

2. ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

УДК 631.8.022.3:633.112.9:631.445.2

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко, А.В. Бачище, С.М. Шумак, А.А. Грачева
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Озимое тритикале в настоящее время по посевным площадям в Беларуси занимает третье место в мире, уступая лишь Польше и Германии. Озимое тритикале, являясь гибридом между озимыми пшеницей и рожью, удачно сочетает ценные признаки и свойства как ржи (высокая экологическая пластичность), так и пшеницы (урожайность и качество зерна). Кроме того, она является менее требовательной культурой к условиям произрастания, чем пшеница, при ее возделывании применяют меньше азотных удобрений и химических обработок от болезней. Многие сорта этой культуры по урожайности превосходят пшеницу, а по содержанию белка и хлебопекарным качествам – озимую рожь. Повышенное содержание белка с полноценным аминокислотным составом позволяет считать тритикале культурой, пригодной как для пищевых, так и кормовых целей. Корм на основе зерна озимого тритикале обладает высокой усвояемостью животными. Зеленую массу этой культуры также используют на корм животным. Вследствие позднего колошения тритикале хорошо заполняет разрыв в зеленом конвейере между укосами озимой ржи и многолетних трав. Зерно озимого тритикале – перспективный источник для получения крахмала и пива, а также его можно использовать и в виноделии.

На улучшение качества зерна положительное воздействие оказывают агротехнические приемы: соблюдение севооборотов, подбор предшественника, оптимальные нормы высева, применение регуляторов роста и химических средств защиты. Однако среди перечисленных факторов наиболее существенное действие на повышение белковости зерна и биологической ценности белка оказывают минеральные удобрения и состояние почвенного плодородия.

Урожайность озимого тритикале и качество зерна в значительной мере зависят от обеспеченности растений элементами минерального питания и научно обоснованных систем применения удобрений. Ранее проведенными исследованиями установлена различная отзывчивость сортов озимого тритикале на изменение доз минеральных удобрений и плодородие почвы [1-4]. В связи с недостаточно разработанной системой удобрения с учетом биологических особенностей сорта озимого тритикале исследования в этой области являются актуальными.

Повышение биологической ценности белка, обусловленной аминокислотным составом, решает одну из основных проблем качества зерна. Недостаток и низкая

биологическая ценность белка в кормах приводят к их перерасходу и, как следствие, к повышению себестоимости животноводческой продукции.

Цель исследований – изучить и определить наиболее эффективные дозы и соотношения минеральных удобрений под озимое тритикале, исходя из критериев полученной урожайности, агрономической окупаемости применяемых доз удобрений и качества зерна при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния систем удобрения на качество зерна озимого тритикале Вольтарио при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной, подстилаемой с глубины 30-50 см песком почве проводили в РУП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района в 2008-2010 гг.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя дерново-подзолистой супесчаной почвы: pH_{KCl} 5,9-6,2, гидролитическая кислотность – 1,58-1,92, сумма обменных оснований – 9,10-9,52 смоль(+)/кг почвы, обменные: кальций и магний 4,4-4,8 и 1,3-1,6 смоль (+)/кг почвы, содержание подвижных: P_2O_5 – 170-290, K_2O – 130-230 мг/кг почвы, гумуса – 2,5-3,0%.

Изучали три варианта системы применения удобрений под озимое тритикале: возрастающие уровни азота на фоне фосфорных и калийных удобрений, рассчитанные на положительные, поддерживающие и дефицитные балансы фосфора и калия.

Сорт Вольтарио включен в Государственный реестр Республики Беларусь в 2007 г. Заявитель – Польша. Сорт имеет хорошую зимостойкость, выровненный стеблестой, устойчив к полеганию, среднеустойчив к засухе. Листовыми болезнями и корневыми гнилями поражается слабо. Сорт кормового направления.

Минеральные удобрения (аммофос и хлористый калий) вносили перед посевом с заделкой культиватором на глубину 10-12 см, карбамид (мочевину) – весной при возобновлении вегетации растений и согласно схеме опыта (табл. 1).

Общая площадь делянки – 45 м² (9 м x 5 м), учетная – 28 м² (8 м x 3,5 м). Повторность вариантов – четырехкратная.

