

12. Беларусь в цифрах: стат. Справочник; отв. за выпуск Л.Л. Рыбчик. – Мн., 2004. – 96 с.

13. Результаты испытания сортов сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь за 2002-2004 гг. / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Комитет по государственному испытанию и охране сортов растений. – Мн., 2004. – Ч.1. – 339 с.

14. Санжарова, Н.И. Роль химии в реабилитации сельскохозяйственных угодий, подвергшихся радиоактивному загрязнению / Н.И. Санжарова [и др.] // Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева). – 2005. – Т. XLIX. – №3. – С. 26-34.

## **WHEAT VARIETIES CULTIVATED ON LANDS CONTAMINATED BY RADIONUCLIDES AS CONTRMEASURE IN DECREASING OF REMOVAL <sup>90</sup>SR**

**O.M. Tavrykina, I.M. Bogdevich, Yu.V. Putyatin**

### **Summary**

The data on crop yield of wheat varieties, of specific activity of <sup>90</sup>Sr in grain and straw, total removal of radionuclide <sup>90</sup>Sr and calcium are presented. Estimated data of zoning and potential wheat varieties at its cultivation on lands contaminated by radionuclide <sup>90</sup>Sr for individual and collective internal irradiation dose decrease is given.

*Поступила 18 февраля 2011 г.*

УДК 633.112.9:631.8:631.445.2

## **УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ**

**В.В. Лапа, О.Г. Кулеш, М.М. Ломонос, М.С. Лопух**  
*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Озимое тритикале является относительно новой для Республики Беларусь зерновой культурой, которая имеет в первую очередь важное кормовое значение. Сорты озимого тритикале, внесенные в государственный реестр, характеризуются высокой продуктивностью, относительно высокой устойчивостью к грибным заболеваниям, хорошей зимостойкостью и меньшей, чем пшеница, требовательностью к плодородию почв [1, 2]. Зерно тритикале содержит белка на 1-1,5% больше, чем пшеница и на 3-4% больше, чем рожь и характеризуется оптимальным соотношением аминокислот, что определяет кормовые достоинства культуры [3].

Не менее значимым является уровень потенциальной продуктивности озимого тритикале достигающего 100 ц/га и более. Таким образом, одним из путей увеличения производства высококачественного кормового зерна является более полное использование потенциала тритикале, в котором сочетается высокая экологическая пластичность ржи с урожайностью и качеством пшеницы. Получение высоких и устойчивых урожаев озимого тритикале невозможно без научно-обоснованной системы удобрения. Доля этого фактора в формировании урожая этой культуры составляет в условиях Беларуси 35-40% и более [4]. В связи с этим целью исследований явилось определение влияния доз и соотношений минеральных удобрений на продуктивность и качество зерна озимого тритикале.

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимого тритикале Вольтарио проводились в длительном стационарном полевом опыте в СПК «Щемыслица» 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.

Озимое тритикале возделывалось на протяжении 2007-2009 гг. в зернотравяном севообороте со следующим чередованием культур: пелюшко-овсяная смесь на зеленую массу – озимое тритикале с подсевом клевера – клевер луговой 1 г. п. – яровая пшеница – яровой рапс. В опыте предусматривалось изучение 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. Органические удобрения (40 т/га солоमистого навоза КРС) в севообороте вносились под пелюшко-овсяную смесь. Система защиты растений включала фоновую обработку от сорняков и болезней, обработку против полегания растений.

Анализ почвенных и растительных образцов проводился в соответствии с общепринятыми методиками: фосфор и калий – по методу Кирсанова (0,2 М HCl), гумус – по методу Тюрина (0,4 М  $K_2Cr_2O_7$ ); в растительных образцах после мокрого озоления проб в смеси серной кислоты и пергидроля определяли азот и фосфор фотоколориметрическим методом, калий – методом пламенной фотометрии. Содержание сырого протеина определялось умножением содержания общего азота на коэффициент 6,25 [5].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований, проведенных на хорошо окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с высоким содержанием фосфора и калия, показали, что за счет почвенного плодородия, в контрольном варианте без внесения удобрений, на фоне применения химической защиты растений от сорняков, болезней и вредителей, урожайность зерна озимого тритикале в среднем за три года исследований составила 53,8 ц/га (табл. 1).

Эффективным агрохимическим приемом при возделывании озимого тритикале оказалось последствие 40 т/га соломистого навоза КРС, которое обеспечило прибавку урожайности зерна 8,1 ц/га по отношению к контрольному варианту.

