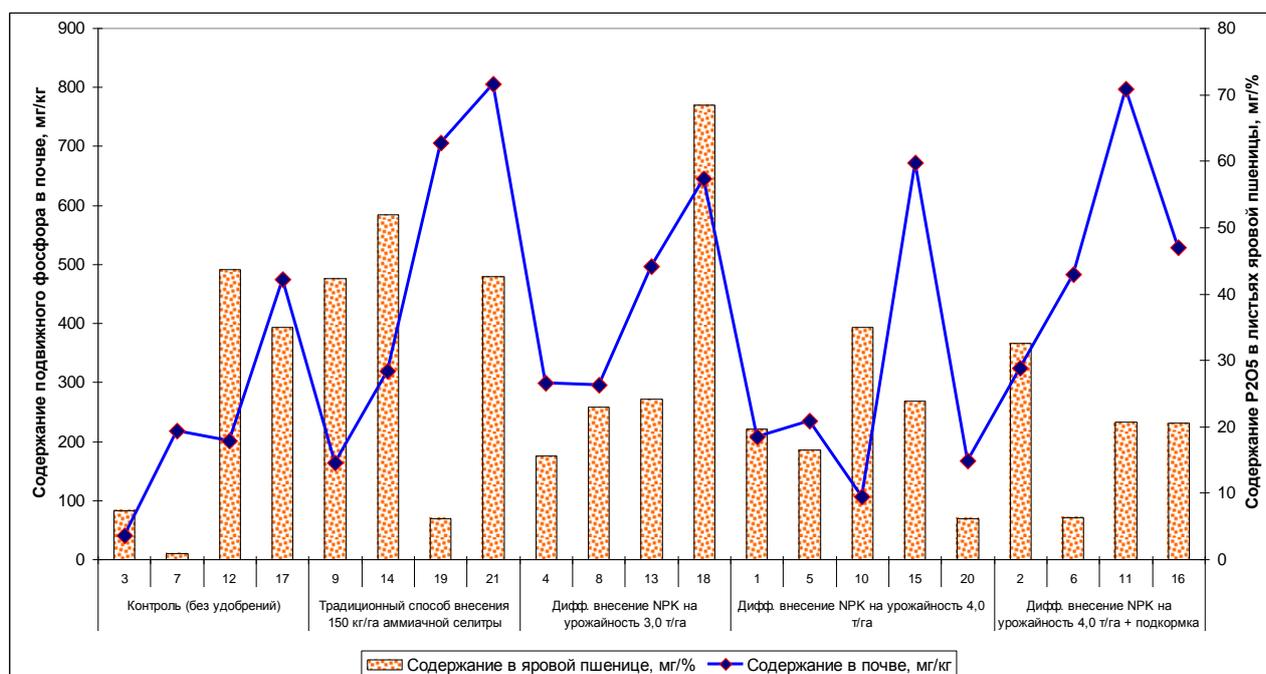


Рис. 2. Содержание подвижного фосфора в почве, мг/кг, и P₂O₅ в листьях яровой пшеницы, мг/% (кущение)

Проведенный анализ растений показал, что четкая взаимосвязь между содержанием фосфора в почве и яровой пшеницы отсутствует. На элементарных участках 12 и 17 содержание фосфора в период кущения составило 491 и 393 мг/кг почвы, тогда как в растениях фосфор находился в различной концентрации – 17,9 и 42,2 мг/% соответственно. Как было сказано ранее, фосфорные удобрения в опыте не вносились, поэтому все варианты характеризовались сильным варьированием по содержанию подвижных фосфатов в почве – коэффициент вариации составил 67 %, что характеризует стационар значительной степенью изменчивости фосфатного состояния. Анализ содержания минерального фосфора в растениях (экстракция 2 %-й вытяжкой уксусной кислоты) показал аналогичную сильную изменчивость показателя – коэффициент вариации составил 60 %.

Расчет корреляционной зависимости между содержанием подвижного фосфора в почве и минеральными фосфатами в экстракте из яровой пшеницы показал полное отсутствие связи между ними ($k = 0,17$). Поэтому использование традиционной тканевой диагностики, основанной на экстрагировании веществ каким-либо растворителем, неэффективно. Отсутствие корреляционной связи объясняется быстрым вовлечением минерального фосфора в биохими-

ческий цикл и трансформацией в фосфорорганические соединения. Поэтому необходимо разрабатывать новую систему диагностики питания для зерновых культур, поскольку традиционная диагностика не подходит.