Предпосевную обработку почвы и уход за растениями осуществляли в соответствии с отраслевыми регламентами [5].

Исследования проводили в зернотравяном севообороте: горохо-овсяная смесь – ячмень – озимая рожь с подсевом клевера лугового – клевер луговой – озимое тритикале. Органические удобрения – 40 т/га навоза крупного рогатого скота вносили под горохо-овсяную смесь.

Анализ почвенных и растительных образцов проводили в соответствии с общепринятыми методиками. В растительных образцах после мокрого озоления проб в смеси серной кислоты и пергидроля определяли: азот и фосфор фотокolorиметрическим индофенольным и ванадо-молибдатным методами, калий на пламенном фотометре, кальций и магний на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Качественные характеристики зерна включают также массу 1000 семян, содержание сырого протеина, рассчитанное по общему азоту с последующим умножением на коэффициент 6,25, содержание белка, рассчитанное по белковому азоту (определение по методу Барнштейна) с последующим умножением на коэффициент 5,65 (ГОСТ 10846–91, содержание критических (лизин, треонин, метионин) и незаменимых аминокислот (лизин, треонин, валин, метионин, изо-

лейцин, лейцин, фенилаланин), определение которых проводили на жидкостном хроматографе «Agilent–1100».

Биологическая оценка белка проводилась расчетным методом [6]. При этом следует иметь в виду, что расчетные методы дают возможность определить лишь относительную биологическую ценность продукта, в то время как на живых организмах можно получить более объективное представление о питательности исследуемого продукта. Показатели, полученные расчетными и биологическими методами, не всегда совпадают. Это обусловлено рядом факторов, которые трудно заранее учесть для внесения поправки в расчеты биологической ценности. К таким факторам относится образование биологически неактивных комплексов при технологической обработке продуктов, разрушение аминокислот до небелковых азотсодержащих веществ, химически определяемых как белок и т.д. При расчете биологической ценности невозможно учесть взаимодействие между собой отдельных составляющих (технологическая несовместимость). Недостаточно изучена физиологическая регуляция обмена веществ, что вносит изменения в результат биологического исследования и в расчеты предполагаемой биологической ценности.

В исследованиях были использованы расчетные методы биологической ценности зерна озимого тритикале согласно [6].

На формирование урожая сельскохозяйственных культур, наряду с питанием растений, большое влияние оказывают водный и температурный режимы в течение вегетационного периода. Как избыток, так и недостаток влаги и тепла негативно сказываются на урожае сельскохозяйственных культур. Наиболее близкими к формированию оптимального водного и теплового режимов являются средне-многолетние показатели осадков и тепла.

Агрометеорологические условия в вегетационный период озимого тритикале в 2008 г., хотя несколько и отличались от среднемноголетних величин, но были благоприятными для формирования урожая зерна. За апрель–август выпало 310,1 мм осадков, что на 40 мм меньше средней многолетней величины (350 мм). Обильные осадки и повышенная температура воздуха в марте и апреле ускорили начало фазы возобновления вегетации растений. В июле количество осадков было на уровне нормы, а среднемесячная температура воздуха – выше на 0,6 °С, что являлось благоприятным для налива и созревания зерна.

Гидротермический коэффициент (условный показатель увлажнения) в течение вегетационного периода изменялся в пределах от 0,8 (июнь) до 1,7 (апрель), что позволяет сделать заключение о некотором недостатке влаги в мае, июне и августе, т. к. месяцы с ГТК от 1,0 до 1,3 относятся к слабозасушливым, от 1,0 до 0,8 (июнь) – к засушливым, а от 1,3 до 1,6 (июль) – к оптимальным.

Агрометеорологические условия в 2009 г. были менее благоприятными, чем в 2008 г., т.к. в районе проведения исследований за апрель–август выпало 495,4 мм осадков. Однако в апреле только 4,6 мм (средняя многолетняя величина – 46 мм), а в июне – 255 мм (12 июня – 48,1мм, а 23 июня – 91,5 мм при средней многолетней величине 78 мм). Несколько раз шквальные дожди сопровождались градом. Гидротермический коэффициент изменялся в пределах от 0,3 (апрель) до 5,6 (июнь), что позволяет сделать заключение о высоком избытке влаги не только в июне, но и в мае, и в июле, т.к. месяцы с ГТК выше 1,6 характеризуются как избыточно влажные.