Таблица 1

**Влияние удобрений на урожайность озимого тритикале Вольтарио на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (2007-2009 гг.)**

Вариант	Урожайность зерна, ц/га				Прибавка урожайности, ц/га		Окупаемость 1 кг удобрений зерном, кг	
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Ø	N	NPK	N	NPK
Без удобрений	60,6	54,4	46,4	53,8	–	–	–	–
Последствие навоза – фон 1	70,9	62,5	52,1	61,9	–	–	–	–
Фон 1 + N <sub>30</sub>	79,6	69,2	54,8	67,9	6,0	–	20,0	–
Фон 1 + N <sub>60</sub>	80,9	75,2	59,5	71,9	10,0	–	16,7	–
Фон 1 + N <sub>90</sub>	82,0	78,3	63,7	74,7	12,8	–	14,2	–
Фон 1 + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	81,9	76,9	61,4	73,4	–	–	–	–
Фон 1 + N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	81,3	77,9	62,9	74,0	–	–	–	–
Послед. навоза + P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> – фон 2	77,4	70,1	58,6	68,7	–	6,8	–	7,6
Фон 2 + N <sub>30</sub>	82,2	74,9	62,2	73,1	4,4	11,2	14,7	9,3
Фон 2 + N <sub>60</sub>	84,6	78,8	66,5	76,6	7,9	14,7	13,2	9,8
Фон 2 + N <sub>90</sub>	85,8	83,3	69,3	79,5	10,8	17,6	12,0	9,8
Послед. навоза + P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> – фон 3	84,9	77,1	64,3	75,4	–	13,5	–	7,5
Фон 3 + N <sub>30</sub>	87,7	84,0	69,5	80,4	5,0	18,5	16,7	8,8
Фон 3 + N <sub>60</sub>	88,4	90,2	73,5	84,0	8,6	22,1	14,3	9,2
Фон 3 + N <sub>90</sub>	90,2	95,5	74,6	86,8	11,4	24,9	12,7	9,2
Фон 3 + N <sub>60+30</sub>	89,0	99,1	78,8	89,0	13,6	27,1	15,1	10,0
Фон 3 + N <sub>90+30</sub>	92,9	103,9	82,6	93,1	17,7	31,2	14,8	10,4
НСР <sub>0,05</sub>	2,3	3,0	3,0	2,3				

Применение фосфорных и калийных удобрений в дозах P<sub>30</sub>K<sub>60</sub> на фоне последствия 40 т/га органических удобрений при высокой обеспеченности почвы фосфором и калием, достоверно увеличивало урожайность зерна озимого тритикале на 6,8 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 7,6 кг зерна. Увеличение доз фосфора и калия до P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> также было эффективным и обеспечило дополнительный сбор зерна 6,7 ц/га, по сравнению с вариантом последствия органических удобрений и внесения P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>, при окупаемости 1 кг NPK 7,5 кг зерна.

Наибольшее влияние на урожайность зерна озимого тритикале оказало внесение возрастающих доз азотных удобрений. Прибавка урожайности от внесения азотных удобрений в среднем за три года составила от 4,4 до 17,7 ц/га.

При этом следует отметить, что эффективность эквивалентных доз азотных удобрений была примерно одинаковой на всех изучаемых агрохимических фонах: без внесения фосфорных и калийных удобрений и на фонах P<sub>30</sub>K<sub>60</sub> и P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>. Прибавка урожайности зерна от внесения 90 кг/га д.в. азота на фоне

последствия навоза составила 12,8 ц/га, на фоне  $P_{30}K_{60}$  – 10,8 ц/га, на фоне  $P_{60}K_{120}$  – 11,4 ц/га.

Максимальная урожайность зерна озимого тритикале, в среднем за три года исследований (93,1 ц/га), получена в варианте с дробным внесением  $N_{120}$  ( $N_{90}$  во время возобновления весенней вегетации +  $N_{30}$  в стадию первого узла) на фоне предпосевного внесения  $P_{60}K_{120}$  и последствий 40 т/га соломистого навоза КРС. Прибавка от внесения азотных удобрений в данном варианте составила 17,7 ц/га, от полного минерального удобрения – 31,2 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 10,4 кг зерна. Этот вариант следует признать наиболее эффективным вариантом системы удобрения озимого тритикале. В формировании урожайности зерна в данном варианте доля почвенного плодородия составила 57,8%, азотных удобрений – 19%. Доля фосфорных и калийных удобрений – 14,5%, а последствия органических удобрений – 8,7%.

Вместе с тем, значимым фактором, лимитирующим продуктивность озимого тритикале являются погодные условия. В наших исследованиях метеорологические условия обусловили изменения урожайности зерна по годам, которая в 2007 г. составила 60,6-92,9 ц/га, в 2008 – 54,4-103,9 ц/га, а в 2009 г. – 46,4-82,6 ц/га.

