

УДК 633.112.9:631.82:631.559:631.445.24

В. В. ЛАПА, Н. Н. ИВАХНЕНКО, М. М. ЛОМОНОС, А. В. БАЧИЦЕ, С. М. ШУМАК

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

Институт почвоведения и агрохимии

(Поступила в редакцию 28.04.2011)

Посевы озимой тритикале, сравнительно новой зерновой культуры в сельском хозяйстве Беларуси, с 1995 по 2010 г. расширились от 32,9 до 396,1 тыс. га. Озимая тритикале (*Triticosecale Wittmack*) – гибрид между озимыми пшеницей и рожью – удачно сочетает ценные признаки и свойства как ржи (высокая экологическая пластичность), так и пшеницы (урожайность и качество зерна). 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 озимой тритикале обладает высокой усвояемостью, зеленую массу этой культуры также используют на корм животным. Вследствие позднего колошения тритикале хорошо заполняет разрыв в зеленом конвейере между укусами озимой ржи и многолетних трав. Зерно тритикале – перспективный источник для получения крахмала и пива, также его можно использовать и в виноделии. Урожайность озимой тритикале и качество зерна в значительной мере зависят от обеспеченности растений элементами минерального питания и научно обоснованных рекомендаций по системе применения удобрений. Ранее проведенными исследованиями установлена различная отзывчивость сортов озимой тритикале на изменение доз минеральных удобрений и плодородие почвы [1–4]. В связи с недостаточно разработанной системой удобрения, с учетом биологических особенностей сорта озимой тритикале на почвах различного гранулометрического состава, исследования в этой области являются актуальными.

Цель исследований – изучить и определить наиболее эффективные дозы и соотношения минеральных удобрений под озимую тритикале исходя из критериев полученной урожайности, агрономической окупаемости применяемых доз удобрений и качества зерна.

Объекты и методы исследований. Исследования по изучению эффективности систем удобрения озимой тритикале 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: $pH_{КС1}$ 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 и K_2O – 170–290 и 130–230 мг/кг почвы; гумуса – 2,5–3,0%.

Изучали три варианта системы применения удобрений под озимую тритикале сорта Вольтарио: 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, выравненный 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, схема опыта приведена в табл. 1.

Общая площадь делянки 45 м², учетная – 28 м², 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 – озимая 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 озelenения проб в смеси серной кислоты и пергидроля определяли содержание основных элементов питания: 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 и содержание сырого протеина и белка.

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 сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур. Наиболее близкими к формированию оптимального водного и теплового режимов являются среднегодовое показатели осадков и тепла.