В 2010 году распределение осадков, температура воздуха и сумма температур выше 10°С и ГТК отличались от среднемноголетних величин. За апрель–август вы-

пало 338,6 мм осадков при средней многолетней величине 350 мм. Температура воздуха в июне, июле и августе значительно превышала средний многолетний показатель: на 1,9°C в июне, на 5,4°C в июле и на 4,7°C в августе. Гидротермический коэффициент изменялся в пределах 0,9-1,9, что позволяет сделать заключение о слабозасушливом периоде в июне и июле.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На урожайность озимого тритикале Вольтарио в годы исследований 2008-2010 г. оказали влияние как погодные условия, так и минеральные удобрения [7].

В среднем за три года максимальная урожайность зерна 73,6 ц/га и сбор кормовых 102,3 ц к.ед./га получены в варианте с внесением 150 кг д.в. на гектар азотных удобрений в три срока (90 кг/га д.в. весной при возобновлении вегетации растений + 30 кг/га д.в. в фазу 1 узел стеблевания + 30 кг/га в фазу последний лист) на фоне фосфорных и калийных в расчете на положительные балансы – $P_{70}K_{120}$. Однако оптимальная (математически достоверная) урожайность 72,6 ц/га получена в варианте с внесением 150 кг д. в. на гектар азотных удобрений в три срока (90 кг/га весной при возобновлении вегетации растений + 30 кг/га в фазу 1 узел стеблевания + 30 кг/га в фазу последний лист) на фоне фосфорных и калийных в расчете на поддерживающие балансы – $P_{40}K_{80}$. Прибавка зерна от NPK составила 31,1 ц/га, в том числе от азотных удобрений – 25,6 ц/га при оплате 1 кг NPK 11,5 кг, а 1 кг азота – 17,1 кг зерна. Последствие органических удобрений (четвертый год) не оказало достоверного влияния на урожайность зерна озимого тритикале. Внесение возрастающих доз азотных удобрений на фоне $P_{20-70}K_{40-120}$ обеспечило прибавку урожайности зерна озимого тритикале 17,0-25,6 ц/га при окупаемости 1 кг N 16,8-21,5 кг зерна. Прибавка от применения парных комбинаций фосфорных и калийных удобрений в дозах $P_{20-70}K_{40-120}$ составила 4,4-6,6 ц/га при окупаемости 7,3-3,5 кг зерна. Эффективность парных комбинаций NP и NK практически на одном уровне – 67,5 и 65,4 ц/га с прибавкой к фону 26,1 и 23,9 ц/га и окупаемости 1 кг NPK 13,7 и 10,0 кг зерна соответственно. Прибавка зерна за счет только фосфорных или калийных удобрений составила 2,8 и 0,7 ц/га соответственно (табл. 1).

Наряду с показателями урожайности, при возделывании озимого тритикале большое значение имеет качество зерна. Масса 1000 семян как один из показателей качества зерна изменялась в зависимости от погодных условий и системы удобрения. Если в благоприятном по метеоусловиям 2008 году при внесении азотных удобрений в дозах 90-150 кг/га д.в. на фоне $P_{20-70}K_{40-120}$ масса 1000 семян увеличивалась на 1,73-6,85 г и изменялась в пределах от 43,81 г до 49,69 г, то в 2009 г. из-за обильных дождей произошло «стекание» зерна, в результате чего масса 1000 семян изменялась от 33,28 г при применении $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$ до 41,20 г в фоновом варианте. Азотные удобрения снизили массу 1000 семян в 2009 г. на 0,48-5,81 г. В 2010 г. масса 1000 семян была больше, чем в 2008 и 2009 гг. Разница в массе 1000 семян по годам исследований в варианте без удобрений составила 8,25 г, а при применении азотных удобрений на фоне фосфорных и калийных – 16,40 г.