Погодные условия 2007 и 2008 годов были в целом благоприятные для возделывания озимого тритикале. Температура воздуха в течение вегетации немного превышала среднеголетние показатели, за исключением мая 2008 года, который был холоднее на 1,3°C. Сумма атмосферных осадков за вегетационный период в 2007 г. составила 290 мм, в 2008. – 330 мм, что несколько ниже среднеголетнего показателя (398 мм). Однако довольно равномерное выпадение осадков в течение вегетации благоприятствовало формированию высокого урожая тритикале. Начало вегетации 2009 г. характеризовалось засушливыми условиями. В апреле и первой декаде мая выпало всего 8 мм осадков при этом температура воздуха превышала среднеголетнюю на 5°C в начале апреля и 2,5°C в первой декаде мая. Все это повлияло на закладку и развитие вегетативных органов растений. Во время налива и созревания зерна осадки в 2 раза превысили среднеголетний показатель, что привело к полеганию растений, а также к «стеканию» зерна озимого тритикале, что в итоге снизило продуктивность данной культуры.

Эффективность минеральных удобрений, и в первую очередь азотных, также зависела от погодных условий вегетационного периода. Так в 2007 г. наблюдалась практически равнозначная эффективность различных доз азотных удобрений. Прибавка урожая от максимальной изучаемой дозы удобрений  $N_{90+30}P_{60}K_{120}$  в этом году была самой низкой по сравнению с другими годами исследований и составила 32,3 ц/га. В 2008 году эффективность удобрений была выше. Прибавка урожая от дозы удобрений  $N_{90+30}P_{60}K_{120}$  составила 49,5 ц/га. В 2009 г. при более низкой урожайности, чем в 2007 прибавка от той же дозы удобрений была выше и составила 36,2 ц/га. Погодные условия явились основным фактором, определившим большую эффективность дробного внесения 90 кг/га д. в. азота в 2008 и 2009 годах по сравнению с разовым внесением той же дозы этих удобрений. Прибавка от дробного внесения 90 кг д. в. азота по сравнению с разовым в 2008 г. составила 3,6 ц/га, в 2009 – 4,2 ц/га. В 2007 году наблюдалась тенденция снижения урожайности при дробном внесении азотных удобрений на 1,2 ц/га, что, по-нашему мнению, связано с достаточно равномерным выпадением осадков в течение периода вегетации и лучшим использованием почвенного азота.

При возделывании озимого тритикале, наряду с урожайностью, большое значение имеет качество зерна. К важным показателям качества зерна относятся содержание белка, аминокислотный состав зерна, масса 1000 зерен.

Белковость зерна тритикале зависела как от метеорологических условий вегетационного периода, так и от применяемой системы удобрения (табл. 2).

В среднем за три года исследований содержание белка в зерне озимого тритикале Вольтарио было на уровне 10,7-12,5%. При этом наблюдались значительные изменения этого показателя по годам исследований, обусловленные погодными условиями. Практически полное отсутствие осадков в апреле и первой декаде мая благоприятно повлияло на накопление белка в зерне озимого тритикале в 2009 г. Именно этот год был отмечен самым высоким по годам исследований содержанием белка в зерне – 12,2-13,6%. В то время как достаточная влагообеспеченность вегетационного периода 2007 г. негативно отразилась на содержании белка в зерне, составившего всего 9,3-11,8%. Недостаточное выпадение осадков привело к формированию более щуплого зерна с низкой массой 1000 зерен. Как известно, содержание белка всегда выше в менее выполненном зерне [6].