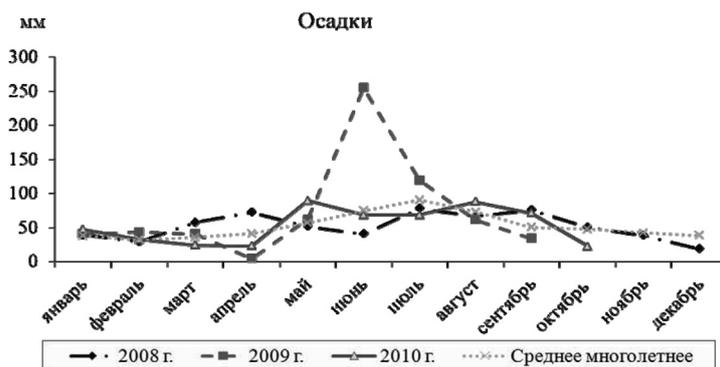
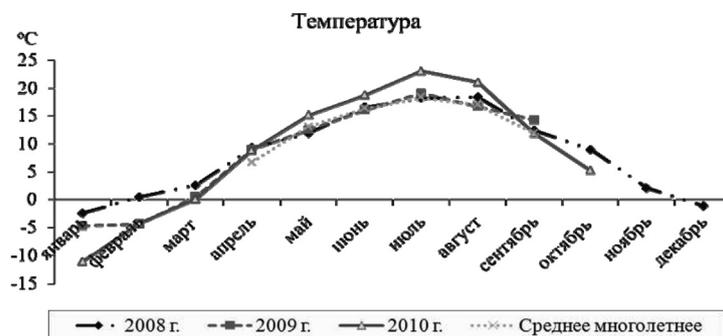
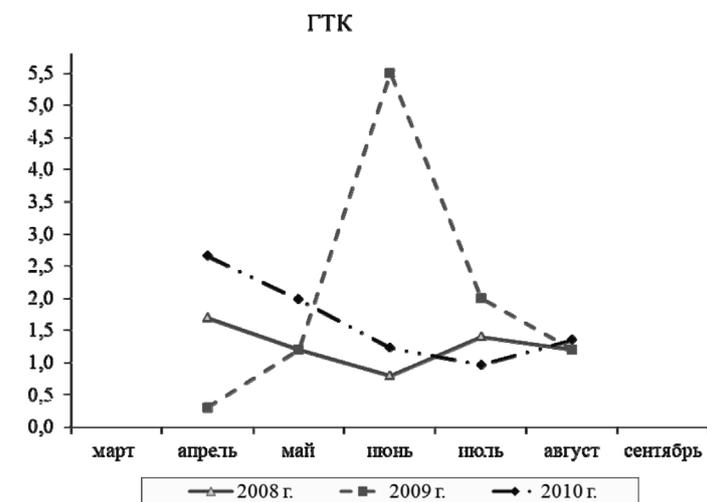
Агрометеорологические условия в вегетационный период озимой тритикале в 2008 г. хотя несколько и отличались от среднегодовых величин, но были благоприятными для формирования урожая зерна. За апрель–август выпало 310,1 мм осадков, что на 40 мм меньше средней многолетней величины (350 мм). Обильные осадки 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 было довольно благоприятно для налива и созревания зерна.

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

Агрометеорологические условия в 2009 г. были менее благоприятными, чем в 2008 г., поскольку 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 – 48,1 мм, а 23 июня – 91,5 мм при средней многолетней 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, так как месяцы с ГТК выше 1,6 характеризуются как избыточно влажные (см. рисунок).

В 2010 г. распределение осадков, температура воздуха и сумма температур выше 10 °С и ГТК отличались от среднегодовых величин. За апрель–август выпало 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, 5,4 и 4,7 °С соответственно. Гидротермический коэффициент изменялся в пределах 0,9–1,9, что свидетельствует о слабозасушливом периоде в июне и июле.

Результаты и их обсуждение. На урожайность озимой тритикале сорта Вольтарио в годы исследований (2008–2010 гг.) оказали влияние как погодные условия, так и минеральные удобрения. В 2010 г. урожайность зерна формировалась на уровне 36,5–68,7 ц/га. В варианте без удобрений урожайность составила 36,5 ц/га, что на 6,9 ц/га ниже, чем в 2009 г., и на 5,2 ц/га меньше, чем в 2008 г. Внесение азотных удобрений обеспечило прибавку урожайности зерна от 18,8 до 25,6 ц/га при окупаемости 1 кг азота от 15,3 до 23,7 кг зерна. Следует отметить высокую эффективность парных комбинаций фосфорных и калийных удобрений с азотными (NP и NK),



Метеоусловия в годы проведения исследований, 2008–2010 гг.

которые обеспечили в условиях 2010 г. прибавку зерна 28,3–22,3 ц/га, причем эффективность в варианте $N_{90+30}P_{70}$ на 6,0 ц/га выше, чем в варианте $N_{90+30}K_{120}$.

Оптимальная урожайность зерна 68,3 ц/га формировалась при внесении азотных удобрений в три срока (N_{90} весной в начале возобновления вегетации + N_{30} в фазу первого узла + N_{30} в фазу последнего листа) на фоне фосфорных и калийных в расчете на положительные балансы – вариант $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$. Прибавка зерна от азота при такой системе удобрения по сравнению с фоновым вариантом составила 25,6 ц/га, а с внесением $N_{90}P_{70}K_{120}$ – 2,1 ц/га. Оплата 1 кг NPK зерном составила 8,8 кг, а 1 кг N – 17,1 кг. Эффективность внесения парной комбинации $N_{90+30}P_{70}$ практически на одном уровне (66,9 ц/га) с внесением полной дозы минерального удобрения $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ (66,6 ц/га) (табл. 1).

