


УДК 631.559+[664.64.016:633.19:631.84]

**Продуктивність тритикале ярого за різних доз азотних добрив**Любич В.В. , Невлад В.І. , Мартинюк А.Т. 

Уманський національний університет садівництва

 Любич В.В. E-mail: LyubichV@gmail.com

Любич В.В., Невлад В.І., Мартинюк А.Т.  
Продуктивність тритикале ярого за різних доз азотних добрив. «Агробіологія», 2022. № 1. С. 152–159.

Liubych V., Nevlad V., Martyniuk A.  
Productivity of spring triticale at different doses of nitrogen fertilizers. «Agrobiology», 2022. no. 1, pp. 152–159.

Рукопис отримано: 04.05.2022 р.

Прийнято: 19.05.2022 р.

Затверджено до друку: 24.06.2022 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-152-159

Урожайність зерна тритикале ярого істотно збільшувалась за поліпшення мінерального живлення. Так, у середньому за два роки досліджень застосування 30–210 кг/га д.р. азотних добрив збільшувало її до 6,50–8,36 т/га або на 14–46 % порівняно з неудобреними ділянками (5,71 т/га). Індекс стабільності формування врожайності був високим – 0,92–0,95. Погодні умови у роки досліджень були різними. Так, у 2014 р. за період квітень–червень випало 442,7 мм опадів, а в 2015 – 87,5 мм. У 2014 р. застосування  $N_{30-210}$  достовірно істотно збільшувало врожайність зерна на 0,81–2,66 т/га, а в 2015 р. – на 0,77–2,64 т/га порівняно з варіантом без добрив. Слід відзначити, що застосування фосфорно-калійних добрив забезпечило 0,30–0,32 т/га.

Застосування 30–210 кг/га д.р. азотних добрив підвищувало вміст білка в зерні тритикале ярого. У середньому за два роки досліджень він зростав від 13,7 % у варіанті без добрив до 13,8–15,4 % або на 1–12 %. Не змінювало цього показника застосування фосфорно-калійних добрив. Застосування високих доз азотних добрив (120–210 кг/га д.р.) дещо знижувало індекс стабільності формування вмісту білка в зерні до 0,87–0,90.

За виходом білка з урожаю зерна тритикале ярого варіанти із застосуванням азотних добрив істотно переважали неудобрені ділянки з індексом стабільності 0,92–0,99. У середньому за два роки досліджень цей показник збільшувався на 115–506 кг/га або в 1,1–1,6 рази (894–1285 кг/га) порівняно з варіантом без добрив. Застосування фосфорно-калійних добрив збільшувало вихід білка до 818 кг/га або на 5 %.

Вміст клейковини сильно змінювався від застосування азотних добрив. У середньому за два роки проведених досліджень її вміст зростав від 18,7 % у варіанті без добрив до 20,4–26,4 % або на 9–41 %. Індекс стабільності за такого сценарію удобрення зростав від 0,76 до 0,91. Найменше на вміст клейковини впливало застосування фосфорно-калійних добрив – 19,3 %.

В умовах Правобережного Лісостепу в системі удобрення тритикале ярого сортів типу Хлібодар харківський доза азотних добрив становить 60–90 кг/га д.р. За такого сценарію удобрення врожайність становить 6,80–7,90 т/га, вміст білка 14,0–14,5 %, вміст клейковини 23,6–25,0 %. Зерно відповідає першому класу якості за ДСТУ 4762:2007. Тритикале. Технічні умови.

**Ключові слова:** тритикале яре, врожайність, вміст білка, вихід білка, вміст клейковини, азотні добрива.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Тритикале в зерновому комплексі відіграє значну стабілізуючу роль у виробництві продовольчого зерна [1]. Невисока вибагливість до попередників, ґрунтових умов, технічна та кормова цінність зерна, підвищена стійкість до хвороб дають можливість підвищити виробництво зерна за рахунок використання посівних площ, які не сприятливі для вирощування пшениці [2].