Таблица 2

**Влияние систем удобрения на качество зерна озимого тритикале Вольтарио (2007-2009 гг.)**

Вариант	Сырой белок, %				Сбор сырого белка, ц/га				Масса 1000 зерен, г			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Ø	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Ø	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Ø
<b>Без удобрений</b>	9,3	10,7	12,2	10,7	4,8	5,0	4,9	4,9	47,1	46,8	41,7	45,2
<b>Послед. навоза – фон 1</b>	9,7	10,9	11,7	10,7	5,9	5,9	5,2	5,7	48,5	48,3	44,6	47,1
Фон 1 + N <sub>30</sub>	10,0	12,0	12,2	11,4	6,9	7,1	5,7	6,6	47,4	48,4	44,8	46,9
Фон 1 + N <sub>60</sub>	10,6	12,2	12,4	11,7	7,4	7,9	6,3	7,2	47,7	46,3	43,8	45,9
Фон 1 + N <sub>90</sub>	10,9	12,5	13,0	12,1	7,7	8,4	7,1	7,7	47,2	46,2	43,4	45,6
Фон 1 + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	10,5	12,0	12,9	11,8	7,4	8,0	6,8	7,4	47,6	45,8	43,4	45,6
Фон 1 + N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	10,6	12,0	12,5	11,7	7,4	8,0	6,8	7,4	47,4	46,1	44,3	45,9
<b>Навоз + P<sub>30</sub> K<sub>60</sub> – фон 2</b>	9,7	11,5	11,9	11,0	6,5	6,9	6,0	6,5	49,4	46,2	44,6	46,6
Фон 2 + N <sub>30</sub>	10,2	11,6	12,3	11,4	7,2	7,5	6,6	7,1	48,3	46,9	44,5	46,5
Фон 2 + N <sub>60</sub>	10,8	12,0	12,8	11,9	7,9	8,1	7,3	7,8	47,9	46,6	42,4	45,7
Фон 2 + N <sub>90</sub>	11,2	12,1	13,6	12,3	8,3	8,7	8,1	8,4	47,3	46,9	41,2	45,2
<b>Навоз + P<sub>60</sub> K<sub>120</sub> – фон 3</b>	9,7	11,4	13,0	11,4	7,1	7,6	7,2	7,3	48,4	47,7	43,1	46,4
Фон 3 + N <sub>30</sub>	10,7	11,8	12,7	11,7	8,0	8,5	7,6	8,0	47,9	46,5	42,5	45,6
Фон 3 + N <sub>60</sub>	10,9	12,0	12,7	11,9	8,3	9,3	8,0	8,5	47,6	46,4	41,9	45,3
Фон 3 + N <sub>90</sub>	11,5	12,1	13,4	12,3	8,9	9,9	8,6	9,1	47,4	46,3	41,4	45,0
Фон 3 + N <sub>60+30</sub>	11,8	12,1	13,4	12,4	9,0	10,3	9,1	9,5	47,4	46,2	40,4	44,7
Фон 3 + N <sub>90+30</sub>	11,8	12,2	13,6	12,5	9,4	10,9	9,7	10,0	47,3	46,0	39,1	44,1
НСР <sub>0,05</sub>	0,4	0,2	0,5	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,7	0,7	1,0	0,5

Внесение азотных удобрений, в среднем за годы исследований, повышало белковость зерна на 0,3-1,4%. Применение весной в начале возобновления ве-

гетации 30 кг/га д.в. азота увеличивало содержание сырого белка в зависимости от фона на 0,3-0,7%, 60 кг/га д.в. азота – на 0,5-1,0%, 90 кг/га д.в. азота – на 0,9-1,4%. Необходимо отметить, что влияние азотных удобрений на накопление белка на фоне последействия навоза КРС было больше, чем на фосфорно-калийных фонах. Содержание белка при применении азотных удобрений, по отношению к фонам, увеличивалось: на фоне последействия навоза на 0,7-1,4%, на фоне  $P_{30}K_{60}$  – на 0,4-1,3%, на фоне  $P_{60}K_{120}$  – на 0,3-0,8%. Дробное и разовое внесение  $N_{90}$  обеспечивало практически равнозначное влияние на содержание белка в зерне озимого тритикале, однако за счет более высокой урожайности в варианте с дробным внесением 90 кг/га д.в. азота получен более высокий сбор сырого белка – 9,5 ц/га.

В среднем за три года исследований сбор белка с 1 га составил 4,9-10,0 ц/га. Более высокий показатель по годам исследований отмечен в 2008 году (5,0-10,9 ц/га), что было обусловлено более высокой урожайностью зерна озимого тритикале в этом году. Максимальный сбор сырого белка отмечен в варианте с дробным внесением 120 кг/га д.в. азота на фоне  $P_{60}K_{120}$  и составил в среднем за годы исследований 10 ц/га, при содержании сырого белка 12,5%.

Азотные удобрения оказали влияние и на крупность зерна. Увеличение доз азотных удобрений приводило к снижению массы 1000 зерен. Если в фоновом варианте с изучением последействия 40 т/га навоза КРС масса 1000 зерен в среднем за три года исследований составила 47,1 г, то при внесении 30 кг/га д.в. азота на этом же фоне она снижалась на 0,2 г 60 кг/га д.в. азота – на 1,2 г, 90 кг/га д.в. – на 1,5 г. В варианте с внесением максимальной дозы удобрений ( $N_{90+30}P_{60}K_{120}$ ) выполненность зерна в среднем за три года исследований была минимальной – 44,1 г.

Значительное влияние на массу 1000 зерен оказали погодные условия. В 2007 году они способствовали формированию более крупного зерна по сравнению с другими годами исследований (47,1-49,4 г), при этом внесение минеральных удобрений приводило к повышению крупности 1000 зерен на 0,2-2,3 г. 2008 год, отмеченный получением наиболее высокого урожая, для формирования массы зерна был менее благоприятный (46,0-48,4 г). 2009 год характеризовался самым низким показателем крупности зерен – 39,1-44,8 г, в этом же году была отмечена наибольшая разница в массе 1000 зерен между вариантами – 5,7 г.