В среднем за годы исследований максимальная урожайность зерна 73,6 ц/га получена 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 первого узла стеблевания + 30 кг/га в фазу последнего листа) на фоне фосфорных и калийных в расчете на положительные балансы –

Т а б л и ц а 1. Влияние систем удобрения на урожайность зерна озимой тритикале

Вариант опыта	Урожайность, ц/га					Прибавка, ц/га		Окупаемость 1 кг д. в. удобрений зерном, кг	
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	∅	соломы	фону	PK	NPK	N
I. Без удобрений	41,7	43,4	36,5	40,5	25,3	—	—	—	—
II. Последействие 40 т/га навоза (фон)	40,5	45,3	38,6	41,5	30,0	1,0	—		
III. N ₉₀₊₃₀ P ₇₀	72,1	63,6	66,9	67,5	55,1	26,0	—	13,7	
IV. N ₉₀₊₃₀ K ₁₂₀	66,9	68,4	60,9	65,4	52,8	23,9	—	10,0	
V. P ₇₀ K ₁₂₀	45,1	56,3	43,0	48,1	39,8	6,6	—	3,5	
VI. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	69,0	65,6	62,8	65,8	64,3	24,3	17,7	8,7	19,6
VII. N ₉₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	69,9	68,2	66,6	68,2	68,0	26,7	20,1	8,6	16,8
VIII. N₉₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀	84,2	68,0	68,7	73,6	70,3	32,1	25,5	9,4	17,0
IX. P ₄₀ K ₈₀	43,5	55,5	41,9	47,0	35,6	5,5		4,6	
X. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	68,9	66,8	63,3	66,3	61,4	24,8	19,3	11,8	21,5
XI. N ₉₀₊₃₀ P ₄₀ K ₈₀	74,2	67,3	65,7	69,1	57,7	27,6	22,1	11,5	18,4
XII. N₉₀₊₃₀₊₃₀P₄₀K₈₀	83,0	70,0	64,8	72,6	58,8	31,1	25,6	11,5	17,1
XIII. P ₂₀ K ₄₀	43,4	54,2	40,1	45,9	36,5	4,4		7,3	
XIV. N ₉₀ P ₂₀ K ₄₀	66,0	64,0	58,8	62,9	43,0	21,4	17,0	14,3	18,9
XV. N ₉₀₊₃₀ P ₂₀ K ₄₀	66,4	67,2	64,6	66,1	54,2	24,6	20,2	13,7	16,8
НСР ₀₅	3,13	2,3	2,01	1,4	2,0				

P₇₀K₁₂₀. 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 – P₄₀K₈₀. 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, а 1 кг азота – 17,1 кг зерна. Последействие органических удобрений (четвертый год) не оказало достоверного влияния на урожайность зерна озимой тритикале. Внесение возрастающих доз азотных удобрений на фоне P₂₀₋₇₀K₄₀₋₁₂₀ обеспечило прибавку урожайности зерна этой культуры 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 P₂₀₋₇₀K₄₀₋₁₂₀ составила 4,4–6,6 ц/га при окупаемости 7,3–3,5 кг зерна. Эффективность парных комбинаций NP и NK находилась практически на одном уровне – 67,5 и 65,4 ц/га с прибавкой к фону 26,1 и 23,9 ц/га, окупаемость 1 кг удобрений – 13,7 и 10,0 кг зерна соответственно. Прибавка зерна за счет внесения только фосфорных или калийных удобрений составила 2,8 и 0,7 ц/га соответственно (см. табл. 1).

Урожайность соломы, которая используется как органическое удобрение и на корм, и на подстилку скоту, также, как и зерна, была максимальной в 2008 г., а в среднем за три года при применении 150 кг/га д. в. азотных удобрений в три срока на фоне положительных балансов фосфора и калия (см. табл. 1). Отношение сухого веса соломы к зерну увеличивалось при нарастании доз азотных удобрений и изменялось в пределах 0,5–0,7.

