

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко, М.М. Ломонос, А.В. Пилипчук, С.М. Шумак
Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в странах Западной Европы, а также в Беларуси, особое внимание уделяется сравнительно новой зерновой культуре – озимому тритикале, гибриду между озимыми пшеницей и рожью. Тритикале удачно сочетает ценные признаки и свойства как ржи (высокая экологическая пластичность), так и пшеницы (урожайность и качество зерна). Ранее проведенными исследованиями установлена различная отзывчивость сортов озимого тритикале на изменение доз минеральных удобрений и плодородие почвы [2, 3, 4, 5]. В связи с недостаточно разработанной системой удобрения озимого тритикале с учетом биологических особенностей сорта исследования в этой области являются актуальными.

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.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

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

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 4,4-4,8 и магний 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 сорта Вольгарио: возрастающие уровни азота на фоне фосфорных и калийных удобрений, рассчитанных на положительные, поддерживающие и дефицитные балансы фосфора и калия.

Сорт Вольгарио включен в Госреестр 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, мочевины весной при возобновлении вегетации растений и согласно схеме опыта (табл.1).

Общая площадь делянки 45 м² (9м x 5м), учетная – 28 м² (8м x 3,5м), повторность вариантов – 4-х кратная.

Предпосевную обработку почвы и уход за растениями осуществляли в соответствии с отраслевыми регламентами [1].

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

Анализ почвенных и растительных образцов проводили в соответствии с общепринятыми методиками: обменную кислотность pH_{KCl} – потенциметрическим методом (ГОСТ 26483-85), гидролитическую кислотность – по Каппену (ГОСТ 26212-84), сумму обменных оснований – по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-88), подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91), обменные кальций и магний – методом ЦИНАО (ГОСТ 26487-85), гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91). В растительных образцах после мокрого озоления проб в смеси серной кислоты и пергидроля определяли: азот и фосфор фотоколориметрическим 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 белка, рассчитанное по белковому азоту (коэффициент пересчета 5,65- ГОСТ 10846-91), содержание критических (лизин, треонин, метионин) и незаменимых аминокислот (лизин, треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин), определение которых проводили на жидкостном хроматографе «Agilent 1100». Биологическую ценность белка определяли расчетными методами, которые позволяют эффективно их использовать как при проведении исследований, так и при практическом внедрении научных разработок. При оценке биологической ценности зерна и белка озимого тритикале сравнивали состав и содержание его аминокислот с содержанием аминокислот в эталонных белках (белок куриного яйца или «эталонный белок» ФАО/ВОЗ) [2].

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

Агрометеорологические условия в вегетационный период озимого тритикале в 2008 г., хотя несколько и отличались от среднеголетних величин, но были благоприятными для формирования урожая зерна. За апрель-август выпало 310,1 мм осадков, что только на 19 мм меньше среднеголетней величины (329 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 было довольно благоприятно 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 (рис. 1).

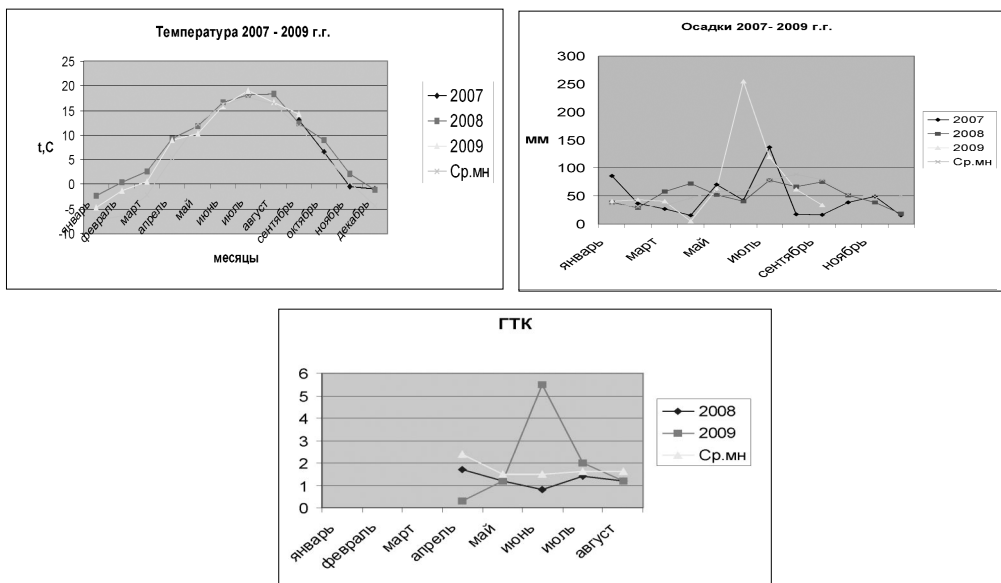


Рис. 1. Метеоусловия в годы проведения исследований (2007-2009 гг.)