На аминокислотный состав зерна озимого тритикале Вольтарио оказало влияние количество и соотношение внесившихся удобрений. При этом значимость этих факторов в изменении содержания отдельных аминокислот была неодинаковой (табл. 3).

Сумма незаменимых аминокислот изменялась от 21,77 г/кг зерна в контрольном варианте до 25,96 г/кг зерна в варианте с максимальной дозой удобрений. Сумма критических аминокислот (треонин + метионин + лизин) в варианте без использования удобрений составила 5,90 г/кг зерна, в варианте с применением  $N_{90+30}P_{60}K_{120}$  – 7,08 г/кг зерна.

Наиболее существенное влияние на содержание аминокислот оказали азотные удобрения. На фоне последействия органических удобрений и применения  $P_{60}K_{120}$  при увеличении дозы азота с 60 до 90 кг/га д.в. сумма незаменимых аминокислот возрастала на 1,26 г/кг зерна, сумма критических аминокислот – на 0,63 г/кг зерна. Дальнейшее увеличение дозы азота (до 120 кг/га д.в.) увеличивало сумму

незаменимых аминокислот на 0,22 г/кг зерна, сумму критических аминокислот – на 0,03 г/кг зерна.

Таблица 3

**Влияние систем удобрения на аминокислотный состав зерна озимого тритикале Вольтаро, г/кг зерна (2007-2009 гг.)**

Вариант	Треонин	Валин	Метионин	Фенилаланин	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Сумма незаменимых аминокислот	Сумма критических аминокислот
Без удобрений	2,19	4,04	1,25	3,63	2,90	5,30	2,46	21,77	5,90
Последствие навоза – фон 1	2,15	4,03	1,28	3,72	2,92	5,40	2,41	21,91	5,84
Фон 1 + N <sub>60</sub>	2,18	4,01	1,24	3,84	3,02	5,37	2,51	22,17	5,93
Фон 1 + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	2,34	4,45	1,38	4,22	3,33	5,93	2,60	24,25	6,32
Фон 1 + N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,25	4,15	1,36	3,93	3,10	5,62	2,86	23,27	6,47
Послед. навоза + P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> – фон 2	2,37	4,23	1,32	3,96	3,06	5,63	2,51	23,08	6,20
Фон 2 + N <sub>60</sub>	2,50	4,43	1,43	4,03	3,21	5,94	2,86	24,40	6,79
Послед. навоза + P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> – фон 3	2,40	4,20	1,33	3,75	2,96	5,59	2,80	23,03	6,53
Фон 3 + N <sub>60</sub>	2,46	4,55	1,34	4,35	3,15	6,01	2,62	24,48	6,42
Фон 3 + N <sub>60+30</sub>	2,58	4,62	1,56	4,40	3,45	6,22	2,91	25,74	7,05
Фон 3 + N <sub>90+30</sub>	2,51	4,62	1,64	4,51	3,49	6,26	2,93	25,96	7,08

Фосфорные и калийные удобрения в меньшей степени влияли на содержание аминокислот в зерне озимого тритикале. Сумма критических аминокислот увеличилась в варианте с внесением P<sub>30</sub> K<sub>60</sub> на 0,36 г/кг зерна в сравнении с фоном 1. При дальнейшем повышении дозы удобрений до P<sub>60</sub> K<sub>120</sub> этот показатель увеличился еще на 0,33 г/кг зерна.

Сумма незаменимых аминокислот увеличилась при внесении фосфорно-калийных удобрений в дозе P<sub>30</sub> K<sub>60</sub> на 1,17 г/кг зерна по сравнению с вариантом с последствием органических удобрений, но при применении P<sub>60</sub> K<sub>120</sub> отмечалась тенденция к снижению суммы незаменимых аминокислот, в сравнении с внесением P<sub>30</sub> K<sub>60</sub> на 0,05 г/кг зерна. В оптимальном по урожайности варианте с применением N<sub>90+30</sub> P<sub>60</sub> K<sub>120</sub> сумма незаменимых аминокислот составила 25,96 г/кг зерна, сумма критических аминокислот – 7,08 г/кг зерна.

Одним из показателей качества зерна является содержание в нем элементов минерального питания (табл. 4).

За годы проведения исследований содержание основных элементов питания в зерне озимого тритикале изменялось в различных пределах. Больше всего изменялось содержание азота в зерне и соломе. Основным фактором, повлиявшим на содержание этого элемента в основной и побочной продукции, явилось применение азотных удобрений. Наименьшее содержание азота было в варианте без использования удобрений – 1,72%. Внесение азотных удобрений на фоне действия 40 т/га соломистого навоза в дозе N<sub>30</sub> привело к повышению содержания азота в зерне на 0,10%, в дозе N<sub>60</sub> – на 0,15%, в дозе N<sub>90</sub> на – 0,22% по отношению

## ПЛОДОРДИЕ ПОЧВ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

к фону. Эффективность азотных удобрений на фоне внесения фосфорно-калийных удобрений была несколько ниже.