Оптимальная урожайность зерна озимой тритикале в среднем за три года на 55,8% формировалась за счет почвенного плодородия, органические удобрения (четвертый год последействия) обеспечили только 1,4%, доля фосфорных и калийных удобрений составила 7,6%, а азотных – 35,2% (табл. 2).

Анализируя роль факторов в формировании урожайности озимой тритикале на разных фонах компенсации выносов фосфора и калия урожаем, следует отметить, что роль почвенного плодородия и последействия органических удобрений максимальная при 50%-ной компенсации выносов фосфора и калия урожаем – 61,3 и 1,5% соответственно. Роль азотных удобрений максимальная (35,2 и 34,6%) при 100%-ной и 150%-ной компенсации выносов фосфора и калия и минимальная (30,6%) при системе удобрения с дефицитными балансами фосфора и калия. Доля участия фосфорных и калийных удобрений увеличивается от 6,6 до 9,0% с нарастанием доз от дефицитных до положительных балансов фосфора и калия (см. табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Участие исследуемых факторов в формировании урожайности озимой тритикале

Фактор	Долевое участие факторов					
	РК – 50%		РК – 100%		РК – 150%	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Почва	40,5	61,3	40,5	55,8	40,5	55,0
Последствие 40 т/га навоза	1,0	1,5	1,0	1,4	1,0	1,4
РК-удобрения	4,4	6,6	5,5	7,6	6,6	9,0
N-удобрения	20,2	30,6	25,6	35,2	25,5	34,6
Урожайность, ц/га	66,1	100	72,6	100	73,6	100

Наряду с показателями урожайности при возделывании озимой 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 метеословиям 2008 г. 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 43,81–49,69 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. В вариантах опыта, где вносили азотные удобрения, масса 1000 семян в 2009 г. была ниже 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. 3).

Т а б л и ц а 3. Влияние систем удобрения на качество зерна озимой тритикале

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г				Содержание сырого белка, %				Сбор сырого белка, кг/га			
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Ø
I	46,30	39,36	47,61	44,42	9,6	8,4	9,6	9,2	343	315	301	320
II	44,76	41,20	49,94	45,30	8,6	9,1	10,3	9,3	298	353	342	331
III	44,34	34,91	46,62	41,96	9,3	11,3	11,6	10,7	577	619	667	621
IV	47,80	36,52	49,88	44,73	9,5	11,7	11,6	10,9	547	686	608	614
V	44,48	39,46	50,50	44,81	8,4	9,1	10,8	9,4	327	440	399	389
VI	47,41	36,91	49,77	44,70	8,7	10,9	11,2	10,3	516	615	605	579
VII	48,11	33,65	48,47	43,41	9,5	11,7	12,1	11,1	571	687	693	650
VIII	49,12	33,28	48,32	43,57	10,5	13,8	13,1	12,5	760	808	774	781
IX	42,84	38,65	51,24	44,24	8,5	8,9	10,7	9,4	318	423	386	376
X	46,59	38,17	50,42	45,06	8,6	10,2	10,7	9,8	507	583	582	557
XI	48,54	36,21	48,63	44,46	10,2	11,5	11,5	11,1	650	666	650	655
XII	49,69	35,49	51,89	45,69	11,1	13,0	13,1	12,4	790	785	730	768
XIII	43,81	40,39	48,80	44,33	8,3	9,2	9,6	9,0	308	428	331	356
XIV	45,54	36,99	49,20	43,91	9,1	10,1	10,9	10,0	514	555	551	540
XV	46,57	36,02	48,21	43,60	10,3	11,5	11,4	11,1	585	667	633	628
НСР ₀₅	2,28	2,60	2,16	1,35	0,8	0,4	0,7	0,04				

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%, но ниже на 0,1–1,8%, чем в 2010 г.

