

КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Лапа В.В., Ломонос М.М., Кулеш О.Г., Малей Е.С., Шпока Е.И.
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Яровая пшеница в Республике Беларусь в последние годы занимает все более значимое место в обеспечении населения продовольственным зерном. Зерно яровой пшеницы – это корм для сельскохозяйственных животных и сырье для промышленности, так как хлеб, произведенный из него, основной источник питания человека. Для удовлетворения потребности населения Беларуси в белом хлебе ежегодно требуется примерно 0,5 млн. т пшеничного зерна, отвечающего требованиям мукомольной и хлебопекарной промышленности [1]. Чтобы получить требуемое количество пригодного для использования зерна, необходимо значительно повысить не только урожайность, но и качество получаемой продукции. При этом проблема повышения качества пшеничного зерна приобретает особое значение. Качество зерна пшеницы в первую очередь характеризуется физическими и химическими показателями, а также хлебопекарными, которые напрямую зависят от содержания белка и клейковины. Общеизвестно, что наиболее действенным фактором повышения урожайности и улучшения качественных показателей являются минеральные удобрения. Действие минеральных удобрений на качественный состав растений определяется тем, что питательные элементы, поступающие в растения из удобрений, входят в состав важнейших органических соединений и повышают их содержание в урожае [2]. Поэтому нами была поставлена цель исследований: установить влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы проводили в длительном стационарном полевом опыте в СПК «Щемьслица» Минского района на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощном лессовидном суглинке. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: pH_{KCl} 5,8-6,0, содержание P_2O_5 – 400-420, K_2O – 300-320 мг/кг почвы, гумуса – 1,8-2,0%, (индекс агрохимической окультуренности – 0,92).

Яровую пшеницу сорта Рассвет возделывали на протяжении 2005-2007 гг. в зернотравяном севообороте со следующим чередованием культур: пелюшко-овсяная смесь на зеленую массу – озимое тритикале + клевер – клевер луговой 1 г. п. – клевер луговой 2 г. п. – яровая пшеница. Схема опыта предусматривала внесение возрастающих доз азотных удобрений на фоне различных уровней фосфорного и калийного питания: только за счет почвенных запасов фосфора и калия, на дефицитный и поддерживающий баланс фосфора и калия (табл. 1). Органические удобрения (40 т/га соломистого навоза КРС) в севообороте вносили под пелюшко-овсяную смесь.

Агротехника возделывания яровой пшеницы общепринятая для Республики Беларусь. Схема опыта была реализована на фоне интегрированной защиты растений [1]. Учет урожая зерна – сплошной поделяночный.

Агрохимические показатели пахотного горизонта (pH_{KCl} , содержание P_2O_5 , K_2O , гумус) определяли по общепринятым методикам [3]. Определение содержания аминокислот в зерне проводили на жидкостном хроматографе «Agilent 1100» (условия гидролиза – 6 н HCl, 108 °С, 24 часа). Биологическую ценность белка исследуемых культур определяли методом химического числа и аминокислотного сора [4].

Метеорологические условия вегетационного периода яровой пшеницы в годы проведения исследований различались как температурой, так и количеством выпавших осадков. Наиболее благоприятными для возделывания яровой пшеницы были погодные условия 2005 и 2007 гг. исследований, когда температура воздуха и количество осадков в течение вегетационного периода были близкими или превышали значения средних многолетних показателей (рис. 1). Гидротермический коэффициент по Селянину в целом был выше средних многолетних показателей в мае-июне 2005 г. на 0,1-1,8, а в мае и июле 2007 года исследований на 0,1-0,4. В 2006 году в период интенсивного роста растений яровой пшеницы (июнь-июль) значения данного показателя были меньше средних многолетних на 0,3-0,5.

