

2. ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

УДК 631.8:633.112.9:631.445.2

ОСОБЕННОСТИ УДОБРЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ С ОЧЕНЬ ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ФОСФОРА И КАЛИЯ

В.В. Лапа, О.Г. Кулеш, Е.Г. Мезенцева

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

По последним уточненным данным [1] около 50% глинистых и суглинистых пахотных почв Беларуси характеризуются избыточным (выше оптимальных значений) содержанием подвижных форм фосфора и калия. Высокий потенциал этих природно-антропогенных образований позволяет получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур с минимальными затратами. По данным российских ученых [2] при 16-летнем использовании хорошо окультуренных почв без удобрений в зернопропашном полевом севообороте среднегодовая продуктивность 1 га составила 5,9, а в зернопаротравяном – 5,6 т зерновых единиц. Изученность таких почв в нашей стране находится на невысоком уровне.

Рациональное использование хорошо окультуренных почв невозможно без соответствующего научного обоснования, включающего и системы удобрения. В России разработкой теоретических положений этих вопросов занимается ряд научных учреждений, среди которых и кафедра агрохимии и почвоведения Великолукской ГСХА, результаты исследований которой указывают на разную реакцию, выращиваемых на таких почвах сельскохозяйственных культур, на отдельные виды удобрений. При почти полном отсутствии прибавок от фосфорно-калийных удобрений, азотные – на протяжении многих лет оставались высокоэффективными [2, 3].

Наибольший агрономический эффект обеспечивала минеральная система удобрения, базирующаяся на повышенных дозах азота, что способствовало увеличению среднегодовой продуктивности севооборота на 32%. Применение органической системы удобрения и поддерживающего известкования не давало столь значительных прибавок урожая [4]. При этом для обеспечения воспроизводства плодородия этих почв необходимо применение органической системы удобрения с внесением доз макро- и микроэлементов, гарантирующих бездефицитность их баланса.

Установлено, что при высокой обеспеченности почвы фосфором и калием повышенная доза азота обеспечивает существенную мобилизацию почвенных запасов фосфора и калия и получение стабильно высоких урожаев, а отказ от применения фосфорных и калийных удобрений не связан с риском ухудшения

качества продукции. Однако ученые отмечают, что при ориентации системы удобрения на одностороннее применение азотных удобрений приходится считаться с неизбежностью определенного снижения запасов подвижных соединений фосфора и калия в почве. Фактический материал на этот счет достаточно противоречив [5]. По данным российских ученых, в полевых севооборотах на дерново-подзолистых почвах с высоким содержанием фосфора и калия допустимо применение одних азотных удобрений в течение пятилетнего периода с контролем свойств почвы при очередном туре агрохимического обследования.

Система удобрений в значительной мере обуславливает не только направление и интенсивность изменений окультуренности почв, уровень и устойчивость урожайности сельскохозяйственных культур, но и качество продукции [6]. Применение на дерново-подзолистых почвах удобрений в научно обоснованных дозах способствует оптимизации условий для протекания биохимических процессов в растениях, а соответственно и повышению качества продукции [7]. В то же время, с одной стороны, отмечается отрицательное воздействие как избытка азота, так и повышения концентрации фосфора и калия. Избыточно высокий уровень минерального питания нарушает сбалансированное поступление макро- и микроэлементов в растения. Это обусловлено увеличением конкуренции между ионами, изменением проницаемости мембран, подавлением энзиматической активности и нарушением энергетических и биохимических процессов [8]. С другой стороны, А.И. Иванов [3], обобщив данные полевых опытов с минеральными удобрениями, делает вывод, что риск получения экологически неблагополучной продукции на хорошо окультуренных почвах очень низок. Поскольку определенный избыток питательного элемента, например, азота, ведет не к нарушению биосинтеза, а к более интенсивному потреблению других элементов и к усилению накопления биомассы.

В последние годы в Республике Беларусь значительное место в обеспечении населения продовольственным зерном занимает яровая пшеница. По урожайности в производстве яровая пшеница превосходит рожь и овес, уступая озимым пшенице, тритикале и яровому ячменю. Для удовлетворения потребности населения Беларуси в белом хлебе ежегодно требуется примерно 0,5 млн т пшеничного зерна. Эта задача должна решаться путем дифференцированной агротехники, включающей рациональную энергосберегающую обработку почвы, качество сева, химическую защиту, а также – сбалансированное минеральное питание с учетом уровня плодородия почвы [9].

Цель исследований – установить целесообразные уровни применения органических и минеральных удобрений, обеспечивающие высокую и устойчивую урожайность яровой пшеницы, возделываемой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с очень высоким содержанием фосфора и калия в условиях Беларуси.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния органических и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорт Тома проводили в стационарном полевом опыте в ОАО «Гастелловское» Минского района Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Агрохимическая характери-

ка почвы пахотного слоя: pH_{KCl} 6,00–6,29, содержание подвижных форм фосфора – 650–750, калия – 400–500 мг/кг почвы, гумуса – 2,03–2,57%.