Ґрунтово-кліматичні умови України, де щорічно висівають близько 7 млн га озимих зернових культур, дозволяють отримувати високі врожаї, проте прояв генетичного потенціалу сортів пшениці м'якої озимої обмежується нестабільними погодними умовами [3]. Для ярих культур основним лімітуючим чинником є часто повторювані весняні та літні посухи [4]. З іншого позиції, у низці регіонів періодично відбувається надмірне перезволоження під час вегетаційного періоду, яке спричиняє вилягання рослин і розвиток збудників хвороб [5, 6]. Тому особливої актуальності набуває створення сортів тритикале ярого, адаптованих до абіотичних чинників навколишнього природного середовища з високим генетичним потенціалом урожайності, здатних проявляти його за різних погодних умов [7].

Азот у взаємодії з іншими елементами мінерального живлення відіграє значну роль у формуванні врожаю та якості зерна тритикале [8, 9]. Для формування високої врожайності та якості зерна необхідно забезпечити рослини азотом упродовж усього вегетаційного періоду [10]. Крім цього, його можна вирощувати на ґрунтах з середньою і високою родючістю, оскільки має високу реакцію на неї [11].

Азотні добрива є одним з найбільших чинників, що впливають на формування врожаю зерна злакових культур та його якості [12]. У дослідженнях [13] застосування  $N_{120(90+30)}$  і  $N_{150(90+60)}$  збільшувало врожайність зерна пшениці озимої від 4,83 до 8,71–9,11 т/га за вирощування після ріпаку озимого. Підвищення дози азотних добрив до  $N_{180-240}$  збільшувало цей показник не достовірно. Ефективність удобрення пшениці озимої в досліді змінювалась від інших елементів агротехнології. Проте дослідження не включали вивчення формування продуктивності зернових культур у польовій сівозміні за тривалого удобрення, що не дає можливості визначити реакцію культури на рівень родючості ґрунту. Крім цього, дослідження проведено з пшеницею озимою, удобрення якої відрізняється від тритикале ярого.

Одержані експериментальні дані показали, що за внесення  $N_{60}P_{45}K_{45}$  і  $N_{30}P_{45}K_{45}$  + nutribor

2 кг/га (позакоренево) врожайність зерна тритикале ярого зросла, порівняно з неудобреним контрольним варіантом, на 1,43 і 1,28 т/га відповідно. Внесення  $N_{60}P_{45}K_{45}$  сприяло підвищенню вмісту білка та клейковини і становило відповідно 11,7 і 23,8 %, а за внесення  $N_{30}P_{45}K_{45}$  + nutribor 2 кг/га (позакоренево) – 11,6 і 23,6 % за відповідних показників на неудобрених ділянках 10,5 і 18,9 % [14].

Максимальний рівень урожайності та високі показники якості зерна (вміст білка і клейковини) формували рослини тритикале ярого за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{90}P_{60}K_{60}$  з підживленням водорозчинним добривом Нутривант плюс на IV етапі органогенезу у дозі 4 кг/га та за внесення  $N_{120}P_{90}K_{90}$  без проведення підживлення [15].

Для отримання 5–6 т/га зерна тритикале ярого в умовах Лісостепу необхідно проводити позакореневе підживлення акваріном №5 або кристалом особливим на фоні  $N_{60}P_{45}K_{45}$ , що забезпечує приріст урожаю зерна на 1,6–1,7 т/га порівняно з неудобреним контролем. При цьому вміст білка в зерні варіантів з позакореновими підживленнями в середньому за три роки складав 12,1–12,2 %, а клейковини 24,9–25,1 % за вмісту в контрольному варіанті відповідно 10,5 і 18,9 % [16].

Результати досліджень свідчать, що поліпшення умов мінерального живлення особливо азотного сприяє підвищенню вмісту білка в зерні. Дослідження вчених [17] підтверджують цю закономірність. Крім цього, вони зазначають про значний вплив на вміст азотовмісних сполук у зерні погодних умов вегетаційного періоду (опадів і температура повітря). Випадання більшої кількості опадів у 2014–2015 рр. за умови поліпшення мінерального живлення рослин тритикале ярого сприяло збільшенню врожайності зерна з підвищенням вмісту білка в ньому. Таку тенденцію виявили у своїх дослідженнях вчені [18] під час вивчення особливостей азотного живлення різних сортів тритикале.