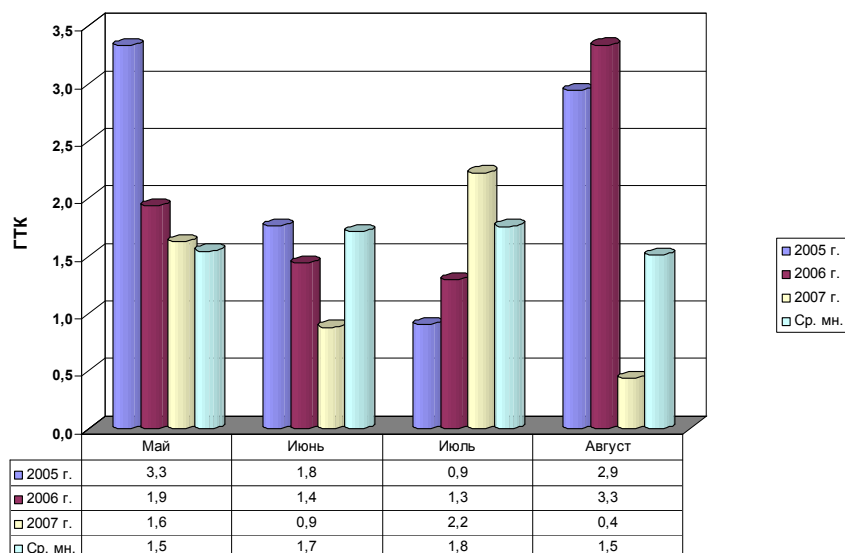


Рис. 1. Гидротермический коэффициент в годы проведения исследований

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение органических и минеральных удобрений оказывало положительное влияние на урожайность зерна яровой пшеницы, которая изменялась в зависимости от варианта удобрения и составила 42,9-68,2 ц/га (табл. 1). За годы исследований наибольшее влияние на формирование урожайности зерна яровой пшеницы оказали азотные удобрения. возрастающие дозы азота способствовали увеличению урожайности зерна на 7,8-14,8 ц/га. следует при этом отметить, что эффективность эквивалентных доз азотных удобрений на всех фонах фосфорного и калийного питания оказалась практически равнозначной. применение в предпосевную культивацию фосфорных и калийных удобрений в дозах $P_{30}K_{60}$ повышало урожайность яровой пшеницы в фоновом варианте на 3,5 ц/га. увеличение доз фосфора и калия до $P_{60}K_{120}$ обеспечило дополнительный сбор зерна 6,7-8,8 ц/га.

Максимальная урожайность яровой пшеницы за годы проведения исследований, получена в варианте с дробным внесением N_{90} (N_{60} под предпосевную культивацию + N_{30} в стадии первого узла) на фоне предпосевного внесения $P_{60}K_{120}$ и применения в занятом пару 40 т/га солоमистого навоза КРС и составила 68,2 ц/га. Прибавка от внесения азотных удобрений в данном варианте составила 14,8 ц/га (в том числе 1,5 ц/га за счет дробного внесения азота), полного минерального удобрения – 21,5 ц/га. Увеличение дозы азотных удобрений при их дробном внесении до N_{120} не приводило к дальнейшему увеличению урожайности, что, прежде всего, было обусловлено (как и в вариантах с разовым внесением N_{90}) очаговым полеганием растений в этих вариантах.

Хлебопекарные показатели качества зерна можно разделить на прямые и косвенные. К прямым относится пробная лабораторная выпечка хлеба с последующим определением объемного выхода его из 100 г муки и оценкой органолептических показателей. Косвенные показатели характеризуют содержание белка, количество и качество клейковины, число падения и ряд других [5, 6, 7]. Среди химических веществ зерна основным является белок. Он играет исключительную роль являясь важнейшим питательным веществом для человека и животных. Все основные показатели качества зерна – кормовое и пищевое достоинство, мукомольно-хлебопекарные свойства и др. – зависят от содержания белка, его состава и свойств [8]. Содержание белка в зерне – функция трех составляющих: генетических особенностей сорта, факторов внешней среды и условий питания, в первую очередь обеспеченности растений азотом [9, 10, 11, 12].

В наших исследованиях применение возрастающих доз азота способствовало увеличению содержания сырого белка в зерне яровой пшеницы сорта Рассвет с 10,2 до 13,1% (табл. 1). Максимальное содержание и сбор сырого белка получены в варианте с трехкратным внесением 120 кг/га д.в. азота в основное внесение, в стадии первого узла и колошения (соответственно 13,1% и 768 кг/га) на фоне $P_{60}K_{120}$, хотя урожайность зерна в данном варианте не превышала урожайности в варианте с внесением $N_{60+30}P_{60}K_{120}$. Такая же закономерность отмечается и в отношении белка. Что касается массы 1000 зерен, то здесь отмечается тенденция к снижению крупности зерен при возрастании доз азота на всех фонах применения удобрений.