В среднем за три года масса 1000 семян изменялась от 41,96 г при внесении $N_{120}P_{70}$ до 45,69 г при применении системы удобрения $N_{90+30+30}P_{40}K_{80}$. Внесение азотных удобрений в дозах $N_{120,150}$ на фоне $P_{70}K_{120}$ снизило массу 1000 семян на 0,11-1,40 г (табл. 1).

**Влияние систем удобрения на урожайность
и качество зерна озимого тритикале**

Вариант	Урожай- ность зерна, ц/га	Сбор к.ед., ц/га	Масса 1000 семян, г	Сырой протеин, %	Сбор сыро- го протеина, кг/га	Бе- лок, %	Сбор белка, кг/га
1. Без удобрений	40,5	53,5	44,42	9,4	320	7,66	266
2. Послед. 40 т/га НКРС – фон	41,5	55,7	45,30	9,4	331	7,61	271
3. N ₉₀₊₃₀ P ₇₀	67,5	91,9	41,96	10,8	621	8,8	509
4. N ₉₀₊₃₀ K ₁₂₀	65,4	88,9	44,73	11,2	614	9,12	511
5. P ₇₀ K ₁₂₀	48,1	65,6	44,81	9,5	389	7,71	317
6. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	65,8	91,8	44,70	10,2	579	8,31	468
7. N ₉₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	68,2	95,4	43,41	11,0	650	8,98	526
8. N ₉₀₊₃₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	73,6	102,3	43,57	12,6	781	10,22	640
9. P ₄₀ K ₈₀	47,0	63,4	44,24	9,4	376	7,63	306
10. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	66,3	91,8	45,06	9,9	557	8,05	458
11. N ₉₀₊₃₀ P ₄₀ K ₈₀	69,1	94,3	44,46	11,1	655	9,02	534
12. N ₉₀₊₃₀₊₃₀ P ₄₀ K ₈₀	72,6	98,7	45,69	12,2	768	9,92	615
13. P ₂₀ K ₄₀	45,9	62,3	44,33	9,1	356	7,44	293
14. N ₉₀ P ₂₀ K ₄₀	62,9	83,9	43,91	9,8	540	8,0	432
15. N ₉₀₊₃₀ P ₂₀ K ₄₀	66,1	90,0	43,60	10,9	628	8,9	506
НСР ₀₅	1,4	2,1	1,35	0,7	1,4	0,34	1,3

Увеличение общего количества белка в зерне решает одну из проблем качества зерна, идущего на корм. Известно, что азотные удобрения – основное средство повышения белковости зерна.

Содержание сырого протеина в зерне изменялось по годам исследований. Так, в 2009 г. при применении минеральных удобрений оно было на 0,4-3,3% выше, чем в 2008 г., но ниже на 0,1-1,8%, чем в 2010 г. В среднем за три года содержание сырого протеина в зерне озимого тритикале изменялось от 9,4% при отсутствии удобрений до 12,2-12,6% при применении максимальной дозы азотных удобрений – 150 кг/га д.в., которую вносили в три срока (90 кг/га весной при возобновлении вегетации + 30 кг/га в фазу 1 узел стеблевания + 30 кг/га в фазу последний лист) на фоне фосфорных и калийных удобрений в расчете на поддерживающий и положительный баланс (N₉₀₊₃₀₊₃₀ P₄₀ K₈₀ и N₉₀₊₃₀₊₃₀ P₇₀ K₁₂₀) соответственно. Азотные удобрения в дозах 90-150 кг/га д.в. на фоне P₂₀₋₇₀ K₄₀₋₁₂₀ повышали содержание сырого протеина на 0,5-1,6%, содержание белка – на 0,42-1,24%. Применение парных комбинаций фосфорных и калийных удобрений не оказывало достоверного влияния на содержание сырого протеина и белка, но наблюдалась положительная тенденция их увеличения (табл. 1).

Сбор сырого протеина и белка определялся их содержанием и урожайностью зерна. В 2009 и 2010 г. максимальный сбор сырого протеина – 808 и 847 кг/га, белка – 657 и 643 кг/га обнаружен при внесении N₉₀₊₃₀₊₃₀ P₇₀ K₁₂₀. В среднем за три года при применении фосфорных и калийных удобрений в дозах P₂₀₋₇₀ K₄₀₋₁₂₀ наблюдался рост сбора сырого протеина на 15, 14 кг/га и белка на 13, 11 кг/га. За счет

азотных удобрений, внесенных в дозах 90-150кг/га д.в. на фоне $P_{20-70}K_{40-120}$, дополнительно получено 166-399 кг/га сырого протеина и 139-322 кг/га белка (табл. 1).