Застосування азотних добрив, особливо високих доз, може сприяти забрудненню навколишнього природного середовища, що необхідно враховувати під час розроблення системи удобрення цієї культури. Вирощування тритикале ярого навіть за тривалого внесення добрив у сівозміні екологічно безпечне, що підтверджено попередніми дослідженнями вчених [19]. Отримані результати дослідження зазвичай використовуються для окремих сортів тритикале ярого. Для інших сортів необхідно проводити окремі дослідження щодо удобрення.

**Мета дослідження** – вивчення формування продуктивності тритикале ярого залежно від доз азотних добрив.

**Матеріал і методи дослідження.** Експеримент проводили в Уманському НУС впродовж 2014–2015 рр. Дослідна ділянка розміщена в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції зони Лісостепу з географічними координатами за Гринвічем 48° 46'56,47" північної широти і 30° 14'48,51" східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м. Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений. Параметри родючості ґрунту відповідають середнім показникам, які придатні для вирощування тритикале ярого.

Погодні умови значно відрізнялись від середньобагаторічних показників. Так, у 2014 рр. погодні умови характеризувались меншою кількістю опадів. За період квітень–липень випало 213,8 мм опадів або на 12 % менше середньобагаторічного показника (242 мм). Достатньою була кількість опадів у 2015 р. За період квітень–липень випало 300,8 мм опадів з рівномірним розподілом упродовж вегетаційного періоду. Середньодобова температура повітря була оптимальною, що не впливало негативно на ріст і розвиток рослин тритикале ярого. Так, у період інтенсивного росту стебла (вихід рослин у трубку) вона становила 9,3–16,4 °С, що відповідало оптимальному показнику (9–16 °С). У період достигання зерна тритикале ярого в 2014 р. також була в межах оптимального інтервалу (22–25 °С) і становила 20,9–25,9 °С. У 2015 р. вона була дещо нижчою – 20,6–22,6 °С, що вплинуло на формування вмісту азотовмісних сполук у зерні.

У досліді після ячменю ярого вирощували тритикале яре сорту Хлібодар харківський, створений в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва (Україна). Рекомендований для Полісся і Лісостепу. Гексаплоїдний. Тип розвитку ярий. Антоціанове забарвлення сходів середнє. Куш напівпрямий. Стебло середньоросле з дуже сильним опушенням шийки. Колос білий, довгий, середньої щільності. Остюки довгі, розташовані вздовж довжини колоса. Зернівка червона, велика. Маса 1000 зерен 40,0 г. Рослини висотою 114–117 см. Середньостиглий, досягає за 96–97 діб. Стійкість сорту до вилягання 7,6 бала. Стійкість до засухи 8,0 бала. Сорт слабо уражується борошнистою росою, стійкий до ураження бурю іржею та кореневими гнилями. Урожайність сорту в середньому за роки випробування 3,66–4,25 т/га. Вміст білка в зерні становить 12,9–14,5 %.

У досліді застосовували аміачну селітру, суперфосфат гранульований і калій хлористий відповідно до схеми досліді: без добрив (контроль), P<sub>60</sub> K<sub>60</sub> – фон, фон + N<sub>30</sub>, фон + N<sub>60</sub>, фон + N<sub>90</sub>, фон + N<sub>120</sub>, фон + N<sub>150</sub>, фон + N<sub>180</sub>, фон + N<sub>210</sub>. Фосфорні та калійні добрива застосовували під зяблевий обробіток ґрунту, азотні добрива під передпосівну культивування. Повторність досліді триразова, розміщення варіантів систематичне одноярусне. Загальна площа ділянки становила 72 м<sup>2</sup>, облікової – 42 м<sup>2</sup>.

Урожайність визначали поділянково. Для оцінювання якості зерна тритикале ярого визначали вміст білка за ДСТУ 4117:2007, вміст клейковини та її якість – за ДСТУ 21415-1. Індекс стабільності визначали за формулою:

$$SE = \frac{HE}{LE}$$

де HE – найбільший прояв ознаки;

LE – найменший прояв ознаки.