Опыт заложен в двух последовательно открывающихся полях. Яровая пшеница возделывалась в звене севооборота со следующим чередованием культур: вико-рапсовая смесь (2012–2013 гг.) – кукуруза на зеленую массу (2013–2014 гг.) – яровая пшеница (2014–2015 гг.).

Схема опыта включает 15 вариантов в 4-х кратной повторности. Общая площадь делянки 24,0 м² (4,0 × 6,0 м). В опыте применяли следующие удобрения: органические – навоз КРС со следующими показателями качества (в среднем за 2 года): N – 0,5%, P₂O₅ – 0,28%, K₂O – 0,6%, влажность – 75%, вносили осенью после уборки вико-рапсовой смеси; минеральные удобрения – карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий применяли в основное внесение и, кроме того, карбамид в подкормку в дозе N₃₀ в стадию 1 узла культуры согласно схеме опыта (табл. 1).

Агротехника возделывания яровой пшеницы – общепринятая для Республики Беларусь [10].

После уборки с каждой делянки опытного участка отбирали растительные образцы для определения сухого вещества (высушиванием в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С) и анализа химического состава. В образцах из одной навески после мокрого озоления по методу ЦИНАО (1976) определяли:

- фотокolorиметрически – содержание общего азота (индофенольным методом) (ГОСТ 13496.4–93) и фосфора (ванадомолибдатным методом) (ГОСТ 26657–85);
- на пламенном фотометре – содержание калия (ГОСТ 30504–97);
- на атомно-абсорбционном спектрофотометре – содержание кальция, магния, (ГОСТ 26570–95,);
- на инфракрасном спектрофотометре «Infraneo» – содержание клейковины и протеина в зерне яровой пшеницы.

Химический анализ органических удобрений выполнен в соответствии с Государственными отраслевыми стандартами: определение влаги и сухого остатка по ГОСТ 26713–85; определение общего фосфора по ГОСТ 26717–85; определение общего калия по ГОСТ 26718–85.

Метеорологические условия вегетационных периодов 2014–2015 гг. исследований различались по температурному режиму и количеству осадков, что оказало неоднозначное влияние на рост и развитие растений (рис. 1).

Весь период вегетации яровой пшеницы в 2014 г. характеризовался повышенными температурами воздуха, за исключением второй и третьей декады июня, когда температуры были ниже среднееголетних показателей на 1,3–2,8 °С, что сказалось на урожайности яровой пшеницы. Количество осадков не было лимитирующим фактором, повлиявшим на урожайность зерна пшеницы. В апреле и июле количество осадков было несколько ниже, в мае, июне и августе превышало среднееголетние показатели. ГТК за вегетационный период составил 1,6 (оптимальный).

Погодные условия вегетационного периода 2015 г. в большей степени отличались от среднееголетних показателей. Но при этом, достаточное количество осадков и оптимальный температурный режим в апреле и мае благоприятно по-

влияти на закладку и развитие генеративных и вегетативных органов растений. В дальнейшем недостаток влаги и повышенные температуры в июне и июле не оказали значительного негативного влияния на формирование урожайности зерна яровой пшеницы, которая была выше на 14–37% в зависимости от варианта, чем в 2014 г., ГТК равный 0,9 характеризует вегетационный период 2015 г. как очень засушливый.