Агрометеорологические условия в вегетационный период озимого тритикале 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 – 78 мм). Несколько раз шквальные дожди сопровождались градом. Гидротермический коэффициент (условный показатель увлажнения по Селянину) в течение вегетационного периода 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 (рис. 1.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В среднем за годы исследований максимальная и оптимальная (математически достоверная и агрономически обоснованная – прибавка урожайности самая высокая в опыте) урожайность зерна 76,5 ц/га получена при внесении 150 кг д.в. на гектар азотных удобрений в три срока (90 кг/га весной при возобновлении вегетации растений + 30 кг/га в фазу 2 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 33,6 ц/га, в том числе от азотных удобрений 27 ц/га, при оплате 1 кг NPK 14,0 кг, а 1 кг азота – 22,5 кг зерна. Последствие органических удобрений 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 тритикале 16,2-27,0 ц/га при окупаемости 1 кг N – 20,0-30,6 кг зерна. Прибавка от

Плодородие почв и применение удобрений

применения фосфорных и калийных удобрений в дозах $P_{20,40}K_{40,80}$ составила 5,9-7,8 ц/га при окупаемости 4,1-9,8 ц/га. Эффективность парных комбинаций NP и NK практически на одном уровне 67,9 и 67,7 ц/га с прибавкой к фону 25,0 и 24,8 ц/га и окупаемости 11,8 и 15,6 кг зерна соответственно. Прибавка зерна за счет только фосфорных или калийных удобрений составила 1,4 и 1,2 ц/га соответственно, что ниже НСР (табл. 1).

Таблица 1

Влияние систем удобрения на урожайность зерна озимого тритикале сорта Вольтарио, 2008-2009 гг.

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка, ц/га		Оплата зерном 1 кг д.в., кг	
	2008 г.	2009 г.	Ø	соломы	фону	PK	NPK	N
1. Контроль без удобрений	41,7	43,4	42,6	25,3	-	-	-	-
2. Послед. 40 т/га НКРС – фон	40,5	45,3	42,9	26,3	0,3	-	-	-
3. $N_{90+30}P_{70}$	72,1	63,6	67,9	46,4	25,0	-	15,6	-
4. $N_{90+30}K_{120}$	66,9	68,4	67,7	49,7	24,8	-	11,8	-
5. $P_{70}K_{120}$	45,1	56,3	50,7	37,9	7,8	-	4,1	-
6. $N_{90}P_{70}K_{120}$	69,0	65,6	67,3	61,5	24,4	16,6	9,8	27,7
7. $N_{90+30}P_{70}K_{120}$	69,9	68,2	69,1	62,1	26,2	18,4	9,3	20,4
8. $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$	84,2	68,0	76,1	65,9	33,2	25,4	10,7	21,2
9. $P_{40}K_{80}$	43,5	55,5	49,5	34,0	6,6	-	5,5	-
10. $N_{90}P_{40}K_{80}$	68,9	66,8	67,9	59,9	25,0	18,4	13,9	30,6
11. $N_{90+30}P_{40}K_{80}$	74,2	67,3	70,8	52,4	27,9	21,3	13,3	23,6
12. $N_{90+30+30}P_{40}K_{80}$	83,0	70,0	76,5	58,4	33,6	27,0	14,0	22,5
13. $P_{20}K_{40}$	43,4	54,2	48,8	33,7	5,9	-	9,8	-
14. $N_{90}P_{20}K_{40}$	66,0	64,0	65,0	40,1	22,1	16,2	18,4	27,0
15. $N_{90+30}P_{20}K_{40}$	66,4	67,2	66,8	46,1	23,9	18,0	15,9	20,0
НСР ₀₅	3,13	2,3	1,92	2,0				

Масса 1000 семян, как один из физических показателей качества зерна изменялась в зависимости от погодных условий и системы удобрения. Если в благоприятном по метеоусловиям 2008 году, внесение азотных удобрений в дозах 90-150 кг/га на фоне $P_{20-70}K_{40-120}$ увеличивало массу 1000 семян на 1,73-6,85 г, и она изменялась в пределах от 43,81 г до 49,69 г, то в 2009 г. из-за обильных дождей произошло «стекание» зерна, в результате 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. Разница в массе 1000 семян по годам исследований в варианте без удобрений составила 6,94 г, а при применении азотных удобрений на фоне фосфорных и калийных – 15,84 г. В 2009 году масса 1000 семян меньше, чем в 2008 г. на 3,56-14,84 г в зависимости от системы удобрения.