Таблица 4

**Влияние удобрений на содержание основных элементов питания в зерне и соломе озимого тритикале Вольтарио на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, % в сухом веществе (2007-2009 гг.)**

Вариант	Содержание элементов питания, % в сухом веществе									
	Зерно					Солома				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Без удобрений	1,72	0,89	0,59	0,04	0,16	0,30	0,27	1,27	0,17	0,11
Последствие навоза – фон 1	1,72	0,90	0,58	0,04	0,16	0,34	0,28	1,51	0,18	0,10
Фон 1 + N <sub>30</sub>	1,82	0,90	0,61	0,05	0,16	0,37	0,29	1,67	0,19	0,10
Фон 1 + N <sub>60</sub>	1,87	0,90	0,61	0,05	0,16	0,38	0,30	1,71	0,18	0,09
Фон 1 + N <sub>90</sub>	1,94	0,92	0,63	0,05	0,16	0,39	0,29	1,72	0,18	0,09
Фон 1 + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	1,89	0,91	0,63	0,05	0,16	0,39	0,31	1,73	0,18	0,09
Фон 1 + N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,87	0,91	0,65	0,05	0,16	0,38	0,26	1,85	0,19	0,10
Послед. навоза + P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> – фон 2	1,77	0,91	0,61	0,04	0,16	0,30	0,28	1,85	0,19	0,10
Фон 2 + N <sub>30</sub>	1,82	0,91	0,63	0,04	0,16	0,34	0,29	1,94	0,19	0,10
Фон 2 + N <sub>60</sub>	1,90	0,92	0,63	0,05	0,16	0,38	0,28	1,98	0,19	0,10
Фон 2 + N <sub>90</sub>	1,97	0,93	0,65	0,05	0,17	0,38	0,29	1,98	0,19	0,09
Послед. навоза + P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> – фон 3	1,82	0,90	0,60	0,05	0,16	0,31	0,28	2,06	0,19	0,10
Фон 3 + N <sub>30</sub>	1,88	0,91	0,61	0,05	0,16	0,31	0,29	2,08	0,19	0,10
Фон 3 + N <sub>60</sub>	1,90	0,93	0,63	0,05	0,17	0,36	0,29	2,18	0,20	0,09
Фон 3 + N <sub>90</sub>	1,97	0,92	0,66	0,05	0,17	0,38	0,31	2,23	0,19	0,09
Фон 3 + N <sub>60+30</sub>	1,98	0,92	0,66	0,05	0,16	0,38	0,31	2,22	0,20	0,09
Фон 3 + N <sub>90+30</sub>	2,01	0,94	0,66	0,05	0,17	0,41	0,30	2,15	0,20	0,10
НСР <sub>0,05</sub>	0,04	0,04	0,04	0,01	0,02	0,04	0,04	0,17	0,02	0,01

Применение фосфорных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с высоким содержанием фосфора не приводило к существенному повышению содержания этого элемента в зерне и соломе. Его содержание изменялось в незначительных пределах и составило в зерне 0,89-0,94%, в соломе – 0,27-0,31%.

Внесение калийных удобрений практически не влияло на содержание калия в зерне озимого тритикале. В то время как повышение дозы азотных удобрений до 90 кг д.в. азота и выше на всех трех фонах достоверно увеличивало содержание калия в зерне на 0,04-0,06%. На содержание калия в соломе оказали большее влияние дозы калийных удобрений. Если в варианте с последствием 40 т/га солоमистого навоза КРС содержание калия в соломе составило в среднем за три года исследований 1,51%, то в варианте с внесением 60 кг/га д.в. калия его содержание повысилось на 0,34%, а в варианте с внесением 120 кг/га д.в. – на 0,21%.

Содержание кальция и магния в зерне и соломе озимого тритикале характеризовалось постоянством и не зависело от применяемой системы удобрения и погодных условий.

В оптимальном по урожайности варианте с применением  $N_{90+30}P_{60}K_{120}$  содержание основных элементов питания в зерне составило: азота – 2,01%, фосфора – 0,94, калия – 0,66, кальция – 0,05 и магния – 0,17%, а в соломе: азота – 0,41%, фосфора – 0,30, калия – 2,15, кальция – 0,20 и магния – 0,10%.

Содержание элементов питания в растениях является довольно изменчивым показателем, который определяется рядом факторов (погодными условиями, обеспеченностью почвы элементами питания и т.п.). Поэтому наиболее объективным показателем эффективности применения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры является величина хозяйственного и удельного выноса элементов минерального питания.