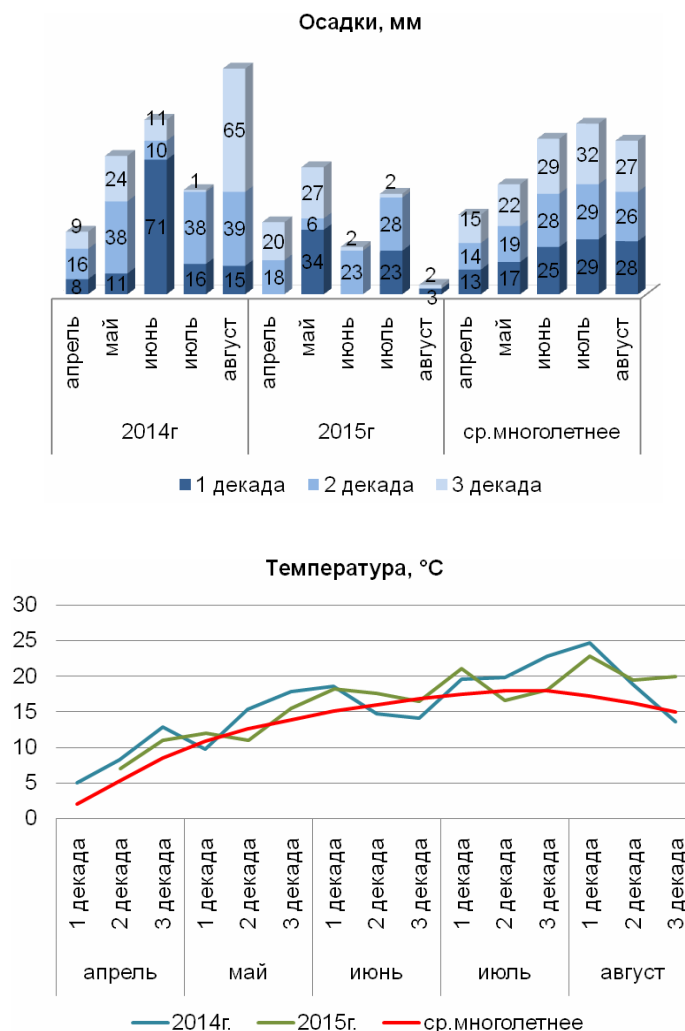


Рис. 1. Метеорологические условия вегетационных периодов 2014–2015 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований, приведенные в таблице 1, показывают, что за счет высокого уровня плодородия почвы в среднем за два года в варианте без внесения удобрений урожайность яровой пшеницы составила 50,4 ц/га.

**Урожайность яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве
с очень высоким содержанием фосфора и калия**

Вариант	Урожайность зерна, ц/га			Прибавка урожая, ц/га			Окупаемость, кг зерна		
	2014 г.	2015 г.	сред- нее	от N	от PK	от п.н.	1 кг N	1 кг PK	1 т на- воза
Без удобрений – Фон 1	43,0	57,7	50,4						
N ₆₀	54,7	67,5	61,1	10,7			17,8		
N60+30	58,4	68,4	63,4	13,0			14,4		
N90+30	62,5	73,2	67,9	17,5			14,6		
N90+30P15K30	63,5	76,3	69,9		2,0			4,4	
П.н.* 50 т/га – Фон 2	53,4	61,1	57,3			6,9			13,8
Фон 2 + N60	56,9	72,6	64,8	7,5			12,5		
Фон 2 + N60+30	58,3	76,5	67,4	10,1			11,2		
Фон 2 + N90+30	62,3	78,4	70,4	13,1			10,8		
Фон 2 + N90+30P15K30	64,8	82,2	73,5		3,1			6,9	
П.н.* 100 т/га Фон 3	53,7	61,8	57,8			7,4			7,4
Фон 3 + N60	57,1	78,1	67,6	9,8			16,3		
Фон 3 + N60+30	59,6	78,6	69,1	11,3			12,6		
Фон 3 + N90+30	62,1	81,8	72,0	14,2			11,8		
Фон 3 + N90+30P15K30	64,6	83,4	74,0		2,0			4,4	
НCP ₀₅	3,2	4,0	4,1						

Примечание. *п.н. – последствие навоза.

И.А. Иванов и др. [3], в своих исследованиях отмечают, что на так называемых «зафосфаченно-закалиенных» почвах в первом минимуме, среди макроэлементов, находится азот. В нашем опыте также наибольшие прибавки урожая яровой пшеницы были получены при внесении азотных удобрений. Возрастающие дозы азотных удобрений способствовали формированию дополнительных 7,5–17,5 ц/га зерна. Лучший эффект от применения азотных удобрений отмечен на безнавозном фоне, где прибавка составила 10,7–17,5 ц/га в зависимости от вносимой дозы. На фоне последствия 50 т/га соломистого навоза эффективность азотных удобрений несколько снизилась – дополнительный сбор зерна составил 7,5–13,1 ц/га, на фоне двойной дозы навоза (100 т/га) дополнительный сбор зерна составил 9,8–14,2 ц/га.

В.Д. Панников и В.Г. Минеев [11] приводят результаты исследований на среднекультурных почвах, которые указывают на то, что минеральные удобрения наиболее эффективны на безнавозном фоне, а при увеличении нормы навоза эффективность минеральных удобрений резко снижается. В нашем опыте также наибольшие прибавки от азотных удобрений получены на безнавозном фоне. На фонах с внесением органических удобрений эффективность азотных удобрений различалась незначительно. Однако необходимо отметить, что при увеличении дозы навоза до 100 т/га отмечалась тенденция увеличения урожайности зерна яровой пшеницы от азотных удобрений на 1,1–2,3 ц/га.

Применение фосфорных и калийных удобрений на всех изучаемых фонах оказалось малоэффективным приемом – дополнительный сбор урожая был статистически недостоверен и варьировал в пределах 2,0–3,1 ц/га.

Внесение навоза в севообороте способствовало получению дополнительных 6,9–7,4 ц/га зерна пшеницы. Считается, что последствие навоза в сильной степени зависит от дозы навоза [12]. В наших исследованиях в среднем за два года не наблюдалось увеличения продуктивности яровой пшеницы при повышении дозы навоза в два раза. Прибавка от последствия 50 т/га навоза составила 6,9 ц/га, от 100 т/га навоза – 7,4 ц/га. Возможно, на фоне с внесением 100 т/га навоза последствие навоза будет проявляться дольше, чем на фоне с применением 50 т/га навоза, что отразится на продуктивности последующих культур севооборота.