В среднем за два года масса 1000 семян изменялась от 39,63 г при внесении $N_{120}P_{70}$ до 42,83 г при отсутствии удобрений. Внесение азотных удоб-

рений в дозах N₁₂₀₋₁₅₀ на фоне P₇₀K₁₂₀ снижало массу 1000 семян на 0,94-1.28 г (табл. 2).

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 белка в зерне изменялось по годам исследований. Так, в 2009 г. при применении минеральных удобрений оно было выше, чем в 2008 г, на 0,4-3,3%. В среднем за два года содержание сырого белка в зерне озимого тритикале изменялось от 9,0% при отсутствии удобрений до 12,1-12,2% при применении максимальной дозы азотных удобрений 150 кг/га, которую вносили в три срока (90 кг/га весной при возобновлении вегетации + 30кг/га в фазу 2 узел стеблевания + 30 кг/га в фазу последний лист) на фоне фосфорных и калийных удобрений (N₉₀₊₃₀₊₃₀P₄₀K₈₀ и N₉₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀) соответственно. Азотные удобрения в дозах 90-150 кг/га на фоне P₂₀₋₇₀K₄₀₋₁₂₀ повышали содержание белка на 0,7-3,4%. Дозы фосфорных и калийных удобрений не оказывали влияния на содержание сырого белка (табл. 2).

Сбор сырого белка определялся содержанием белка и урожайностью зерна. В 2009 г. максимальный сбор сырого белка 505 кг/га обнаружен при применении N₉₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀. При применении фосфорных и калийных удобрений в дозах P₂₀₋₇₀K₄₀₋₁₂₀ наблюдается тенденция к увеличению сбора сырого белка. За счет азотных удобрений, внесенных на фоне P₂₀₋₇₀K₄₀₋₁₂₀, дополнительно получено 160-417 кг/га сырого белка (табл. 2).

Таблица 2

Влияние систем удобрения на качество зерна озимого тритикале сорта Вольгарио при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве

№ п/п	Масса 1000 семян, г			Сырой белок, %			Сбор сырого белка, кг/га		
	2008 г.	2009 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	Ø
1	46,30	39,36	42,83	9,6	8,4	9,0	343	315	329
2	44,76	41,20	41,98	8,6	9,1	8,8	298	353	326
3	44,34	34,91	39,63	9,3	11,3	10,3	577	619	598
4	47,80	36,52	42,16	9,5	11,7	10,6	547	686	617
5	44,48	39,46	41,97	8,4	9,1	8,8	327	440	384
6	47,41	36,91	42,16	8,7	10,9	9,8	516	615	566
7	48,11	33,65	40,88	9,5	11,7	10,6	571	687	629
8	49,12	33,28	41,20	10,5	13,8	12,2	760	808	784
9	42,84	38,65	40,75	8,5	8,9	8,7	318	423	371
10	46,59	38,17	42,38	8,6	10,2	9,4	507	583	545
11	48,54	36,21	42,37	10,2	11,5	10,9	650	666	658
12	49,69	35,49	42,59	11,1	13,0	12,1	790	785	788
13	43,81	40,39	42,10	8,3	9,2	8,8	308	428	368
14	45,54	36,99	41,26	9,1	10,1	9,6	514	555	535
15	46,57	36,02	41,29	10,3	11,5	10,9	585	667	626
HCP ₀₅	1,14	1,3	0,9	0,8	0,4	0,6			

Основные элементы питания (азот, фосфор, калий, кальций), влияющие на биохимические и физиологические процессы, протекающие в клетках растений в период вегетации, и, следовательно, на урожай и его качество изменялись в зависимости от доз и соотношений минеральных удобрений.