Содержание основных элементов питания (азота, фосфора, калия, кальция, магния), влияющих на биохимические и физиологические процессы, протекающие в клетках растений в период вегетации, и, следовательно, на урожай и его качество, изменялось в зависимости от доз и соотношений минеральных удобрений.

В среднем за три года максимальное содержание фосфора и калия в зерне наблюдалось при применении $N_{90+30+30}P_{40}K_{80}$, а азота – при внесении $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$. Увеличение доз азотных удобрений и внесение их в два и три срока способствовало росту содержания азота, фосфора, калия, оксидов кальция и магния в зерне озимого тритикале [7].

В зерне озимого тритикале за три года определено содержание незаменимых аминокислот и биологическая ценность белка. При благоприятных погодных условиях в 2008 г. содержание критических аминокислот, в основном лизина, значительно выше, чем в 2009 и 2010 гг. Однако сумма незаменимых аминокислот (в основном за счет фенилаланина, изолейцина и лейцина) значительно выше в 2010 г., чем в 2008 и 2009 гг. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению в зерне незаменимых и критических аминокислот. В среднем за три года сумма критических аминокислот изменялась от 6,44 г (фоновый вариант с последствием 40 т/га навоза КРС) до 7,24; 7,27 г/кг зерна при внесении N_{150} на фоне $P_{40,70}K_{80,120}$ (табл. 2).

Содержание семи незаменимых аминокислот в зерне озимого тритикале с нарастанием доз фосфорных и калийных удобрений увеличилось. При нарастании доз азотных удобрений на фоне $P_{40}K_{80}$ содержание семи незаменимых аминокислот выросло на 0,95-2,95 г, а на фоне $P_{70}K_{120}$ – на 0,45-2,70 г/кг зерна (табл. 2).

Таблица 2

Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на содержание незаменимых аминокислот в зерне озимого тритикале, 2008-2010 гг.

№ п/п	Аминокислоты, г/кг зерна								сумма	
	треонин*	валин	метионин*	фенилаланин	изолейцин	лейцин	лизин*	сумма		
								критических	незаменимых	
1	2,64	4,63	1,04	3,93	3,56	5,98	2,89	6,57	24,67	
2	2,37	4,26	1,20	3,53	2,75	5,54	2,87	6,44	22,53	
3	2,65	4,56	1,21	3,83	3,31	5,97	3,08	6,94	24,60	
4	2,80	4,52	1,25	4,13	3,55	6,13	3,13	7,18	25,52	
5	2,76	4,68	1,28	3,98	3,44	5,96	2,95	6,99	25,05	
6	2,80	4,75	1,26	4,03	3,55	6,13	2,97	7,03	25,50	
7	2,92	4,91	1,31	4,32	3,63	6,29	2,95	7,18	26,34	
8	2,91	4,90	1,36	4,99	4,01	6,59	2,98	7,24	27,75	
9	2,77	4,53	1,17	3,92	3,37	6,07	2,93	6,87	24,76	
10	2,38	4,30	1,27	3,91	3,57	5,68	2,81	6,46	23,92	
11	2,77	4,61	1,28	4,32	3,85	6,09	2,80	6,85	25,71	
12	2,81	4,95	1,41	5,02	4,05	6,43	3,04	7,27	27,71	
13	2,75	4,44	1,23	3,65	3,22	5,80	2,93	6,91	24,02	
14	2,97	4,32	1,11	3,55	3,21	5,60	2,94	7,02	23,70	
15	3,24	4,58	1,23	3,85	3,49	5,96	3,00	7,48	25,35	

* Критические аминокислоты.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Что касается содержания незаменимых аминокислот в пересчете на белок, то в среднем за три года максимальное их накопление – 331,12 мг/г белка обнаружено при внесении $P_{40}K_{80}$. Максимальная сумма критических аминокислот – 90,97 мг/г белка получена при применении $P_{20}K_{40}$. При нарастании доз парной комбинации РК содержание критических аминокислот снижалось. При применении $P_{20}^{40,70}K_{40,80,120}$ самое высокое содержание лизина составляло 38,31-39,34 мг/г белка, лейцина – 77,26-79,55, метионина – 14,25-14,67 мг/г и валина – 59,37-60,74 мг/г белка. При применении азотных удобрений на фоне $P_{20}^{40,70}K_{40,80,120}$ содержание критических и незаменимых аминокислот в пересчете на белок снижалось (табл. 3).