Таким образом, при возделывании яровой пшеницы на почве с очень высоким содержанием фосфора и калия оптимальным, для получения высоких урожаев зерна можно считать применение N_{90+30} на всех фонах. При этом продуктивность пшеницы составила 67,9–72,0 ц/га.

Наибольшая окупаемость азота удобрений прибавкой урожая отмечается на фоне без внесения навоза и составляет 14,4–17,8 кг зерна. На фоне последствия 50 т/га навоза оплата единицы внесенного азота зерном пшеницы снижается на 26–32%, на фоне с применением 100 т/га навоза – на 8–19%.

Погодные условия вегетационного периода во многом обуславливают эффективность удобрений, интенсивность продукционных процессов растений, качество продукции, при возделывании сельскохозяйственных культур на почвах разной степени окультуренности. Также в нашем опыте погодные условия вегетационных периодов 2014 и 2015 годов обусловили особенности формирования урожая яровой пшеницы.

Рост и развитие пшеницы могут сдерживать многие факторы окружающей среды, включая и неблагоприятную температуру. По нашему мнению, именно пониженные температуры во второй и третьей декаде июня 2014 г. (14,7 и 14,1 °С соответственно), явились главной причиной более низкого урожая яровой пшеницы в этом году (43,0–64,8 ц/га) по сравнению с 2015 г. (57,7–83,4 ц/га). Наиболее благоприятными в фазе колошения и молочного состояния зерна считаются температуры 16–23 °С [13].

Н.Т. Ниловская [14], проведя исследования на моделях посева яровой пшеницы, выращиваемой при различных температурно-световых режимах, делает вывод о существенном влиянии этих факторов на фотосинтетическую и дыхательную деятельность растений, их рост и продуктивность при неизменности их химического состава.

Можно отметить значительное влияние погодных условий на эффективность удобрений в нашем опыте.

В первый год исследования отмечалась высокая эффективность последствия органических удобрений. Последствие 50 т/га навоза увеличило продуктивность пшеницы на 10,4 ц/га, повышение дозы органических удобрений до 100 т/га не привело к дальнейшему повышению урожайности культуры. Во второй год исследования эффективность органических удобрений была значительно ниже – 3,4 и 4,1 ц/га в зависимости от дозы навоза.

Такие различия в действии органических удобрений, по нашему мнению, могут быть связаны с тем, что в 2014 г. достаточное количество осадков и температуры воздуха, превышавшие среднееголетние показатели (за исключением июня) благоприятствовали процессам минерализации органического вещества и высвобождения азота, который интенсивно использовалось растениями для фор-

мирования урожая в вариантах с применением навоза. В 2015 г. недостаток влаги препятствовал разложению органического вещества, что и сказалось на прибавках урожая яровой пшеницы от последействия органических удобрений. В то же время, необходимо отметить, что данного количества осадков оказалось достаточным для того, чтобы обеспечить высокую урожайность яровой пшеницы в целом по опыту.

Прибавки урожая яровой пшеницы от азотных удобрений на фоне без навоза имели значения того же порядка как в первый год исследования, так и во второй, составив в 2014 г. 11,7–19,5 ц/га, в 2015 г. – 9,8–15,5 ц/га. В то же время прибавка урожая от азота минеральных удобрений на фонах с применением навоза в 2014 г. составила 3,4–8,9 ц/га, а в 2015 г. была более чем в два раза выше – 11,5–20,0 ц/га. Вероятно, в 2014 г. азот минеральных удобрений в меньшей степени использовался растениями в связи с интенсивной минерализацией органического вещества в почве.

Как отмечается в исследованиях зарубежных ученых [4], на высоко окультуренных почвах нередко эффективность минеральной системы удобрения выше, чем органоминеральной. В наших исследованиях в 2014 г. действительно применение азотных удобрений на фонах с внесением органических удобрений не имело преимуществ над внесением азота на безнавозном фоне. В то же время в 2015 г. продуктивность пшеницы достоверно повышалась при внесении эквивалентных доз азота на фонах с внесением навоза. На фоне последействия 50 т/га навоза внесение азота привело к дополнительному сбору 5,1–8,1 ц/га пшеницы по сравнению с аналогичными вариантами на безнавозном фоне. На фоне последействия 100 т/га навоза прибавка продолжала расти и составила 8,6–10,6 ц/га. Таким образом, можно отметить, что в нашем опыте эффективность удобрений в большей степени зависела от погодных условий вегетационного периода, чем от системы удобрения.

При возделывании пшеницы, наряду с продуктивностью, большое значение имеет и качество получаемого зерна. Пшеница сорт Тома характеризуется средним содержанием белка – 14,7% и клейковины – 31,0% [15]. Наименьшие значения данных показателей в нашем опыте наблюдались в контрольном варианте, наибольшие – при дробном внесении 120 кг/га азота на фоне последействия 100 т/га навоза (табл. 2). Содержание сырого белка и клейковины в зерне повышалось в результате улучшения условий азотного питания и в среднем за два года исследований составило сырого белка – 11,3–14,6%, клейковины – 23,8–32,5%.