Статистичне оброблення даних здійснювали методом однофакторного дисперсійного аналізу польового досліді [21].

**Результати дослідження та обговорення.** Урожайність зерна тритикале ярого істотно збільшувалась за поліпшення мінерального живлення (табл. 1). Так, у середньому за два роки досліджень застосування 30–210 кг/га д.р. азотних добрив збільшувало її до 6,50–8,36 т/га або на 14–46 % порівняно з неудобреними ділянками (5,71 т/га). Індекс стабільності формування врожайності був високим – 0,92–0,95. Погодні умови у роки досліджень були різними. Так, у 2014 р. за період квітень–червень випало 442,7 мм опадів, а в 2015 – 87,5 мм, проте температура повітря в період росту й розвитку рослин тритикале ярого в цьому році була оптимальною. Крім цього, рослини використовували вологу осінньо-зимових опадів. У 2014 р. застосування N<sub>30–210</sub> достовірно істотно збільшувало врожайність зерна на 0,81–2,66 т/га, а в 2015 р. – на 0,77–2,64 т/га порівняно з варіантом без добрив (НР<sub>05</sub> = 0,31–0,35). Варто зазначити, що застосування фосфорно-калійних добрив забезпечило 0,30–0,32 т/га.

Застосування 30–210 кг/га д.р. азотних добрив підвищувало вміст білка в зерні тритикале ярого (табл. 2). У середньому за два роки досліджень він зростав від 13,7 % у варіанті без добрив до 13,8–15,4 % або на 1–12 %. Не змінювало цього показника застосування фосфорно-калійних добрив. Застосування високих доз азотних добрив (120–210 кг/га д.р.) дещо знижувало індекс стабільності формування вмісту білка в зерні до 0,87–0,90.

Таблиця 1 – Урожайність зерна тритикале ярого та його стабільність за різних доз азотних добрив, т/га

Варіант досліджу	Рік проведення досліджень		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2014	2015		
Без добрив (контроль)	5,47	5,95	5,71	0,92
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон	5,77	6,27	6,02	0,92
Фон + N <sub>30</sub>	6,28	6,72	6,50	0,93
Фон + N <sub>60</sub>	6,84	7,34	7,09	0,93
Фон + N <sub>90</sub>	7,43	7,91	7,67	0,94
Фон + N <sub>120</sub>	7,75	8,25	8,00	0,94
Фон + N <sub>150</sub>	7,91	8,41	8,16	0,94
Фон + N <sub>180</sub>	8,09	8,53	8,31	0,95
Фон + N <sub>210</sub>	8,13	8,59	8,36	0,95
НІР <sub>05</sub>	0,31	0,35	–	0,05

Таблиця 2 – Вміст білка в зерні тритикале ярого та його стабільність за різних доз азотних добрив, %

Варіант досліджу	Рік проведення досліджень		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2014	2015		
Без добрив (контроль)	13,8	13,5	13,7	0,98
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон	13,7	13,5	13,6	0,99
Фон + N <sub>30</sub>	13,8	13,7	13,8	0,99
Фон + N <sub>60</sub>	14,2	13,8	14,0	0,97
Фон + N <sub>90</sub>	15,0	14,0	14,5	0,93
Фон + N <sub>120</sub>	15,6	14,0	14,8	0,90
Фон + N <sub>150</sub>	16,2	14,2	15,2	0,88
Фон + N <sub>180</sub>	16,3	14,2	15,3	0,87
Фон + N <sub>210</sub>	16,5	14,3	15,4	0,87
НІР <sub>05</sub>	0,7	0,5	–	0,04

Вища температура повітря в період достигання зерна тритикале ярого та дефіцит вологи у 2014 р. сприяли формуванню 13,8–16,5 % білка в зерні, тоді як у 2015 р. його вміст змінювався від 13,5 до 14,3 % залежно від варіанту досліджу. Застосування N<sub>30-60</sub> найбільше впливало на врожайність зерна тритикале ярого. З підвищенням дози азотних добрив приріст урожаю зерна зменшувався, проте використовувався рослинами для формування білковості зерна.