Средняя урожайность яровой пшеницы на контроле составила 2,85 т/га, варьирование по элементарным участкам было не столь значительно – разность между максимальным и минимальным значением составила 0,7 т/га. Получение относительно высокой урожайности без удобрений объясняется высоким плодородием и благоприятным качественным составом гумуса пахотных черноземов Северного Зауралья [13, 14]. Внесение 150 кг аммиачной селитры, как это делают во многих хозяйствах Тюменской области, положительно сказалось на урожае, который достиг 4,53 т/га в среднем по варианту. Выход зерна по элементарным участкам показал, что урожайность варьировала от 3,0 до 4,9 т/га, что объясняется почвенной неоднородностью содержания питательных веществ. Столь значительная разница может негативно сказаться на созревании зерна, поскольку формирующийся урожай свыше 4,0 т/га затягивает вегетацию на 1,5–2,0 недели [15].

Дифференцированное внесение удобрений на планируемую урожайность зерновых культур должно обеспечить выравнивание урожая и по-

лучение планируемой урожайности на полях с различной пространственной неоднородностью плодородия. В наших опытах дифференцированное внесение удобрений на планируемую урожайность 3,0 т/га не достигло поставленной цели – урожайность по элементарным участкам варьировала от 3,0 до 4,6 т/га, при среднем сборе зерна с варианта 3,83 т/га. Дальнейшее повышение уровня минерального питания (NPK на 4,0 т/га) с использованием дифференцированного внесения удобрений также оказало

негативное влияние на урожайность яровой пшеницы – в среднем по варианту она составила 3,64 т/га. Несмотря на уменьшение степени варьирования (разница между максимумом и минимумом) до 0,9 т/га планируемая урожайность не была достигнута. Объяснить это погодными условиями не представляется возможным, поскольку на варианте с традиционным внесением 150 кг аммиачной селитры был получен урожай свыше 4,0 т/га.

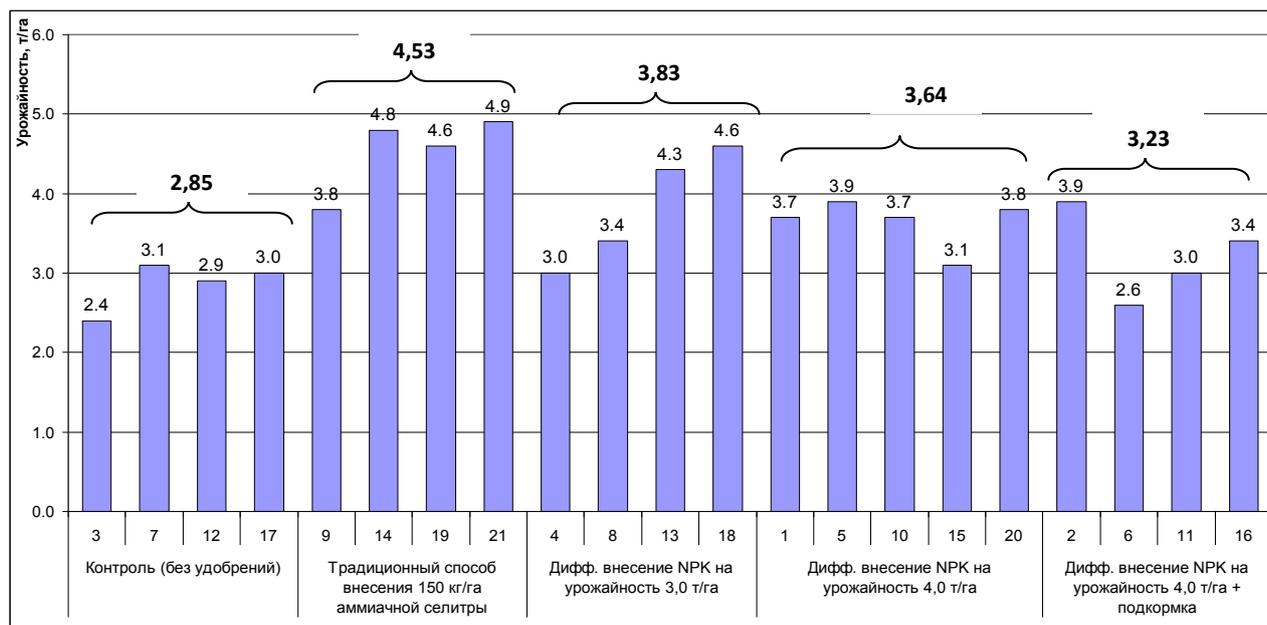


Рис. 3. Урожайность яровой пшеницы при использовании дифференцированной системы удобрений, т/га

Корреляционный анализ показал, что взаимосвязь между содержанием нитратов в почве и урожаем отсутствует – коэффициент составил 0,16 ед. Также установлено, что связь между содержанием нитратов в растениях и урожае составляет 0,63 % и соответствует слабой зависимости. Отсутствие корреляционных связей между изучаемыми показателями достоверно указывает на несовершенство используемой методики тканевой диагностики, изначально которую создавали для овощных культур.