Таблица 2

Показатели качества зерна яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с очень высоким содержанием фосфора и калия

Вариант	Сырой белок, % в сухом веществе			Клейковина, % в сухом веществе			Масса 1000 семян, г		
	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее
Без удобрений – Фон 1	9,9	9,2	9,6	19,4	19,1	19,3	38,8	37,6	38,2
N ₆₀	11,3	11,3	11,3	23,1	24,4	23,8	38,0	38,4	38,2
N ₆₀ +30	12,1	11,6	11,9	25,4	25,5	25,5	38,7	40,2	39,5
N ₉₀ +30	13,8	13,6	13,7	30,3	30,9	30,6	38,9	39,6	39,3
N ₉₀ +30P15K30	14,1	13,4	13,8	30,9	30,7	30,8	37,5	39,2	38,4

Вариант	Сырой белок, % в сухом веществе			Клейковина, % в сухом веществе			Масса 1000 семян, г		
	2014 г.	2015 г.	сред- нее	2014 г.	2015 г.	сред- нее	2014 г.	2015 г.	сред- нее
П.н.* 50 т/га – Фон 2	10,8	10,3	10,6	20,4	20,4	20,4	38,0	39,2	38,6
Фон 2 + N60	12,4	11,5	12,0	24,4	23,5	24,0	37,0	39,2	38,1
Фон 2 + N60+30	13,5	12,8	13,2	28,9	29,4	29,2	36,5	38,3	37,4
Фон 2 + N90+30	13,9	13,4	13,7	28,9	31,2	30,1	36,1	39,4	37,8
Фон 2 + N90+30P15K30	14,5	13,6	14,1	29,7	31,8	30,8	35,7	40,0	37,9
П.н.* 100 т/га Фон 3	10,5	10,3	10,4	21,1	21,5	21,3	38,1	39,2	38,7
Фон 3 + N60	12,6	12,1	12,4	25,5	27,0	26,3	38,0	38,9	38,5
Фон 3 + N60+30	14,1	13,0	13,6	27,9	30,0	29,0	35,5	39,9	37,7
Фон 3 + N90+30	14,6	14,5	14,6	30,3	34,6	32,5	34,8	39,5	37,2
Фон 3 + N90+30P15K30	14,6	14,3	14,5	30,8	34,0	32,4	36,4	39,2	37,8
НСР ₀₅	0,9	1,6	0,9	3,4	5,0	3,3	F _{факт.} < F ₀₅		

Примечание. * п.н. – последствие навоза.

На разных фонах действие различных доз азотных удобрений было не одинаковым. На безнавозном фоне зерно с наибольшим содержанием сырого белка было получено при внесении N₉₀₊₃₀, на фоне последствия 50 т/га навоза – при внесении N₆₀₊₃₀, дальнейшее повышение дозы азота не привело к достоверному накоплению сырого белка. На фоне последствия 100 т/га органических удобрений наиболее эффективным было применение N₉₀₊₃₀. В отношении содержания клейковины отмечены те же закономерности. На фоне без применения органических удобрений и на фоне последствия 100 т/га навоза для получения зерна с наибольшим содержанием клейковины необходимо было внести N₉₀₊₃₀, на фоне с применением 50 т/га навоза – N₆₀₊₃₀.

Следует отметить, что действие азотного удобрения на повышение показателей качества продукции яровой пшеницы незначительно выше на фоне без навоза (содержание сырого белка увеличилось на 2,1–4,4%, клейковины – на 4,5–11,3% в зависимости от варианта) и на фоне с применением 100 т/га навоза (содержание сырого белка увеличилось на 1,8–4,2%, клейковины – на 5,0–11,2%), чем на фоне с применением 50 т/га навоза (содержание сырого белка увеличилось на 1,2–3,1%, клейковины – на 3,6–9,7%).

Как правило, при использовании навоза получают продукцию более высокого качества [12]. В нашем опыте последствие навоза способствовало увеличению содержания сырого белка в пшенице на 0,9–1,0% и клейковины на 1,1–2,0%.

Внесение фосфорных и калийных удобрений не оказало значительного действия на накопление сырого белка и клейковины.

Зерно с наибольшим содержанием сырого белка (14,6%) и клейковины (32,4%), было получено в варианте с внесением N₉₀₊₃₀ на фоне последствия 100 т/га навоза, что соответствует средним значениям, характерным для данного сорта.

Результаты статистической обработки данных выявили тесную связь (R² 0,96–0,99) между дозами азотных удобрений на разных фонах и содержанием сырого белка и клейковины (рис. 2). Эта связь описывается соответствующими уравнениями регрессии (табл. 3), которые можно использовать в качестве моделей для прогноза действия азотных удобрений на эти показатели.