В среднем за три года содержание сырого белка в зерне озимой тритикале изменялось от 9,2% при отсутствии удобрений до 12,4–12,5% 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 первого узла стеблевания + 30 кг/га в фазу последнего листа) на фоне фосфорных и калийных удобрений ($N_{90+30+30}P_{40}K_{80}$ и $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$) соответственно. Азотные удобрения в дозах 90–150 кг/га д. в. на фоне $P_{20-70}K_{40-120}$ повышали содержание белка на 0,9–3,1%. Дозы фосфорных и калийных удобрений не оказывали влияния на содержание сырого белка (см. табл. 3).

Сбор сырого белка определялся содержанием белка и урожайностью зерна. В 2009, 2010 гг. максимальный сбор сырого белка (808 и 774 кг/га) обнаружен при внесении $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$. При применении фосфорных и калийных удобрений в дозах $P_{20-70}K_{40-120}$ сбор сырого белка увеличился на 13 кг/га. За счет азотных удобрений, внесенных на фоне $P_{20-70}K_{40-120}$, дополнительно получено 184–397 кг/га сырого белка (см. табл. 3).

Содержание основных элементов питания (азота, фосфора, калия, кальция), 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 $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$. В соломе максимальное содержание элементов питания (азота, фосфора и калия) отмечено в варианте с применением $N_{90+30+30}P_{70}K_{120}$. Увеличение доз азотных удобрений и внесение их в два и три срока способствовало росту содержания азота, фосфора, калия, оксидов кальция и магния в зерне озимой тритикале (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Содержание элементов питания в зерне и соломе озимого тритикале, % в сухом веществе (среднее за три года)

Вариант опыта	Зерно					Солома				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
I	1,51	0,85	0,53	0,03	0,16	0,32	0,22	1,48	0,18	0,13
II	1,50	0,83	0,53	0,03	0,16	0,36	0,24	1,48	0,17	0,13
III	1,73	0,87	0,56	0,04	0,16	0,40	0,21	1,57	0,20	0,13
IV	1,79	0,86	0,59	0,04	0,16	0,35	0,17	2,00	0,19	0,12
V	1,52	0,84	0,53	0,03	0,15	0,27	0,17	1,77	0,16	0,13
VI	1,63	0,86	0,54	0,04	0,16	0,37	0,19	1,91	0,19	0,12
VII	1,77	0,90	0,59	0,04	0,17	0,42	0,21	2,06	0,18	0,11
VIII	2,01	0,88	0,61	0,04	0,17	0,45	0,22	2,28	0,20	0,11
IX	1,50	0,83	0,51	0,03	0,16	0,35	0,21	1,76	0,17	0,13
X	1,58	0,86	0,53	0,04	0,16	0,35	0,19	1,75	0,19	0,13
XI	1,77	0,88	0,57	0,04	0,16	0,42	0,22	1,95	0,18	0,12
XII	1,95	0,90	0,63	0,04	0,17	0,41	0,18	2,03	0,20	0,11
XIII	1,46	0,84	0,52	0,03	0,16	0,33	0,21	1,65	0,18	0,12
XIV	1,57	0,84	0,53	0,04	0,15	0,34	0,19	1,63	0,19	0,12
XV	1,75	0,86	0,58	0,04	0,10	0,37	0,20	1,77	0,19	0,12
НСР ₀₅	0,07	0,03	0,03	0,003	0,008	0,03	0,02	0,06	0,02	0,01

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. 5).

Удельный вынос основных элементов питания (с 1 т зерна и соответствующим количеством соломы), который чаще используется в агрохимической практике для расчета доз удобрений, при оптимальной урожайности составил: азот – 19,5, фосфор – 8,8, калий – 19,3, кальций – 1,7 и магний – 2,2 кг.