В среднем за два года с нарастанием дозы азотных удобрений содержание в зерне и соломе азота, фосфора и калия увеличивалось. Максимальное содержание фосфора, калия и магния в зерне наблюдалось при применении $N_{90+30+30}P_{40}K_{80}$, а при внесении $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$ – максимальное содержание в зерне и соломе азота (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание элементов питания в зерне и соломе озимого тритикале,
% в сухом веществе (в среднем за два года)**

Вариант	Зерно					Солома				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1. Без удобрений	1,44	0,84	0,51	0,04	0,14	0,84	0,53	1,01	0,10	0,13
2. Последействие 40 т/га НКРС – фон	1,41	0,82	0,51	0,04	0,14	0,88	0,52	0,95	0,10	0,13
3. $N_{90+30}P_{70}$	1,65	0,86	0,55	0,05	0,15	1,08	0,56	1,09	0,12	0,13
4. $N_{90+30}K_{120}$	1,70	0,87	0,57	0,05	0,15	1,11	0,55	1,42	0,13	0,13
5. $P_{70}K_{120}$	1,40	0,83	0,52	0,04	0,14	0,86	0,50	1,17	0,11	0,14
6. $N_{90}P_{70}K_{120}$	1,57	0,84	0,53	0,04	0,14	1,05	0,54	1,35	0,12	0,14
7. $N_{90+30}P_{70}K_{120}$	1,70	0,89	0,59	0,05	0,16	1,13	0,56	1,54	0,12	0,14
8. $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$	1,95	0,88	0,62	0,05	0,16	1,28	0,58	1,71	0,12	0,14
9. $P_{40}K_{80}$	1,39	0,83	0,50	0,04	0,14	0,85	0,52	1,11	0,11	0,13
10. $N_{90}P_{40}K_{80}$	1,50	0,86	0,52	0,04	0,15	0,96	0,53	1,15	0,12	0,13
11. $N_{90+30}P_{40}K_{80}$	1,74	0,90	0,58	0,05	0,15	1,11	0,58	1,43	0,12	0,13
12. $N_{90+30+30}P_{40}K_{80}$	1,93	0,93	0,67	0,05	0,17	1,24	0,60	1,54	0,12	0,14
13. $P_{20}K_{40}$	1,40	0,84	0,51	0,04	0,14	0,90	0,53	1,15	0,10	0,13
14. $N_{90}P_{20}K_{40}$	1,53	0,86	0,52	0,04	0,14	0,97	0,54	1,17	0,11	0,13
15. $N_{90+30}P_{20}K_{40}$	1,75	0,86	0,56	0,05	0,15	1,10	0,56	1,23	0,12	0,12
НСП ₀₅	0,1	0,05	0,04	0,01	0,01	0,84	0,53	1,01	0,10	0,13

Хозяйственный вынос элементов питания определялся дозами минеральных удобрений, урожайностью и содержанием элементов в основной и побочной продукции. Максимальный хозяйственный вынос элементов питания характерен для систем применения удобрений с дозой азота 150 кг/га ($N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$ и $N_{90+30+30}P_{40}K_{80}$) (табл. 4).

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 этого – к повышению себестоимости животноводческой продукции.

На повышение 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 существен-

ное действие на повышение белковости зерна и биологической ценности белка оказывают состояние почвенного плодородия и минеральные удобрения.