Таблица 1

Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы

Вариант	Зерно, ц/га	Сырой белок, %	Белок, %	Сбор сырого белка, кг/га	Масса 1000 зерен, г
Без удобрений	42,9	9,9	9,1	367	38,6
Последствие навоза, 40 т/га - фон 1	46,7	10,1	9,2	407	38,7
Фон 1 + N ₃₀	56,7	10,7	9,8	521	38,5
Фон 1 + N ₆₀	59,8	10,9	10,0	562	38,2
Фон 1 + N ₉₀	61,0	12,1	11,1	637	38,8
Фон 1 + N ₆₀ P ₃₀	60,0	11,5	10,5	595	39,0
Фон 1 + N ₆₀ K ₆₀	60,2	11,0	10,1	571	39,7
Навоз + P ₃₀ K ₆₀ – фон 2	50,2	10,3	9,3	443	39,7
Фон 2 + N ₃₀	61,2	10,7	9,8	566	39,7
Фон 2 + N ₆₀	63,4	11,3	10,3	616	39,2
Фон 2 + N ₉₀	64,5	11,8	10,7	654	39,1
Навоз + P ₆₀ K ₁₂₀ – фон 3	53,4	10,2	9,3	467	39,5
Фон 3 + N ₃₀	61,2	10,7	9,8	564	39,5
Фон 3 + N ₆₀	66,1	11,4	10,4	651	39,2
Фон 3 + N ₉₀	66,7	12,3	11,2	704	38,8
Фон 3 + N ₆₀₊₃₀	68,2	12,7	11,6	744	38,4
Фон 3 + N ₆₀₊₃₀₊₃₀	68,1	13,1	12,0	768	38,6
НСР _{0,05}	1,5				1,2

Одним из основных показателей качества продовольственной пшеницы, определяющих хлебопекарные свойства муки, является содержание и качество клейковины, так как качество хлебных продуктов зависит, прежде всего, от уровня содержания белков и способности белкового комплекса пшеницы образовывать клейковину с высокой эластичностью, средней растяжимостью, в меру упругую. Клейковина представляет собой белковый студень, остающийся после промывания теста водой и удаления из него крахмала, клетчатки и водорастворимых веществ. Она определяет упругоэластичные свойства теста, от которых зависит пригодность муки для использования в технологическом процессе и которыми определяется объемный выход хлеба и структура мякиша [10, 13, 14, 15].

Клейковина обладает очень важными физическими свойствами: упругостью, растяжимостью и эластичностью, играющими решающую роль в формировании пористого каркаса пшеничного хлеба. Упруго-эластичные свойства клейковины оцениваются по индексу деформации ее в единицах шкалы прибора ИДК-1 и выражаются группой качества: I группа – хорошая (45-75 ед.), II группа – удовлетворительно крепкая (20-40 ед.) и удовлетворительно слабая (80-100 ед.), III группа – неудовлетворительно слабая (105-120 ед.) и IV – неудовлетворительно крепкая (0-15 ед.) [2, 10].

В исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение минеральных удобрений способствовало увеличению содержания клейковины в зерне пшеницы с 26,3 до 32,5%, причем независимо от системы удобрения клейковина соответствовала 1-ой группе качества (табл. 2).

Таблица 2

Влияние условий минерального питания на содержание и качество клейковины зерна яровой пшеницы

Вариант	Клейковина	
	Содержание, %	Группа качества
Без удобрений	26,3	1-я
Последствие навоза, 40 т/га	26,7	1-я
N ₆₀	28,3	1-я
N ₆₀ P ₃₀	29,6	1-я
N ₆₀ K ₆₀	28,5	1-я
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	29,4	1-я
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	30,0	1-я

N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	32,0	1-я
N ₆₀₊₃₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	32,5	1-я

Питательная ценность зерна злаковых культур большей частью зависит не только от содержания белка, но и от аминокислотного состава.