Исследованиями установлено, что растения озимого тритикале накапливают в больших количествах калий и азот, затем фосфор, магний и кальций (табл. 5). За годы проведения исследований общий вынос калия озимым тритикале составил 75,4-211,5 кг/га, азота – 90,4-190,4, фосфора – 51,3-96,9, магния – 11,6-21,4 и кальция – 8,8-18,7 кг/га. Показатель общего выноса находился в прямой зависимости от содержания элементов питания в основной и побочной продукции и продуктивности озимого тритикале. В оптимальном по продуктивности варианте общий вынос азота озимым тритикале составил 190,4 кг/га, калия – 211,5, фосфора – 96,9, магния – 21,4 и кальция – 18,7 кг/га.

Таблица 5

**Влияние удобрений на вынос основных элементов питания озимым тритикале Вольгарио на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (2007-2009 гг.)**

Вариант	Общий вынос, кг/га					Удельный вынос, кг/т				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
<b>Без удобрений</b>	90,4	51,3	75,4	8,8	11,6	17,0	9,6	14,3	1,6	2,2
<b>Последствие навоза – фон 1</b>	106,1	60,2	96,9	10,2	13,1	17,2	9,8	15,9	1,7	2,1
Фон 1 + N <sub>30</sub>	123,1	66,1	113,2	11,8	14,2	18,3	9,8	17,1	1,8	2,1
Фон 1 + N <sub>60</sub>	135,3	70,3	125,1	12,5	14,8	18,9	9,9	17,7	1,7	2,1
Фон 1 + N <sub>90</sub>	146,1	74,5	136,7	13,3	15,7	19,6	10,1	18,6	1,8	2,1
Фон 1 + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	139,1	73,4	128,3	12,6	15,1	19,1	10,1	17,8	1,7	2,1
Фон 1 + N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	138,9	71,5	137,9	13,1	15,7	18,8	9,7	18,8	1,8	2,1
<b>Послед. навоза + P<sub>30</sub>K<sub>60</sub> – фон 2</b>	118,3	67,1	125,3	11,8	14,7	17,3	9,8	18,4	1,7	2,1
Фон 2 + N <sub>30</sub>	132,2	72,1	139,6	13,0	15,6	18,2	9,9	19,4	1,8	2,1
Фон 2 + N <sub>60</sub>	146,1	76,2	151,9	13,7	16,2	19,2	10,0	20,1	1,8	2,1
Фон 2 + N <sub>90</sub>	156,6	80,3	161,2	14,8	17,0	19,8	10,2	20,5	1,9	2,1
<b>Послед навоза + P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> – фон 3</b>	134,2	73,6	151,4	13,4	16,2	18,0	9,8	20,5	1,8	2,2
Фон 3 + N <sub>30</sub>	148,2	80,2	166,1	14,9	17,1	18,5	10,0	21,0	1,9	2,1
Фон 3 + N <sub>60</sub>	160,1	85,8	186,4	16,3	18,3	19,1	10,2	22,5	2,0	2,2
Фон 3 + N <sub>90</sub>	172,0	89,3	198,8	17,0	18,9	19,9	10,3	23,3	2,0	2,2
Фон 3 + N <sub>60+30</sub>	177,3	91,3	203,0	17,8	19,1	20,0	10,3	23,1	2,0	2,1
Фон 3 + N <sub>90+30</sub>	190,4	96,9	211,5	18,7	21,4	20,5	10,4	22,9	2,0	2,3
НСР <sub>0,05</sub>	4,1	3,2	7,8	1,1	0,8	0,4	0,4	0,9	0,1	0,1

Более стабильным показателем выноса питательных элементов является удельный вынос с одной тонной основной и соответствующим количеством побочной продукции. В наших исследованиях значения данного показателя за годы проведения исследований составили: азота – 17,0-20,5 кг, фосфора – 9,6-10,4, калия – 14,3-22,9, кальция – 1,6-2,0 и магния – 2,1-2,3 кг.

В варианте с последствием 40 т/га солоमистого навоза с одной тонной основной и соответствующим количеством побочной продукции выносятся 17,2 кг азота, 15,9 кг – калия, 9,8 фосфора, 2,1 – кг магния и 1,7 кг – кальция. Улучшение обеспеченности растений озимого тритикале элементами питания приводило к увеличению отчуждения их с урожаем. Внесение 120 кг/га д.в. калия повысило удельный вынос этого элемента на 2,1 кг по сравнению с применением 60 кг/га д.в. калия. Применение азотных удобрений значительно увеличивало удельный вынос азота по отношению к фонам. Также при внесении 90 и более кг/га д.в. азота на фосфорно-калийных фонах достоверно повышался вынос фосфора на 0,4-0,6 кг/т. Вынос калия увеличивался на фоне последствия органических удобрений и на фоне внесения  $P_{30}K_{60}$  уже при применении 30 кг/га д.в. азота, на фоне применения  $P_{60}K_{120}$  при внесении 60 и более кг/га д.в. азота. Влияние доз фосфорных удобрений на вынос фосфора не наблюдалось.