Таблица 4

Хозяйственный и удельный вынос элементов питания озимым тритикале

Вариант	Хозяйственный вынос, кг/га					Удельный вынос, кг/т				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1. Без удобрений	70,5	42,0	39,9	3,4	7,9	16,5	9,9	9,4	0,8	1,9
2. Последействие 40 т/га НКРС – фон	71,5	41,6	39,6	3,4	8,1	16,7	9,7	9,2	0,8	1,9
3. N ₉₀₊₃₀ P ₇₀	138,4	72,0	74,6	7,1	13,5	20,4	10,6	11,0	1,1	2,0
4. N ₉₀₊₃₀ K ₁₂₀	144,8	73,3	92,5	8,0	14,1	21,4	10,8	13,7	1,2	2,1
5. P ₇₀ K ₁₂₀	88,4	51,9	59,5	5,1	10,6	17,4	10,2	11,7	1,0	2,1
6. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	144,9	76,3	100,1	8,4	15,1	21,5	11,3	14,9	1,2	2,2
7. N ₉₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	159,7	81,8	115,4	9,1	16,3	23,1	11,8	16,7	1,3	2,4
8. N ₉₀₊₃₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	197,9	89,1	135,0	10,0	17,9	26,0	11,7	17,7	1,3	2,4
9. P ₄₀ K ₈₀	83,4	50,0	52,8	4,5	9,5	16,9	10,1	10,7	0,9	1,9
10. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	135,9	76,9	87,9	8,0	15,2	20,0	11,3	13,0	1,2	2,2
11. N ₉₀₊₃₀ P ₄₀ K ₈₀	154,3	79,8	97,7	7,8	14,8	21,8	11,3	13,8	1,1	2,1
12. N ₉₀₊₃₀₊₃₀ P ₄₀ K ₈₀	187,8	90,3	119,3	9,0	17,5	24,5	11,8	15,6	1,2	2,3
13. P ₂₀ K ₄₀	83,9	50,3	53,7	4,4	9,5	17,2	10,3	11,0	0,9	2,0
14. N ₉ P ₂₀ K ₄₀	118,0	65,8	68,5	6,0	12,2	18,2	10,1	10,5	0,9	1,9
15. N ₉₀₊₃₀ P ₂₀ K ₄₀	142,8	71,1	79,6	7,1	13,2	21,4	10,6	11,9	1,1	2,0

В зерне озимого тритикале за два года определены содержание незаменимых аминокислот и биологическая ценность белка. При благоприятных погодных условиях в 2008 г. содержание незаменимых аминокислот, в основном лизина, значительно выше, чем в 2009 г. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению в зерне незаменимых и критических аминокислот. Сумма критических аминокислот изменялась от 5,95 г (фоновый вариант с последствием 40 т/га навоза КРС) до 7,39-7,51 г при внесении N_{90,120} на фоне P₂₀K₄₀.

Содержание семи незаменимых аминокислот в зерне озимого тритикале с нарастанием доз фосфорных и калийных удобрений увеличилось. При нарастании доз азотных удобрений на фоне P₄₀K₈₀ содержание семи незаменимых аминокислот выросло на 1,67-1,84 г, а на фоне P₇₀K₁₂₀ на 0,72-1,19 г (табл.5).

Что касается содержания незаменимых аминокислот в пересчете на белок, то максимальное их накопление 295,6 мг/г белка обнаружено при внесении P₇₀K₁₂₀, а критических 87,4 мг/г белка при применении P₄₀K₈₀. При применении P_{40,70}K_{80,120} самое высокое содержание лизина 40,7-41,0 мг/г белка, лейцина – 66,7-67,7, метионина – 14,5-14,8 мг/г и валина – 56,7 мг/г белка. При применении азотных удобрений содержание незаменимых аминокислот в пересчете на белок снижалось (табл.6).

Таблица 5

Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на содержание незаменимых аминокислот в зерне озимого тритикале сорта Вольтарио на дерново-подзолистой супесчаной почве

№ п/п	Белок, %	Аминокислоты, г/кг зерна								
		треонин*	валин	метионин*	фенилаланин	изолейцин	лейцин	лизин*	Сумма критических	Сумма незаменимых
2	8,0	1,97	3,88	1,05	3,00	2,13	4,70	2,93	5,95	19,65
3	9,3	2,33	4,28	1,02	3,34	2,91	5,23	3,41	6,76	22,50
4	9,6	2,49	4,10	1,06	3,64	3,15	5,27	3,29	6,83	22,97
5	7,9	2,51	4,49	1,15	3,61	3,12	5,28	3,24	6,89	23,38
6	8,9	2,49	4,43	1,06	3,56	3,14	5,32	3,22	6,77	23,20
7	9,6	2,60	4,57	1,11	3,90	3,15	5,42	3,18	6,89	23,92
8	11,0	2,50	4,43	1,16	4,78	3,59	5,67	3,01	6,66	25,11
9	7,9	2,51	4,16	1,16	3,43	2,94	5,32	3,20	6,87	22,71
10	8,5	1,95	3,88	1,13	3,52	3,26	4,87	2,97	6,04	21,55
11	9,8	2,44	4,20	1,08	4,03	3,53	5,27	2,69	6,20	23,22
12	10,9	2,39	4,51	1,23	4,87	3,62	5,48	2,97	6,59	25,06
13	7,9	2,55	4,17	1,08	3,28	2,79	5,16	3,15	6,78	22,17
14	8,6	3,15	4,30	1,10	3,47	3,09	5,23	3,14	7,39	23,47
15	9,9	3,25	4,26	1,09	3,51	3,12	5,32	3,17	7,51	23,71

*АКкр – критические аминокислоты (лизин, треонин, метионин);

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

Таблица 6

Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на содержание аминокислот в белке озимого тритикале сорта Вольтарио, 2008-2009 гг.