Аминокислотный состав отдельных белков стабилен, так как определяется генетическим фактором, но условия выращивания культуры, а именно: минеральные удобрения, микроэлементы и ряд других факторов могут изменять соотношения между количеством отдельных белков, которые строго специфичны по аминокислотному составу. Изменение количества отдельных белков приводит к изменению аминокислотного состава белкового комплекса растений.

В исследованиях с яровой пшеницей Рассвет внесение минеральных удобрений способствовало увеличению в зерне незаменимых и критических аминокислот, в т. ч. и такой важной для сбалансированного питания человека аминокислоты как лизин (табл. 3). Минеральные удобрения увеличивали содержание незаменимых аминокислот в зерне пшеницы с 28,64 до 36,24 г/кг, критических – с 7,92 до 10,17 г/кг зерна, а лизина с 2,91 до 3,71 г/кг зерна.

Таблица 3

Влияние минеральных удобрений на аминокислотный состав зерна яровой пшеницы

Вариант	Лизин*	Треонин*	Метионин*	Валин	Изо-лейцин	Лейцин	Фенил-аланин	Σ АКкр	Σ АКн
Без удобрений	3,18	3,46	1,96	4,84	4,14	7,35	5,45	8,60	30,38
Последствие навоза, 40 т/га	2,91	3,34	1,67	4,68	4,01	6,96	5,08	7,92	28,64
N ₆₀	3,12	3,46	1,74	4,85	4,29	7,32	5,35	8,33	30,14
N ₆₀ P ₃₀	3,22	3,82	1,86	5,19	4,54	7,73	5,76	8,89	32,10
N ₆₀ K ₆₀	3,21	3,89	1,98	5,18	4,36	7,65	5,64	9,08	31,89
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	3,24	3,91	1,97	5,20	4,49	7,71	5,74	9,13	32,27
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	3,37	3,84	1,71	5,34	4,65	7,77	5,89	8,92	32,57
N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	3,71	4,10	2,10	5,53	5,06	8,43	6,37	9,91	35,30
N ₆₀₊₃₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	3,62	4,35	2,21	5,79	5,12	8,59	6,58	10,17	36,24

Белковость зерна и его аминокислотный состав не являются решающим показателем его питательности и эффективности используемой технологии возделывания. Поэтому для более полной оценки качества белка определяют биологическую ценность получаемой продукции. В наших исследованиях биологическую ценность белка пшеницы оценивали по «химическому числу», где каждая незаменимая аминокислота белка выражается в процентном отношении к содержанию этой аминокислоты в белке цельного куриного яйца, и «аминокислотному скору», который аналогичен методу «химического числа», однако в нем в качестве идеальной аминокислотной шкалы используется шкала Всемирной организации здравоохранения и комитета по продовольствию ООН (шкала ФАО/ВОЗ) [4].

Расчетные методы биологической ценности белка зерна яровой пшеницы сорта Рассвет показали довольно благоприятное содержание незаменимых и критических аминокислот в белке как в сравнении с цельным куриным яйцом, так и рекомендуемыми нормами ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ) (табл. 4).

Таблица 4

Биологическая ценность белка зерна яровой пшеницы

Вариант	Содержание лизина, мг/г белка			Биологическая ценность белка, %			
	опыт	цельное яйцо	шкала ФАО/ВОЗ	химическое число		аминокислотный скор	
				АКкр	АКн	АКкр	АКн
Без удобрений	35,6	71	55	61,3	84,5	81,4	108,5
Последствие навоза, 40 т/га	31,4	71	55	54,9	77,9	72,8	100,0
N ₆₀	30,9	71	55	52,9	75,3	70,2	96,6
N ₆₀ P ₃₀	30,3	71	55	53,2	75,4	70,7	96,8
N ₆₀ K ₆₀	31,6	71	55	57,7	79,0	76,6	101,3
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	31,3	71	55	56,5	77,9	75,0	100,0

N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	32,1	71	55	54,4	77,7	72,3	99,7
N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	31,8	71	55	54,1	75,2	71,8	96,5
N ₆₀₊₃₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	30,3	71	55	53,9	75,0	71,6	96,2

Лимитирующей аминокислотой в белке зерна яровой пшеницы оказался лизин – его содержание составило 55,1-64,7% от рекомендованной нормы ФАО/ВОЗ, в то время как содержание критических аминокислот составило 70,2-81,4%, незаменимых аминокислот – 96,2-108,5%

ВЫВОДЫ

Наиболее высокая эффективность применения минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве отмечена при основном внесении N₆₀P₆₀K₁₂₀ и подкормке азотом в дозе 30 кг/га д.в. в фазу первого узла, что обеспечило получение максимальной урожайности зерна 68,2 ц/га.