Расчетные методы биологической ценности белка озимого тритикале по «химическому числу» (процентное отношении аминокислоты к ее содержанию в белке цельного куриного яйца) свидетельствуют об удовлетворительном содержании критических аминокислот – 43,0-56,7%. Необходимо отметить, что самая низкая биологическая ценность критических аминокислот белка (43,0-43,9%) наблюдалась

Таблица 3

Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на содержание аминокислот в белке озимого тритикале Вольтарио, 2008-2010 гг.

№ п/п	Аминокислоты, мг/г белка							Сумма аминокислот	
	треонин	валин	метионин	фенилаланин	изолейцин	лейцин	лизин	критических	незаменимых
1	34,42	60,49	14,09	51,31	46,52	78,02	37,77	86,29	330,28
2	31,19	55,94	14,34	46,43	36,18	72,80	37,71	83,24	302,20
3	30,11	51,86	12,57	43,48	37,58	67,80	35,00	77,69	287,21
4	30,74	49,60	12,21	45,32	38,96	67,18	34,32	77,27	287,45
5	35,75	60,74	14,25	51,58	44,66	77,26	38,31	88,31	330,26
6	33,69	57,16	13,29	48,54	42,68	73,81	35,78	82,77	313,26
7	32,55	54,68	12,45	48,14	40,39	70,08	32,85	77,85	300,12
8	28,44	47,98	11,14	48,86	39,27	64,51	29,13	68,71	279,55
9	36,30	59,37	14,27	51,38	44,17	79,55	38,44	89,02	331,12
10	29,61	53,46	13,69	48,61	44,31	70,56	34,87	78,16	303,15
11	30,67	51,07	12,36	47,86	42,65	67,55	31,08	74,11	292,26
12	28,36	49,87	11,49	50,60	40,79	64,82	30,65	70,50	286,50
13	36,96	59,68	14,67	49,10	43,32	77,91	39,34	90,97	328,43
14	37,17	53,96	13,61	44,33	40,17	70,00	36,79	87,57	304,02
15	36,44	51,42	12,47	43,26	39,18	67,00	33,71	82,62	292,38

Таблица 4

Биологическая ценность белка озимого тритикале Вольтарио

Вариант	Содержание лизина, мг в г белка			Биологическая ценность белка, %			
	опыт	цельное яйцо	шкала ФАО/ ВОЗ	химическое число		аминокислотный скор	
				АКкр	АКн	АКкр	АКн
1 Без удобрений	37,77	71	55	53,7	78,5	71,2	101,2
2. Последействие навоза – Фон	37,71	71	55	51,6	71,2	68,8	92,2

Вариант	Содержание лизина, мг в г белка			Биологическая ценность белка, %			
	опыт	цельное яйцо	шкала ФАО/ ВОЗ	химическое число		аминокислотный скор	
				АКкр	АКн	АКкр	АКн
3. N ₉₀₊₃₀ P ₇₀	35,00	71	55	48,1	67,5	63,8	87,2
4. N ₉₀₊₃₀ K ₁₂₀	34,32	71	55	47,9	67,7	63,4	87,5
5. P ₇₀ K ₁₂₀	38,31	71	55	55,0	78,5	72,8	101,3
6. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	35,78	71	55	51,6	74,2	68,2	95,7
7. N ₉₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	32,85	71	55	48,7	70,9	64,3	91,6
8. N ₉₀₊₃₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	29,13	71	55	43,0	65,8	56,8	85,2
9. P ₄₀ K ₈₀	38,44	71	55	55,5	78,6	73,4	101,4
10. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	34,87	71	55	48,6	72,0	64,8	93,1
11. N ₉₀₊₃₀ P ₄₀ K ₈₀	31,08	71	55	46,5	69,3	61,6	89,5
12. N ₉₀₊₃₀₊₃₀ P ₄₀ K ₈₀	30,65	71	55	43,9	67,7	58,2	87,6
13. P ₂₀ K ₄₀	39,34	71	55	56,7	78,0	75,0	100,6
14. N ₉₀ P ₂₀ K ₄₀	36,79	71	55	54,7	72,2	72,2	93,1
15. N ₉₀₊₃₀ P ₂₀ K ₄₀	33,71	71	55	51,8	69,3	68,1	89,2