№ п/п	Аминокислоты, мг/г белка							Сумма аминокислот	
	треонин	валин	метионин	фенилаланин	изолейцин	лейцин	лизин	критических	незаменимых
2	24,7	48,7	13,2	37,7	26,7	59,0	36,7	74,6	246,7
3	25,0	45,9	10,9	35,8	31,2	56,1	36,5	72,5	241,4
4	25,9	42,8	11,1	38,0	32,8	55,0	34,3	71,3	239,9
5	31,7	56,7	14,5	45,6	39,4	66,7	41,0	87,1	295,6
6	28,0	49,9	11,9	40,1	35,3	59,9	36,3	76,3	261,5
7	27,1	47,6	11,5	40,6	32,8	56,4	33,1	71,7	249,0
8	22,7	40,3	10,5	43,5	32,6	51,6	27,3	60,6	228,5

№ п/п	Аминокислоты, мг/г белка							Сумма аминокислот	
	треонин	валин	метионин	фенил-аланин	изолейцин	лейцин	лизин	критических	незаменимых
9	32,0	53,0	14,8	43,7	37,4	67,7	40,7	87,4	289,2
10	23,0	45,7	13,3	41,5	38,4	57,4	35,0	71,3	254,3
11	24,8	42,8	11,0	41,1	36,0	53,8	27,4	63,2	236,9
12	21,9	41,4	11,3	44,7	33,2	50,2	27,2	60,4	229,8
13	32,4	52,8	13,7	41,6	35,4	65,5	39,9	86,0	281,2
14	36,4	49,7	12,7	40,1	35,7	60,5	36,3	85,4	271,5
15	33,0	43,2	11,1	35,6	31,6	53,9	32,2	76,2	240,5

Биологическую ценность белка озимого тритикале оценивали по «химическому числу», где каждая незаменимая аминокислота белка выражается в процентном отношении к содержанию этой аминокислоты в белке цельного куриного яйца и с «аминокислотным скором», который аналогичен методу «химического числа», однако в нем в качестве идеальной аминокислотной шкалы вместо аминокислот цельного куриного яйца используется аминокислотная шкала Всемирной организации здравоохранения и комитета по продовольствию ООН (шкала ФАО/ВОЗ).

Расчетные методы биологической ценности белка озимого тритикале свидетельствуют об удовлетворительном содержании незаменимых аминокислот («аминокислотный скор») – 70,7-90,0% в сравнении с рекомендуемыми нормами комитета по продовольствию ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ). Содержание лизина во всех вариантах ниже рекомендуемых ФАО/ВОЗ норм (табл. 7).

Таблица 7

Биологическая ценность белка озимого тритикале сорта Вольгаро

Вариант	Содержание лизина, мг в г белка			Биологическая ценность белка, %			
	опыт	цельное яйцо	шкала ФАО/ВОЗ	химическое число		аминокислотный скор	
				АКкр	АКн	АКкр	АКн
2. Послед. 40 т/га навоза – фон (4-й год)	36,7	71	55	45,7	59,3	55,5	74,7
3. N ₉₀ +30P ₇₀	36,5	71	55	43,9	58,3	52,5	72,8
4. N ₉₀ +30K ₁₂₀	34,3	71	55	43,6	58,3	51,9	72,9
5. P ₇₀ K ₁₂₀	41,0	71	55	53,6	72,0	64,1	90,0
6. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	36,3	71	55	46,7	63,5	55,6	79,3

Вариант	Содержание лизина, мг в г белка			Биологическая ценность белка, %			
	опыт	цель- ное яйцо	шкала ФАО/ ВОЗ	химическое число		аминокислотный скор	
				АКкр	АКн	АКкр	АКн
7. N ₉₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	33,1	71	55	44,2	60,7	52,4	75,9
8. N ₉₀₊₃₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	27,3	71	55	37,6	56,1	44,9	70,7
9. P ₄₀ K ₈₀	40,7	71	55	53,9	70,3	64,5	87,8
10. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	35,0	71	55	43,7	62,2	53,6	78,4
11. N ₉₀₊₃₀ P ₄₀ K ₈₀	27,4	71	55	39,5	58,2	46,9	72,9
12. N ₉₀₊₃₀₊₃₀ P ₄₀ K ₈₀	27,2	71	55	37,6	56,6	45,4	71,6
13. P ₂₀ K ₄₀	39,9	71	55	52,9	68,2	62,8	85,0
14. N ₉₀ P ₂₀ K ₄₀	36,3	71	55	53,2	66,5	61,7	82,1
15. N ₉₀₊₃₀ P ₂₀ K ₄₀	32,2	71	55	47,4	58,9	54,8	72,7