Для пшениці дуже високим вважається вміст білка > 18 %, високим – в межах 16–18, середнім – 14–16, низьким – 12–14 і дуже низьким < 12 % [20]. Отже, вміст білка в зерні тритикале ярого змінювався від низького (варіанти без добрив, P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, Фон + N<sub>30</sub> у 2014 р. та Фон + N<sub>60</sub> у 2015 р.) до середнього (варіанти із застосуванням 90–120 кг/га д. р. у 2014 р. і 90–210 кг/га д. р. азотних добрив у 2015 р.) і високого в 2014 р. за внесення N<sub>150-210</sub>.

За виходом білка з урожаєм зерна тритикале ярого, варіанти із застосуванням азотних добрив істотно переважали неудобрені ділянки з індексом стабільності 0,92–0,99 (табл. 3). У середньому за два роки досліджень цей показник збільшувався на 115–506 кг/га або в 1,1–1,6 раза (894–1285 кг/га) порівняно з варіантом без добрив. Застосування фосфорно-калійних добрив збільшувало вихід білка до 818 кг/га або на 5 %.

Показники виходу білка різнилися залежно від погодних умов року дослідження. Так, у 2014 р. у варіантах без добрив, на фосфорно-калійному фоні та N<sub>30-60</sub> цей показник був 755–971 кг/га або на 4–6 % менше порівняно з 2015 р. У решті варіантів досліджу вихід білка був на 5–9 % більшим порівняно з 2015 р. Очевидно, що формування вищого вмісту білка в зерні 2014 р. за такого сценарію удобрення забезпечило більший його вихід порівняно з 2015 р.

Таблиця 3 – Вихід білка з урожаю зерна тритикале ярого та його стабільність за різних доз азотних добрив, кг/га

Варіант досліджу	Рік проведення досліджень		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2014	2015		
Без добрив (контроль)	755	803	779	0,94
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон	790	846	818	0,93
Фон + N <sub>30</sub>	867	921	894	0,94
Фон + N <sub>60</sub>	971	1013	992	0,96
Фон + N <sub>90</sub>	1115	1107	1111	0,99
Фон + N <sub>120</sub>	1209	1155	1182	0,96
Фон + N <sub>150</sub>	1281	1194	1238	0,93
Фон + N <sub>180</sub>	1319	1211	1265	0,92
Фон + N <sub>210</sub>	1341	1228	1285	0,92
НІР <sub>05</sub>	50	48	–	0,05

Вміст клейковини сильно змінювався від застосування азотних добрив (табл. 4). У середньому за два роки проведених досліджень її вміст зростав від 18,7 % у варіанті без добрив до 20,4–26,4 % або на 9–41 %. Індекс стабільності за такого сценарію удобрення зростав від 0,76 до 0,91. Найменше на вміст клейковини впливало застосування фосфорно-калійних добрив – 19,3 %.

Вміст клейковини також змінювався залежно від погодних умов року дослідження. Так, на неудобрених ділянках цей показник був вищим у 2015 р. – 21,2 %. Ефективність застосування азотних добрив була вищою в 2014 р., оскільки її вміст зростав до 19,2–27,6 % проти 21,6–25,2 % у 2015 р. Очевидно така тенденція зумовлена погодними умовами у період дости-

гання зерна тритикале ярого. Оптимальні погодні умови 2014 р. сприяли синтезу вищого вмісту клейковиноутворювальних білків.

Для пшениці дуже високим вважається вміст клейковини > 36 %, високим – 31–36, середнім – 26–31, низьким – 21–26 і дуже низьким < 21 % [20]. Враховуючи таку градацію, у 2014 р. у трьох варіантах досліджу вміст клейковини був дуже низьким, у одному – низьким і в шести – середнім. У 2015 р. на неудобрених ділянках і фосфорно-калійному фоні – дуже низьким, а у решті варіантів – низьким.

Індекс деформації клейковини як у середньому, так і за роки проведення досліджень знижувався від 73 до 68 од. п. ВДК (табл. 5). Дещо вищим він був у 2014 р. за індексу стабільності 0,93–0,97.