АКкр – критические аминокислоты (лизин, треонин, метионин).

АКн – незаменимые аминокислоты (лизин, треонин, метионин, валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин).

в вариантах с максимальным внесением азотных удобрений N₁₅₀ на фоне P_{70,40}K_{120,80}, а самая высокая – 55,0-56,7% в вариантах с внесением только фосфорных и калийных удобрений P_{20,40,70}K_{40,80,120}. Биологическая ценность незаменимых аминокислот белка по «химическому числу» изменялась в пределах 65,8-78,6%. Максимальная биологическая ценность незаменимых аминокислот – 78,5 и 78,6 % характерна для вариантов с применением P₇₀K₁₂₀ и P₄₀K₈₀ соответственно (табл. 4).

Биологическая ценность незаменимых аминокислот белка («аминокислотный скор» АКн) в варианте без удобрений и при внесении только фосфорных и калийных удобрений (P_{20,40,70}K_{40,80,120}) высокая и практически на одном уровне – 100,6-101,4%, что даже несколько выше рекомендуемых норм комитета по продовольствию ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ). Важно отметить, что содержание лизина и метионина как в зерне озимого тритикале, так и в белке во всех вариантах ниже рекомендуемых ФАО/ВОЗ норм. При применении N₉₀P_{20,40,70}K_{40,80,120} биологическая ценность белка по «аминокислотному скору» незаменимых аминокислот (АКн) также на достаточно высоком уровне – 93,1-95,7%. При увеличении доз азотных удобрений на фоне P_{20,40,70}K_{40,80,120} биологическая ценность белка как по «химическому числу», так и по «аминокислотному скору» снижалась (табл. 2, 3, 4).

Таким образом, при возделывании озимого тритикале Вольгарио на дерново-подзолистой супесчаной почве применение минеральных удобрений оказало значительное влияние как на урожайность зерна, так и на его качество.

ВЫВОДЫ

1. Оптимальная урожайность 72,6 ц/га зерна озимого тритикале Вольтарио формировалась при внесении $N_{90+30+30}P_{40}K_{80}$ (PK – на поддерживающий баланс, N_{90} – весной при возобновлении вегетации растений + N_{30} в фазу начала стеблевания + N_{30} в фазу последний лист). При применении указанной системы удобрения прибавка зерна от NPK составила 31,1 ц/га, в том числе от азотных удобрений – 25,6 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 11,5 кг зерна и 1 кг азота 17,1 ц/га.

2. При применении $N_{90+30+30}P_{40}K_{80}$ обеспечивается: сбор кормовых единиц – 98,7 ц к.ед./га, масса 1000 семян – 42,59 г, содержание белка и сырого протеина – 9,9% и 12,2%, сбор белка – 615 кг/га и сырого протеина – 768 кг/га соответственно.

3. Увеличение дозы азотных удобрений от 90 до 150 кг/га д.в. и внесение ее в два или три срока способствовало росту содержания азота, фосфора, калия, оксидов кальция и магния в зерне озимого тритикале. При оптимальной урожайности содержание элементов питания в зерне следующее: азот – 1,93%, фосфор – 0,93, калий – 0,67, кальций – 0,05, магний – 0,17%.