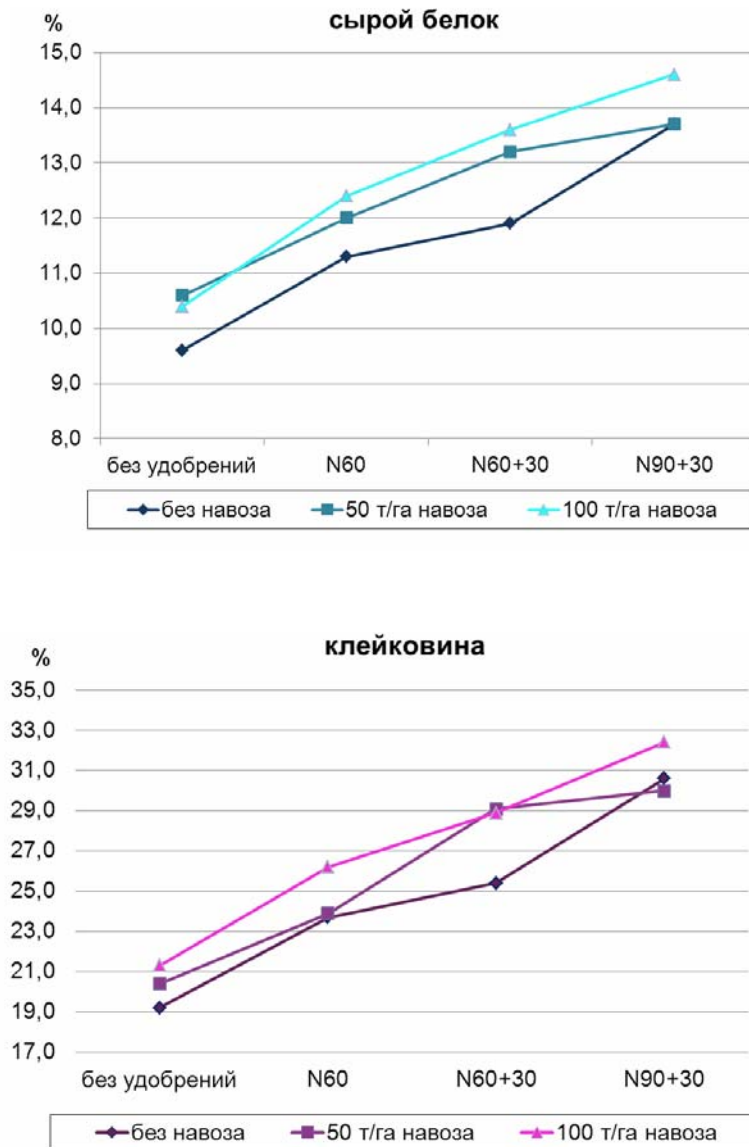


Рис.2. Зависимость показателей качества зерна яровой пшеницы от доз азотных удобрений на разных фонах

Таблица 3

Статистические модели зависимости качества зерна яровой пшеницы от доз азотных удобрений на разных фонах

Фон	Сырой белок		Клейковина	
	Уравнение регрессии	R ²	Уравнение регрессии	R ²
Без навоза	$Y = 0,025x^2 + 1,165x + 8,525$	0,96	$Y = 0,175x^2 + 2,715x + 16,62$	0,97
Навоз 50 т/га	$Y = -0,225x^2 + 2,175x + 8,625$	0,99	$Y = -0,65x^2 + 6,65x + 14,1$	0,97
Навоз 100 т/га	$Y = -0,25x^2 + 2,63x + 8,05$	0,99	$Y = -0,35x^2 + 5,35x + 16,45$	0,99

При значительных различиях в урожайности, содержание сырого белка по годам исследования отличалось незначительно – 9,9–14,6% в 2014 г. и 9,2–14,5% в 2015 г. Изменения в содержании азота и фосфора в зерне также были несущественными – 1,72–2,26% и 0,91–0,97% соответственно в 2014 г., 1,52–2,09% и 0,74–0,90% в 2015 г. (табл. 4). Содержание калия в зерне пшеницы не изменялось по годам исследования. Необходимо отметить, что доля калия и фосфора в сухом веществе мало изменялась по вариантам опыта и в среднем за два года исследований составила: фосфора – 0,83–0,93%, калия – 0,63–0,70%. Количество азота увеличивалось с повышением доз азотных удобрений. Применение 120 кг/га д.в. азота на фоне без внесения навоза обеспечило повышение содержания данного элемента в зерне на 0,48%, на фонах с последствием навоза содержание азота повысилось на 0,35–0,37%.