Таблиця 4 – Вміст клейковини у зерні тритикале ярого та його стабільність за різних доз азотних добрив, %

Варіант досліджу	Рік проведення досліджень		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2014	2015		
Без добрив (контроль)	16,1	21,2	18,7	0,76
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон	17,7	20,8	19,3	0,85
Фон + N <sub>30</sub>	19,2	21,6	20,4	0,89
Фон + N <sub>60</sub>	25,6	21,6	23,6	0,84
Фон + N <sub>90</sub>	27,5	22,4	25,0	0,81
Фон + N <sub>120</sub>	27,8	23,2	25,5	0,83
Фон + N <sub>150</sub>	27,9	24,8	26,4	0,89
Фон + N <sub>180</sub>	29,7	24,8	27,3	0,84
Фон + N <sub>210</sub>	27,6	25,2	26,4	0,91
НІР <sub>05</sub>	1,1	1,0	–	0,03



Таблиця 5 – Індекс деформації клейковини тритикале ярого та його стабільність за різних доз азотних добрив, од. п. ВДК

Варіант досліджу	Рік проведення досліджень		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2014	2015		
Без добрив (контроль)	75	70	73	0,93
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон	75	72	74	0,96
Фон + N <sub>30</sub>	75	70	73	0,93
Фон + N <sub>60</sub>	73	70	72	0,96
Фон + N <sub>90</sub>	73	70	72	0,96
Фон + N <sub>120</sub>	70	68	69	0,97
Фон + N <sub>150</sub>	70	68	69	0,97
Фон + N <sub>180</sub>	70	68	69	0,97
Фон + N <sub>210</sub>	70	65	68	0,93
НІР <sub>05</sub>	3	2	–	0,05

Відомо, що за показника індексу деформації 25–65 од.п. ВДК борошно пшениці відносять до сильного, за 65–80 – середнього і 80–120 од.п. ВДК – слабого. Отже, за показником індексу деформації клейковини зерно тритикале ярого відповідає сильному за якістю борошна. Якість клейковини при цьому відповідала доброму показнику.

Відповідно до ДСТУ 4762:2007. «Тритикале». Технічні умови за вмістом білка, індексом деформації клейковини усі варіанти досліджу забезпечували формування зерна першого класу, за вмістом клейковини за внесення 90–210 кг/га д. р. азотних добрив, а в решті варіантів другого класу.

Тритикале – азотофільна культура, тому характеризується вищою реакцією на застосування азотних добрив порівняно з фосфорними і калійними. Поліпшення азотного живлення не лише збільшує врожайність, а й вміст білка та клейковини. Найвищу реакцію тритикале яре має на застосування 60–90 кг/га д.р. азотних добрив. Ефективність застосування азотних добрив змінюється залежно від погодних умов періоду вегетації, що підтверджено результатами інших досліджень [22, 23].

**Висновки.** У середньому за два роки досліджень застосування 30–210 кг/га д.р. азотних добрив збільшує врожайність зерна до 6,50–8,36 т/га або на 14–46 % порівняно з неудобреними ділянками (5,71 т/га). Індекс стабільності формування врожайності високий – 0,92–0,95. Вміст білка зростає від 13,7 % у варіанті без добрив до 13,8–15,4 % або на 1–12 %. Не змінює цього показника застосування фосфорно-калійних добрив. Застосування високих доз азотних добрив (120–210 кг/га д. р.) дещо знижує індекс стабільності формування вмісту білка в зерні до

0,87–0,90. У середньому за два роки досліджень вихід білка збільшується на 115–506 кг/га або в 1,1–1,6 раза (894–1285 кг/га) за внесення N<sub>30–210</sub> порівняно з варіантом без добрив. Застосування фосфорно-калійних добрив збільшує вихід білка до 818 кг/га або на 5 %.