4. При нарастании доз азотных, фосфорных и калийных удобрений сумма семи незаменимых аминокислот в зерне озимого тритикале увеличилась. Максимальная сумма 7 незаменимых аминокислот – 27,71-27,75 г/кг, в том числе трех критических аминокислот – 7,24-7,27 г/кг, в зерне характерна для систем удобрения $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$ и $N_{90+30+30}P_{40}K_{80}$. Применение азотных удобрений снижает сумму незаменимых и критических аминокислот в белке озимого тритикале. Биологическая ценность белка озимого тритикале, оцененная по «химическому числу» критических аминокислот АКк – 56,7% и по «аминокислотному скору» АКк – 75,0%, максимальная при применении $P_{20}K_{40}$. Биологическая ценность белка озимого тритикале, оцененная по «химическому числу» незаменимых аминокислот АКн – 78,6% и по «аминокислотному скору» АКн – 101,4%, максимальная при применении $P_{40}K_{80}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочурко, В.И. Особенности формирования урожая зерна озимого тритикале в зависимости от приемов возделывания / В.И. Кочурко. – Горки: БГСХА, 2002. – 112 с.

2. Лапа В.В., Ивахненко Н.Н. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимого тритикале при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко – Агрохимия. – 2008. – № 5. – С. 1-7.

3. Савчик, М.В. Озимое тритикале / М.В.Савчик, И.Е. Мартыненко. – Минск, 2001. – 42 с.

4. Бутшевич, В.Н. Семеноводство озимого тритикале / В.Н. Бутшевич, Т.М. Буланова, Т.М. Крылова // Белорус. сел. хоз-во. – 2004. – № 1. – С.23-25.

5. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / В.Г. Гусаков [и др.]; рук. разработ. В.Г. Гусаков. – Минск: Бел. наука, 2005. – 460 с.

6. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И.М. Богдевич [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии; под ред. И.М. Богдевича. – Минск, 2005. – 14 с.

7. Эффективность систем удобрения озимого тритикале при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / В.В. Лапа [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2011. – № 3. – С.46-53.

INFLUENCE OF FERTILIZER SYSTEM ON QUALITY OF WINTER TRITICALE GRAIN GROWN ON LUVISOL LOAMY SAND SOIL

V.V. Lapa, N.N. Ivakhnenko, A.V. Bachische, S.M. Shumak, A.A. Gracheva

Summary

It was found that 3-term nitrogen introduction in doses of 150 kg ha⁻¹ (N₉₀ at the beginning of vegetation + N₃₀ at 31 Zaddoks stage + N₃₀ at 47 Zaddoks stage) at the background of P₄₀K₈₀ and aftereffect of 40 t ha⁻¹ FYM for winter triticale cultivation after clover on Luvisol loamy sand soil resulted in grain yield 72.6 c ha⁻¹, output 98.7 c ha⁻¹ f.u. At applied fertilizer system the content and output of raw protein were equal to 12.2% and 768 kg ha⁻¹ respectively, mass of 1000 seeds – 45.69 g, critical amino acid sum 7.27 g kg⁻¹ (grain) and 70.50 mg g⁻¹ (protein), biological value of protein – 101,4% (ir-replaceable amino acid, FAO/WHO).

Поступила 5 марта 2012 г.

УДК 631.8.022:633.15:631.445.2

ОТЗЫВЧИВОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Т.М. Серая, О.М. Бирюкова, Е.Н. Богатырева, Е.Г. Мезенцева
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в мире, в том числе и в Беларуси, все больше внимания уделяется выращиванию кукурузы. Благодаря своим свойствам кукуруза является универсальной культурой и широко используется на кормовые, технические и пищевые цели [1, 2, 3]. В Беларуси кукуруза традиционно возделывается как силосная культура [4]. В отличие от многих трав, содержание энергии в растениях кукурузы выше не только в исходном сырье, но и в готовом силосном корме, что связано с быстрым его концентрированием после скашивания и наличием благоприятной среды для развития направленного молочнокислого брожения.

В Республике Беларусь ежегодно увеличиваются объемы производства кукурузы не только на силос, но и на зерно. Так, в 2010 г. под кукурузой было занято 809,7 тыс. га, из них 111,8 тыс. га на зерно, в 2011 г. – 978,0 тыс. га, в т.ч. на зерно – 184,6 тыс. га, в 2012 г. планируется посеять более 1200, тыс. га кукурузы, в т.ч. на зерно – более 400 тыс. га. Появление новых сортов и гибридов позволило значительно продвинуть зону выращивания кукурузы на север. Однако потенциал