Т а б л и ц а 5. **Хозяйственный и удельный вынос элементов питания озимой тритикале**

Вариант опыта	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
I	60	35	50	5	8	14,7	8,6	12,4	1,2	2,0
II	64	38	60	6	9	15,4	9,2	14,5	1,5	2,2
III	127	64	114	12	16	18,8	9,5	16,9	1,8	2,4
IV	122	59	128	12	15	18,7	9,0	19,6	1,9	2,2
V	75	43	87	7	10	15,5	9,0	18,0	1,4	2,1
VI	116	63	142	13	15	17,6	9,5	21,5	2,0	2,3
VII	132	69	159	12	17	19,3	10,2	23,3	1,8	2,4
VIII	156	71	182	16	17	21,2	9,7	24,7	2,2	2,4
IX	73	41	76	7	10	15,6	8,7	16,1	1,5	2,2
X	112	61	126	12	15	16,9	9,3	19,0	1,8	2,3
XI	130	65	136	12	16	18,8	9,4	19,7	1,8	2,3
XII	142	64	140	12	16	19,5	8,8	19,3	1,7	2,2
XIII	68	41	74	8	10	14,9	8,9	16,1	1,7	2,2
XIV	100	53	92	9	13	15,9	8,4	14,6	1,4	2,1
XV	120	59	122	13	15	18,1	9,0	18,4	1,9	2,3
НСР	4,0	2,0	3,8	0,8	0,5	0,5	0,3	1,1	0,2	0,1

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

Выводы

1. Оптимальная урожайность озимой тритикале сорта Вольтарио 72,6 ц/га при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве формировалась при внесении N₉₀₊₃₀₊₃₀P₄₀K₈₀ (ПК на поддерживающий баланс, N₉₀ – весной при возобновлении вегетации растений + N₃₀ в фазу первого узла стеблевания + N₃₀ в фазу последнего листа). При применении указанной системы удобрения прибавка зерна от НРК составила 31,1 ц/га, в том числе от азотных удобрений 25,6 ц/га, при окупаемости 1 кг НРК 11,5 кг зерна и 1 кг азота 17,1 ц/га.

2. Внесение удобрений в дозе N₉₀₊₃₀₊₃₀P₄₀K₈₀ обеспечивает массу 1000 семян 45,6 г, содержание сырого белка – 12,4% при сборе сырого белка 768 кг.

3. Увеличение доз азотных удобрений от 90 до 150 кг/га д. в. и внесение их в два или три срока способствовало росту содержания азота, фосфора, калия, оксидов кальция и магния в зерне озимой тритикале. При оптимальной урожайности содержание элементов питания в зерне было следующее: азот – 1,95, фосфор – 0,90, калий – 0,63, кальций – 0,04 и магний – 0,17%; в соломе: N – 0,42%, P₂O₅ – 0,18, K₂O – 2,04, CaO – 0,20 и MgO – 0,11%.

4. Максимальный хозяйственный вынос элементов питания характерен для систем применения удобрений с дозой азота 150 кг/га д. в. на фоне (N₉₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ и N₉₀₊₃₀₊₃₀P₄₀K₈₀). При применении системы удобрения N₉₀₊₃₀₊₃₀P₄₀K₈₀ удельный вынос элементов питания был таким: N – 25,6%, P₂O₅ – 8,9, K₂O – 19,3, CaO – 1,7 и MgO – 2,2%.

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. 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. Б у т ш е в и ч, В. Н. Семеноводство озимого тритикале / В. Н. Бутшевич, Т. М. Буланова, Т. М. Крылова // Бел. сел. хоз-во. – 2004. – № 1. – С. 23–25.

5. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорус. наука, 2005. – 460 с.

*V. V. LAPA, N. N. IVAKHNENKO, M. M. LOMONOS,
A. V. BACHYSHCHA, S. M. SHUMAK*

EFFICIENCY OF THE SYSTEMS OF FERTILIZATION OF WINTER TRITICALE WHILE CULTIVATING IT ON SOD-PODZOL LOAMY SAND SOIL

Summary

The results of the research on the influence of mineral fertilizers on the yield and quality of winter triticale to be cultivated in grain-grass crop rotation after red clover on sod-podzol loamy sand soil show that split application of 150 kg/ha of N_{150} (N_{90} at the beginning of vegetation + N_{30} within the phase “1st joint of shooting” + N_{30} within the phase “last leave”) against $P_{40} K_{80}$ and aftereffect of 40 t/ha⁻¹ of straw manure provide triticale yield 72.6 c/ha⁻¹, at the same time protein content in grain is 12.4% and protein yield is 768 kg/ha⁻¹.