Наиболее качественное зерно получено в варианте с дробным внесением N₆₀₊₃₀₊₃₀ (в основное внесение, в фазу первого узла и колошения) на фоне применения P₆₀K₁₂₀: содержание белка в зерне яровой пшеницы составило 12,0%, а клейковины – 32,5% при 1-ой группе качества.

Сумма критических аминокислот при данной системе удобрения составила 10,17 г/кг зерна, незаменимых – 36,24 г/кг зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: Сб. науч. материалов / Ф.И. Привалова [и др.]; РУП «Науч.-прак. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
2. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 120 с.
3. Практикум по агрохимии / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Мн.: Ураджай, 1998. – 270 с.
4. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И.М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И.М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2005. – 14 с.
5. Бегеулов, М.Ш. Новое в определении качества пшеничной муки / М.Ш. Бегеулов // Хлебопечение России. – 2001. – № 2. – С. 25-26.
6. Бегеулов, М.Ш. Современные методики анализа качества хлебопродуктов / М.Ш. Бегеулов // Хлебопродукты. – 2003. – № 12. – С. 22-23.
7. Зерну пшеницы – высокое качество / А.В. Миско [и др.] // НТИ и рынок. – 1998. – № 2. – С. 5-7.
8. Семина, С.А. Изменение качества зерна пшеницы и ржи в Пензенской области / С.А. Семина, Н.В. Жигалина // Зерновое хозяйство. – 2003. – №7. – С. 11-12.
9. Надежкина, Е.В. Формирование качества зерна яровой пшеницы в зависимости от реакции почвенной среды / Е.В. Надежкина // Зерновое хозяйство. – 2003. – №8. – С. 19-20.
10. Технологические свойства зерна пшеницы / Н. Беркутова [и др.] // Хлебопродукты. – 2006. – № 8. – С. 42-44.
11. Хосни, К.Р. Зерно и зернопродукты / К.Р. Хосни; пер. с англ.; под общ. ред. Н.П. Черняева. – СПб: Профессия, 2006. – 336 с.
12. Цыплаков, А. Определение содержания белка в пшенице / А. Цыплаков // Хлебопродукты. – 2004. – № 12. – С. 27-29.
13. Лене, М. Новые методы исследования муки / М. Лене // Хлебопродукты. – 2004. – № 11. – С. 33-34.
14. Лисовская, Я.М. Качество зерна и его роль в процессах переработки / Я.М. Лисовская // Хлебопродукты. – 2003. – №4. – С. 7-9.
15. Присянникова, О.И. Влияние свойств почвы на зерно яровой пшеницы и информационно-логическая модель качества его / О.И. Присянникова // Зерновое хозяйство. – 2005. – №8. – С. 32-33.

QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN DEPENDING ON MINERAL FERTILIZERS APPLICATION ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

V.V. Lapa, M.M. Lomonos, O.H. Kulesh, E.S. Malej, E.I. Shpoka

Summary

The results of researches on study of efficiency of mineral fertilizers application at cultivation of spring wheat on light loamy soil are given in the article The basic application N₆₀P₆₀K₁₂₀ and top dressing by

nitrogen in a doze of 30 kg/ha in a phase of first unit has ensured the maximal yield of a grain 68,2 c/ha. The most qualitative grain is obtained in a variant with split application $N_{60+30+30}$ against application $P_{60}K_{120}$: the protein content in spring wheat grain has made 12,0%. The sum critical amino acid – 10,17 g/kg of a grain, irreplaceable – 36,24 g/kg of a grain.

Поступила 17 марта 2009 г.