В варианте с применением максимальной дозы удобрений, где была получена максимальная урожайность зерна, удельный вынос азота составил – 20,5 кг/т, фосфора – 10,4, калия – 22,9, кальция – 2,0, магния – 2,3 кг/т. Необходимо отметить, что в этом варианте удельный вынос азота ниже нормативного, используемого в настоящее время в агрохимических исследованиях, на 5,5 кг, фосфора – на 1,1 кг, кальция – на 2,2 кг, магния – на 0,7 кг и только удельный вынос калия выше на 1,9 кг. Этот фактор необходимо учитывать при расчете доз минеральных удобрений при планировании высокой урожайности зерна – 90 и выше центнеров с гектара.

## ВЫВОДЫ

1. При возделывании озимого тритикале Вольтарио на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве наиболее эффективным было внесение фосфорных и калийных удобрений ( $P_{60}K_{120}$ ) осенью под предпосевную культивацию и подкормки азотом ( $N_{90}$  во время возобновления весенней вегетации и  $N_{30}$  в стадию первого узла) на фоне последствия 40 т/га навоза КРС, что обеспечило получение 93,1 ц/га зерна при прибавке от внесения азотного и полного минерального удобрения 17,7 и 31,2 ц/га соответственно и при окупаемости 1 кг NPK 10,4 кг зерна.

2. На качество зерна озимого тритикале наибольшее влияние оказали погодные условия периода вегетации (выпадение осадков) и азотные удобрения. В варианте с применением  $N_{90+30}$  на фоне  $P_{60}K_{120}$  и последствия 40 т/га навоза КРС содержание сырого белка (12,5%) и его сбор (10 ц/га) были максимальными, сумма незаменимых аминокислот составила 25,96 г/кг зерна, критических – 7,08 г/кг зерна.

3. Вынос основных элементов питания находился в прямой зависимости от продуктивности озимого тритикале. В оптимальном по продуктивности варианте

общий вынос азота составил 190,4 кг/га, калия – 211,5, фосфора – 96,9, магния – 21,4 и кальция – 18,7 кг/га. Удельный вынос азота с одной тонной основной и соответствующим количеством побочной продукции в этом варианте составил – 20,5 кг, фосфора – 10,4, калия – 22,9, кальция – 2,0, магния – 2,3 кг.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Гордей, И.А. Тритикале / И.А. Гордей. – Минск: Навука і тэхніка, 1992. – 287 с.
2. Гриб, С.И. Основные элементы технологии возделывания озимого тритикале / С.И. Гриб, В.Н. Буштевич, Т.М. Булавина // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник науч. материалов, 2-е издание, доп. и перераб. / РУП « Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 116-128.
3. Павловская, Е.А. Влияние азотных удобрений на урожайность и качество озимой тритикале / Е.А. Павловская, А.А. Пугач, И.В. Комаровский // Актуальные проблемы агрономии и пути их решения: материалы Международной научно-практической конференции. / Гл. ред. А. Р. Цыганов. – Горки: БГСХА, 2005. – Вып. 1: Биологические основы адаптивного растениеводства. Ч. 1. – С. 272-275.
4. Булавина, Т.М. Оптимизация приемов возделывания тритикале в Беларуси / Т.М. Булавина. – Минск: ИВЦ «Минфина», 2005. – 224 с.
5. Практикум по агрохимии / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Мн.: Ураджай, 1998. – 270 с.
6. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур: монография / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: УП «Технопринт», 2005. – 276 с.

## **INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF WINTER TRITICALE DEPENDING ON FERTILIZATION SYSTEMS ON SOD-PODSOLIC LOAMY SAND SOILS**

**V.V. Lapa, O.G. Kulesh, M.M. Lomonos, M.S. Lopuh**

### **Summary**

The results of studies on the effect of different fertilization systems on yield and grain quality of winter triticale. It was established that the introduction of phosphate and potash fertilizers ( $P_{60} K_{120}$ ) fall under presowing cultivation and fertilization with nitrogen ( $N_{90}$  during a renewable-set spring vegetation and  $N_{30}$  in the first node stage) during the aftereffect of 40 t/ha of cattle manure was the most effective system of fertilization of winter triticale, ensured that the 93,1 kg/ha of grain quality with a crude protein content 12,5% and its collection of 10 c/ha, the amount of essential amino acids – 25.96 g/kg, critical – 7,08 g/kg.

*Поступила 28 марта 2011 г.*