Таблица 4

Содержание основных элементов питания в зерне яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, % в сухом веществе

Вариант	Азот			Фосфор			Калий		
	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее
Без удобрений – Фон 1	1,72	1,52	1,62	0,91	0,83	0,87	0,63	0,63	0,63
N ₆₀	1,82	1,77	1,80	0,92	0,82	0,87	0,63	0,63	0,63
N60+30	1,96	1,81	1,89	0,92	0,74	0,83	0,63	0,63	0,63
N90+30	2,17	2,02	2,10	0,95	0,87	0,91	0,65	0,65	0,65
N90+30P15K30	2,26	2,02	2,14	0,97	0,89	0,93	0,68	0,68	0,68
П.н.* 50 т/га – Фон 2	1,81	1,68	1,75	0,92	0,81	0,87	0,68	0,67	0,68
Фон 2 + N60	1,98	1,79	1,89	0,95	0,77	0,86	0,69	0,68	0,69
Фон 2 + N60+30	2,13	1,85	1,99	0,95	0,86	0,91	0,66	0,68	0,67
Фон 2 + N90+30	2,14	2,05	2,10	0,94	0,87	0,91	0,64	0,64	0,64
Фон 2 + N90+30P15K30	2,21	2,06	2,14	0,95	0,88	0,92	0,67	0,69	0,68
П.н.* 100 т/га Фон 3	1,85	1,68	1,77	0,93	0,82	0,88	0,70	0,70	0,70
Фон 3 + N60	2,02	1,78	1,90	0,97	0,82	0,90	0,69	0,69	0,69
Фон 3 + N60+30	2,11	1,92	2,02	0,97	0,77	0,87	0,68	0,68	0,68
Фон 3 + N90+30	2,18	2,09	2,14	0,95	0,89	0,92	0,68	0,68	0,68
Фон 3 + N90+30P15K30	2,24	2,09	2,17	0,95	0,90	0,93	0,69	0,60	0,65
HCP ₀₅	0,3	0,2	0,2	F _{факт.} < F ₀₅			F _{факт.} < F ₀₅		

Примечание. * п.н. – последствие навоза.

Общеизвестной является тесная связь между содержанием азота в зерне и содержанием сырого белка. В нашем опыте отмечается корреляционная зависимость между содержанием азота и клейковины в зерне яровой пшеницы, которая описывается соответствующим уравнением регрессии: $y = -0,09x^2 + 25,51x - 22,64$ (рис. 3). Исходя из этого уравнения, по данным содержания азота можно прогнозировать содержание клейковины в зерне яровой пшеницы.

Масса 1000 зерен – один из показателей, который определяет урожай зерна той или иной культуры. В среднем за два года на фоне без внесения навоза масса 1000 зерен в нашем опыте имела тенденцию к увеличению от 38,2 до 39,5 г с повышением дозы азотных удобрений. На фонах с внесением органических удобрений имеет обратную зависимость – снижается с 38,7 до 37,2 г. Наиболее

крупное зерно формировалось при внесении азотных удобрений на безазотном фоне.

По годам исследований наблюдались различные закономерности в изменении крупности зерна пшеницы. В 2014 году крупное зерно формировалось в варианте без внесения удобрений. Внесение азотных удобрений на безазотном фоне не приводило к значительным изменениям данного показателя. На фонах с последствием навоза повышение дозы азотных удобрений сопровождалось некоторым снижением массы 1000 зерен. В 2015 г. крупность зерна изменялась в незначительных пределах в вариантах с внесением удобрений, наименьшая величина данного показателя наблюдалась в контрольном варианте.

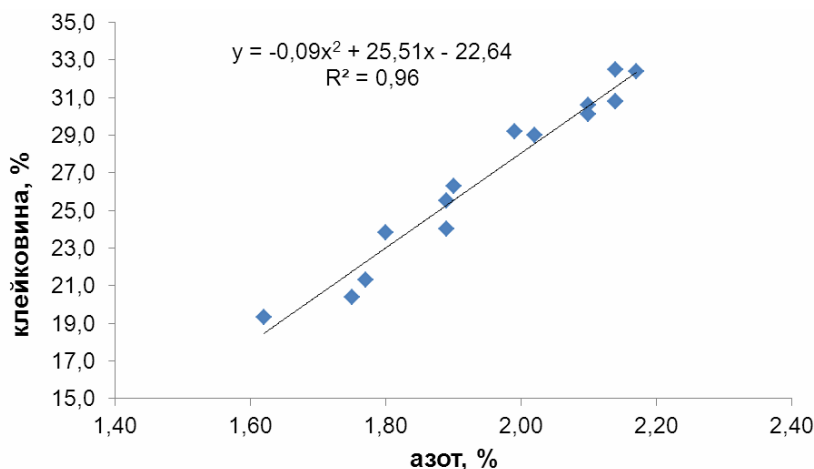


Рис. 3. Корреляционная зависимость между содержанием азота и клейковины в зерне яровой пшеницы

ВЫВОДЫ

1. Для получения стабильно высоких урожаев яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с очень высоким содержанием подвижных соединений фосфора (650–750 мг/кг почвы) и калия (400–500 мг/кг почвы) допустимо одностороннее применение азотных удобрений в дозе N_{90+30} .

Наиболее высокая продуктивность зерна яровой пшеницы (72,0 ц/га) была достигнута при внесении N_{90+30} на фоне последствия 100 т/га органических удобрений. При такой системе удобрения было получено зерно с наилучшими показателями качества – содержание сырого белка – 14,6%, и клейковины – 32,4%.