Выводы

1. Использование технологии дифференцированного внесения минеральных удобрений на планируемую урожайность зерновых культур

при существующей системе земледелия уменьшает пространственную неоднородность поля по содержанию нитратного азота в почве. Разница между минимальным и максимальным содержанием нитратного азота в период кущения яровой пшеницы на вариантах с дифференцированным внесением удобрений на планируемую урожайность 3,0 и 4,0 т/га составляет 14,9 и 6,7 мг/кг соответственно. На варианте с традиционным способом внесения (N_{150}) этот показатель составляет 16,6 мг/кг почвы.

2. При использовании традиционного способа внесения удобрений содержание нитратного азота в яровой пшенице увеличивается с 6,73 до 34,63 мг/%. Дифференцированное внесение удобрений на планируемую урожайность 3,0 и

4,0 т/га способствует уменьшению содержания нитратов до 8,78 и 19,68 мг/% соответственно.

3. Содержание минерального фосфора в яровой пшенице в период ее кущения варьирует в широких пределах – 3,6–71,6 мг/%. Четкой корреляционной зависимости между содержанием фосфора в пшенице, вносимым азотными удобрениями, и содержанием подвижного фосфора в почве не установлено – коэффициент корреляции не превышает 0,2 ед.

4. Содержание нитратов в яровой пшенице в период ее кущения не взаимосвязано с содержанием нитратного азота в пахотном слое – коэффициент корреляции составляет -0,14 ед. Также отсутствует корреляционная связь между содержанием нитратов в почве в период кущения и урожайностью яровой пшеницы – коэффициент корреляции составляет 0,17 ед. Средняя степень зависимости обнаружена между содержанием нитратов в листьях яровой пшеницы и урожайностью ($k = 0,63$ ед.).

5. Использование традиционной диагностики питания растений, основанной на экстракции нитратов и водорастворимых минеральных фосфатов, не приемлемо для использования на зерновых культурах, поскольку они не отражают реального состояния обеспеченности культур питательными веществами. Отсутствие тесной корреляционной связи между содержанием нитратов и фосфора в почве и яровой пшеницы обусловлено быстрым вовлечением их в биохимический круговорот.

Литература

1. *Логинов Ю.П., Казак А.А., Юдин А.А.* Сортовые ресурсы яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири и совершенствование их на перспективу // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2012. – № 3. – С. 18–24.
2. *Остапенко А.В., Тоболова Г.В.* Применение метода электрофореза проламинов овса для определения гибридной природы зерен F1 // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 2 (125). – С. 14–21.
3. *Ибрагимова М.З., Остапенко А.В.* Характеристика генетического разнообразия сибирских сортов овса *Avena L.* по спектрам авенина // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 6. – С. 126–133.
4. *Семизоров С.А.* Дифференцированная основная обработка лугово-черноземной почвы при различном уровне минерального питания в Северном Зауралье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 2013. – 19 с.
5. *Абрамов Н.В., Федоткин В.Л., Ершов П.Ф.* Земледелие Западной Сибири: учебник. – 2-е изд. – Тюмень: Изд-во ТГСХА, 2009. – 368 с.
6. *Ульянова О.А., Горлова О.П., Курченко Н.Л.* и др. Изменение биологических и агрохимических свойств агрочернозема под действием удобрений в Красноярской лесостепи // Плодородие. – 2015. – № 2(83). – С. 41–44.
7. *Чупрова В.В., Ерохина Н.Л., Александрова С.В.* Запасы и потоки азота в агроценозах Средней Сибири. – Красноярск, 2006. – 171 с.
8. *Еремин Д.И.* Динамика подвижного фосфора пахотного чернозема при длительном использовании органоминеральной системы удобрения в лесостепной зоне Зауралья // Плодородие. – 2015. – № 4(85). – С. 13–16.
9. *Еремин Д.И., Притчина Г.Д.* Проблема азотного питания яровой пшеницы в условиях северной лесостепи Тюменской области // Вестн. ТюмГУ. Экология и природопользование. – 2007. – № 6. – С. 173–177.
10. *Ермохин Ю.И.* Основы прикладной агрохимии: учеб. пособие. – Омск: Вариант-Сибирь, 2004. – 120 с.
11. *Абрамов Н.В., Семизоров С.А., Шерстобитов С.В.* Земледелие с использованием космических систем // Земледелие. – 2015. – № 6. – С. 13–18.
12. *Лекомцев П.В.* Научно-методическое обеспечение управления продукционным процессом яровой пшеницы в системе точного земледелия: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – СПб., 2015. – 50 с.
13. *Еремин Д.И., Абрамова С.В.* Биологическая активность и нитратный режим выщелоченных черноземов и луговых почв Тобол-Ишимского междуречья // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 2. – С. 67–71.
14. *Eremin D.I.* Changes in the content and quality of humus in leached chernozems of the Trans-Ural forest-steppe zone under the impact of their agricultural use // Eurasian soil science. – 2016. – Т. 49, № 5. – pp. 538–545.
15. *Белкина Р.И., Масленко М.И.* Роль удобрений и азотной подкормки в повышении качества зерна пшеницы М.И. Масленко // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2012. – № 2. – С. 35–38.