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

ВЫВОДЫ

1. оптимальная урожайность озимого тритикале сорта Вольтарио 76,5 ц/га формировалась при внесении N₉₀₊₃₀₊₃₀P₄₀K₈₀ (ПК на поддерживающий баланс, N₉₀ – весной при возобновлении вегетации растений +N₃₀ в фазу начала стеблевания + N₃₀ в фазу последний лист). При применении указанной системы удобрения прибавка зерна от NPK составила 33,6 ц/га, в том числе от азотных удобрений 27,0 ц/га, при окупаемости 1 кг NPK 14,0 кг зерна и 1 кг азота – 22,6 ц/га.

2. При применении N₉₀₊₃₀₊₃₀P₄₀K₈₀ обеспечивается масса 1000 семян 42,59 г, содержание сырого белка 12,1%, при сборе сырого белка 788 кг.

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 следующее содержание элементов питания в зерне: азот – 1,93, фосфор – 0,93, калий – 0,67, кальций – 0,05 и магний – 0,17%; в соломе: N – 1,24%, P₂O₅ – 0,60, K₂O – 1,54, CaO – 0,12 и MgO – 0,14%.

4. Максимальный хозяйственный вынос элементов питания характерен для систем применения удобрений с дозой азота 150 кг/га д.в. (N₉₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ и N₉₀₊₃₀₊₃₀P₄₀K₈₀). При применении N₉₀₊₃₀₊₃₀P₄₀K₈₀ следующий удельный вынос элементов питания: N – 24,5%, P₂O₅ – 11,8, K₂O – 15,6, CaO – 1,2 и MgO – 2,3%.

5. При нарастании доз азотных, фосфорных и калийных удобрений содержание семи незаменимых аминокислот в зерне озимого тритикале увеличилось. Максимальное содержание 7 незаменимых, в том числе трех критических аминокислот

кислот в зерне характерно для систем удобрения $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$ и $N_{90+30+30}P_{40}K_{80}$. Незаменимые и критические аминокислоты в белке озимого тритикале накапливались с ростом доз фосфорных и калийных удобрений и максимальное их количество характерно для системы удобрения $P_{70}K_{120}$. Биологическая ценность белка озимого тритикале, оцененная по «химическому числу» АКк – 53,6 и Акн – 72,0%, а также в соответствии со шкалой ФАО/ВОЗ АКк – 64,1 и Акн – 90,0% максимальная при внесении $P_{70}K_{120}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрасл. регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В.Г. Гусаков и [др.]. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 460 с.
Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / Богдевич. И.М. [и др.]. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2005. – 14 с.
3. Кочурко, В.И. Особенности формирования урожая зерна озимого тритикале в зависимости от приемов возделывания / В.И. Кочурко. – Горки: БГСХА, 2002. – 112 с.
4. Савчик, М.В. Озимое тритикале / М.В. Савчик, И.Е. Мартыненко. – Минск, 2001. – 42 с.
5. Лапа, В.В. 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.

EFFECTIVENESS OF FERTILIZER SYSTEMS FOR WINTER TRITICALE GROWING ON LUVISOL LOAMY SAND SOIL

V.V. Lapa, N.N. Ivakhnenko, M.M. Lomonos, A.V. Pilipchuk, S.M. Shumak

Summary

The results of investigation for the influence of mineral fertilization on the yield and quality of winter triticale grown in grain-grass-raw crop rotation after red clover on Luvisol loamy sand soil were presented. It was found that split application of N_{150} (N_{90} at the beginning of vegetation + N_{30} at the phase 29 according Tsadex + N_{30} at the last leave phase) at background of $P_{40} K_{80}$ and aftereffect of 40 t/ha FYM provided triticale yield 76,5 c/ha, protein content in grain 12,1% and protein yield 788 kg/ha.

Поступила 13 октября 2010 г.