Наиболее высокая прибавка от внесения азотного удобрения – 17,5 ц/га, при окупаемости 1 кг N 14,6 кг зерна отмечена при применении N_{90+30} на безазотном фоне, при этом было получено 67,9 ц/га зерна.

2. Фосфорные и калийные удобрения на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с очень высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия не оказали существенного влияния на продуктивность яровой пшеницы, но возможно, применение этих удобрений будет целесообразно для поддержания достигнутого уровня плодородия, что будет выявлено в дальнейших исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / под общ. ред. И.М. Богdevича. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2012. – 276 с.
2. *Назарова, О.В.* Азотное состояние хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв Северо-Запада России и его изменение под влиянием различных систем удобрения: дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.04 / О.В. Назарова; Великолукская ГСХА. – Великие Луки, 2004. – 132 л.
3. *Иванов, И.А.* Применение удобрений на дерново-подзолистых почвах с высокими запасами фосфора и калия / И.А. Иванов, А.И. Иванов, Н.И. Семенова. – Агрохимия. – 1996. – № 4. – С. 9–14.
4. *Дымова, Е.А.* Трансформация микроэлементного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы под действием различных систем удобрения: дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Е.А. Дымова; Великолукская ГСХА. – Великие Луки, 2006. – 167 л.
5. *Иванов, А.И.* Почвенно-агрохимическое обоснование системы удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах Северо-Запада России: автореф. дис. д-ра с.-х. наук / А.И. Иванов. – СПб. – Пушкин. – 2000. – 40 с.
6. Влияние степени окультуренности дерново-подзолистой супесчаной почвы на ее физические свойства и урожайность сельскохозяйственных культур в агрофизическом стационаре / Е.А. Оленченко [и др.] // Агрофизика. – 2012. – № 4(8). – С. 8–18.
7. *Авдонин, Н.С.* Научные основы применения удобрений / Н.С. Авдонин. – М.: Колос, 1972. – 320 с.
8. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков [и др.]; под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 1998. – 640 с.
9. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / НПЦ НАН РБ по земледелию; под ред. Ф.И. Привалова. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.; Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: тезисы юбилейной Междунар. науч.-практ. конф., посвящ 80-летию образования ин-та земледелия, Жодино, 29 июня 2007 г. / НПЦ НАН РБ по земледелию. – Минск, 2007. – 320 с.
10. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отрас. регламентов / Нац. академ. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; сост. Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2012. – 288 с.
11. *Панников, В.Д.* Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Колос, 1977. – 416 с.
12. *Кондрыко, В.Д.* Рациональное использование удобрений и урожай / В.Д. Кондрыко. – Минск: Ураджай, 1984. – 55 с.
13. Технологические основы растениеводства: учеб. пособие / И. П. Козловская [и др.]; под ред. доктора с.-х. наук И.П. Козловской. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 503 с.
14. *Ниловская, Н.Т.* Влияние факторов внешней среды на характер минерального питания пшеницы / Н.Т. Ниловская // Минеральное питание сельскохозяй-

ственных культур, урожай и качество продукции: труды ВИУА / НИИ удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова; редкол.: Н.З. Милащенко (гл. ред.) [и др.]. – М., 1989. – С. 59–63.

15. Сорты, включенные в Государственный реестр – основа высоких урожаев: Характеристика сортов включенных в Государственный реестр / отв. ред. С.С. Танкевич. – Минск, 2007. – Ч. 4. – 439 с.

FEATURES OF SPRING WHEAT FERTILIZATION IN CULTIVATION ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL WITH VERY HIGH PHOSPHORUS AND POTASSIUM CONTENT

V.V. Lapa, O.G. Kulesh, E.G. Mezentseva

Summary

The results of studying of various fertilizer systems influence on the spring wheat grain productivity and quality on sod-podzolic light loamy soil with very high phosphorus and potassium content are resulted. High efficiency of unilateral nitric fertilizer is established.

Поступила 27.04.16

УДК 631.8:631.559:633.324:631.445.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ОЗИМОЙ РЖИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко, А.А. Грачева, С.М. Шумак

Институт почвоведения и агрохимии, г.Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Плодородие почв является основой устойчивого развития аграрного комплекса при любых погодных условиях. У всех стран с высоким уровнем развития сельского хозяйства есть одна общая черта – почвы с высоким плодородием, сформированным благодаря длительному, интенсивному применению минеральных и органических удобрений. Колебания урожайности, например, зерновых культур в различные по погодным условиям годы не превышают 10–15%. Сохранение и повышение плодородия почв, наряду с задачами по повышению продуктивности сельскохозяйственных культур возможно при обоснованном сочетании всех звеньев агротехнологий и, в первую очередь, оптимизации минерального питания и рационального использования почвенного плодородия.

В связи с тем, что в республике по последним данным около 77% (76,9%) дерново-подзолистых супесчаных почв с содержанием фосфора ниже оптимальных параметров (<200 мг/кг почвы) и только 17,7% с оптимальными (200–300 мг/кг