Literatura

1. *Loginov YU.P., Kazak A.A., YUdin A.A.* Sortovye resursy yarovoj myagkoj pshenicy v Zapadnoj Sibiri i sovershenstvovanie ih na perspektivu // *Sib. vestn. s.-h. nauki.* – 2012. – № 3. – S. 18–24.
2. *Ostapenko A.V., Tobolova G.V.* Primenenie metoda ehlektroforeza prolaminov ovsa dlya opredeleniya gibridnoj prirody zeren F1 // *Vestn. KrasGAU.* – 2017. – № 2 (125). – S. 14–21.
3. *Ibragimova M.Z., Ostapenko A.V.* Harakteristika geneticheskogo raznoobraziya sibirskih sortov ovsa *Avena L.* po spektram avenina // *Vestn. KrasGAU.* – 2016. – № 6. – S. 126–133.
4. *Semizorov S.A.* Differencirovannaya osnovnaya obrabotka lugovo-chernozemnoj pochvy pri razlichnom urovne mineral'nogo pitaniya v Severnom Zaural'e: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. – Krasnoyarsk, 2013. – 19 s.
5. *Abramov N.V., Fedotkin V.L., Ershov P.F.* Zemledelie Zapadnoj Sibiri: uchebnik. – 2-e izd. – Tyumen': Izd-vo TGSKHA, 2009. – 368 s.
6. *Ul'yanova O.A., Gorlova O.P., Kurachenko N.L.* i dr. Izmenenie biologicheskikh i agrohimicheskikh svojstv agrochernozema pod dejstviem udobrenij v Krasnoyarskoj lesostepi // *Plodorodie.* – 2015. – № 2(83). – S. 41–44.
7. *Chuprova V.V., Erohina N.L., Aleksandrova S.V.* Zapasy i potoki azota v agrocenozah Srednej Sibiri. – Krasnoyarsk, 2006. – 171 s.
8. *Eremin D.I.* Dinamika podvizhnogo fosfora pahotnogo chernozema pri dlitel'nom ispol'zovanii organomineral'noj sistemy udobreniya v lesostepnoj zone Zaural'ya // *Plodorodie.* – 2015. – № 4(85). – S. 13–16.
9. *Eremin D.I., Pritchina G.D.* Problema azotnogo pitaniya yarovoj pshenicy v usloviyah severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti // *Vestn. TyumGU. EHkologiya i prirodopol'zovanie.* – 2007. – № 6. – S. 173–177.
10. *Ermohin Yu.I.* Osnovy prikladnoj agrohimii: ucheb. posobie. – Omsk: Variant-Sibir', 2004. – 120 s.
11. *Abramov N.V., Semizorov S.A., SHERSTOBITOV S.V.* Zemledelie s ispol'zovanie kosmicheskikh sistem // *Zemledelie.* – 2015. – № 6. – S. 13–18.
12. *Lekomcev P.V.* Nauchno-metodicheskoe obespechenie upravleniya produkcionnym processom yarovoj pshenicy v sisteme tochnogo zemledeliya: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – SPb., 2015. – 50 s.
13. *Eremin D.I., Abramova S.V.* Biologicheskaya aktivnost' i nitratnyj rezhim vshchelochennyh chernozemov i lugovyh pochv Tobolskogo mezhdurech'ya // *Vestn. KrasGAU.* – 2008. – № 2. – S. 67–71.
14. *Eremin D.I.* Changes in the content and quality of humus in leached chernozems of the Trans-Ural forest-steppe zone under the impact of their agricultural use // *Eurasian soil science.* – 2016. – T. 49, № 5. – pp. 538–545.
15. *Belkina R.I., Maslenko M.I.* Rol' udobrenij i azotnoj podkormki v povyshenii kachestva zerna pshenicy M.I. Maslenko // *Sib. vestn. s.-h. nauki.* – 2012. – № 2. – S. 35–38.