В умовах Правобережного Лісостепу в системі удобрення тритикале ярого сортів типу Хлібодар харківський доза азотних добрив становить 60–90 кг/га д. р. За такого сценарію удобрення врожайність становить 6,80–7,90 т/га, вміст білка 14,0–14,5 %, вміст клейковини 23,6–25,0 %. Зерно відповідає першому класу якості за ДСТУ 4762:2007. «Тритикале». Технічні умови.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Effects of fertilization on yield and grain quality in winter triticale / Dekić V. et al. Rom. Agric. Res. 2014. Vol. 31. P. 175–183.
2. Furman B.J. Triticale. Reference Module in Food Science. 2016. Vol. 3. P. 298–303.
3. Оцінка якості зерна сортів пшениці озимої при зрошенні на півдні України під впливом мінеральних добрив / Базалій В.В. та ін. Зрошуване землеробство. 2013. Вип. 59. С. 12–14.
4. Obour A.K., Holman J.D., Schlegel A.J. Spring triticale forage responses to seeding rate and nitrogen application. Agrosyst Geosci Environ. 2020. Vol. 3. P. 1–7.
5. Kendal E., Sayar M.S. The stability of some spring triticale genotypes using biplot analysis. The J. Anim. Plant Sci. 2016. Vol. 26(3). P. 754–765.
6. Darguza M., Gaile Z. The effect of crop rotation and soil tillage on winter wheat yield. In Annual 26th International Scientific Conference Research for Rural Development. Jelgava, Latvia: Latvia University of Life Sciences and Technologies, 2020. Vol. 35. P. 14–21.

7. Jaśkiewicz B., Szczepanek M. Amino acids content in triticale grain depending on meteorological, agrotechnical and genetic factors. In Annual 24th International Scientific Conference Research for Rural Development. Jelgava, Latvia: Latvia University of Life Sciences and Technologies. 2018. Vol. 2. P. 28–32.

8. Obour A.K., Holman J.D., Schlegel A.J. Spring triticale forage responses to seeding rate and nitrogen application. *Agrosyst Geosci Environ*. 2020. Vol. 3. P. 1–7.

9. Wrigley C., Bushuk W. Triticale: Grain-Quality Characteristics and Management of Quality Requirements. *Cereal Grains*, 2017. P. 179–194.

10. Break crops and rotations for wheat / Angus J.F. et al. *Crop and Pasture Science*. 2015. Vol. 66(6). P. 523–552.

11. Effect of fertilization on yield and grain quality in winter triticale / Đekić V. et al. *Romanian Agricultural Research*. 2014. Vol. 31. P. 176–184.

12. Interrelationships between grain nitrogen content and other indicators of nitrogen accumulation and utilization efficiency in wheat plants / Nikolic O. et al. *Chilean J. Agric. Res*. 2012. Vol. 72(1). P. 111–116.

13. Litke L., Gaile Z., Ruža A. Nitrogen fertilizer influence on winter wheat yield and yield components depending on soil tillage and forecrop. *Agricultural Sciences*. 2017. Vol. 2. P. 54–61.

14. Гамаюнова В.В., Дворецкий В.Ф. Підвищення продуктивності ярих зернових культур шляхом оптимізації живлення рослин в умовах Степу України. *Вісник ЖНЕАУ*. 2016. №1 (53). Т. 1. С. 74–80.

15. Effect of long term fertilization on grain yield and yield components of winter triticale / Terzic D. et al. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 2018. Vol. 28(3). P. 830–836.

16. Гамаюнова В.В., Дворецкий В.Ф., Сидякіна О.В. Формування врожаю тритикале ярого залежно від фону живлення та передпосівного оброблення насіння. *Наукові горизонти*. Т. 70(7–8). С. 3–9.

17. Jaśkiewicz B., Szczepanek M. Amino acids content in triticale grain depending on meteorological, agrotechnical and genetic factors. *Agricultural Sciences*. 2018. Vol. 2. P. 28–34.

18. Effect of cultivar and increased nitrogen quantities on some productive traits of triticale / Lalević D. et al. *Agriculture & Forestry*. 2019. Vol. 65(4). P. 127–136.

19. Assessment of the contamination level of a podzolized chernozem with nuclides in a long-term land use / Hospodarenko H. et al. *Agriculture*. 2019. Vol. 65(3). P. 128–135.

20. Пшениця спельта / Г.М. Господаренко та ін.; за заг. ред. Г.М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУПІ УКРАЇНА», 2016. 312 с.

21. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В.О. та ін. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2014. 332 с.

22. Effect of longtermfertilization and soil amendments on yield, grainquality and nutrition optimization in winterwheat on an acidic pseudogley / Jelic M. et al. *Romanian Agricultural Research*. 2015. Vol. 32. P. 165–174.

23. Impact of nitrogen fertilization on the yield and content of protein fractions in spring triticale grain / Wojtkowiak K. et al. *African Journal of Agricultural Research*. 2013. Vol. 8 (28). P. 3778–3783.

## REFERENCES

1. Đekić, V., Milovanović, M., Popović, V., Milivojević, J., Staletić, M., Jelić, M., Perišić, V. (2014). Effects of fertilization on yield and grain quality in winter triticale. *Rom. Agric. Res*. Vol. 31, pp. 175–183.

2. Furman, B.J. (2016). Triticale. Reference Module in Food Science. Vol. 3, pp. 298–303.

3. Basaliy, V.V., Gamayunova, V.V., Pankeev, S.V., Karaschuk, G.V. (2013). Estimation of grain quality of winter wheat varieties under irrigation in the south of Ukraine under the influence of mineral fertilizers. *Irrigation agriculture*. Vol. 59, pp. 12–14.

4. Obour, A.K., Holman, J.D., Schlegel, A.J. (2020). Spring triticale forage responses to seeding rate and nitrogen application. *Agrosyst Geosci Environ*. Vol. 3, pp. 1–7.

5. Kendal, E., Sayar, M.S. (2016). The stability of some spring triticale genotypes using biplot analysis. *The J. Anim. Plant Sci*. Vol. 26(3), pp. 754–765.

6. Darguza, M., Gaile, Z. (2020). The effect of crop rotation and soil tillage on winter wheat yield. In Annual 26th International Scientific Conference Research for Rural Development. Jelgava, Latvia, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Vol. 35, pp. 14–21.

7. Jaśkiewicz, B., Szczepanek, M. (2018). Amino acids content in triticale grain depending on meteorological, agrotechnical and genetic factors. In Annual 24th International Scientific Conference Research for Rural Development. Jelgava, Latvia, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Vol. 2, pp. 28–34.

8. Obour, A.K., Holman, J.D., Schlegel, A.J. (2020). Spring triticale forage responses to seeding rate and nitrogen application. *Agrosyst Geosci Environ*. Vol. 3, pp. 1–7.

9. Wrigley, C., Bushuk, W. (2017). Triticale: Grain-Quality Characteristics and Management of Quality Requirements. *Cereal Grains*. pp. 179–194.

10. Angus, J.F., Kirkegaard, J.A., Hunt, J.R., Ryan, M.H., Ohlander, L., Peoples, M.B. (2015). Break crops and rotations for wheat. *Crop and Pasture Science*. Vol. 66(6), pp. 523–552.

11. Đekić, V., Milovanović, M., Popović, V., Milivojević, J., Staletić, M., Jelić, M., Perišić, V. (2014). Effect of fertilization on yield and grain quality in winter triticale. *Romanian Agricultural Research*. Vol. 31, pp. 176–184.

12. Nikolic, O., Zivanovic, T., Jelic, M., Djalovic, I. (2012). Interrelationships between grain nitrogen content and other indicators of nitrogen accumulation and utilization efficiency in wheat plants. *Chilean J. Agric. Res*. Vol. 72(1), pp. 111–116.

13. Litke, L., Gaile, Z., Ruža, A. (2017) Nitrogen fertilizer influence on winter wheat yield and yield components depending on soil tillage and forecrop. *Agricultural Sciences*. Vol. 2, pp. 54–61.

14. Hamayunova, V.V., Dvoretzky, V.F. (2016). Increasing the productivity of spring cereals by optimizing plant nutrition in the steppe of Ukraine. *Bulletin of ZHNEAU*. Vol. 53 (1), pp. 74–80.

15. Terzic, D., Djekic, V., Jevtic, S., Popovic, V., Jevtic, A., Mijajlovic, J., Jevtic, A. (2018). Effect of long term fertilization on grain yield and yield components of winter triticale. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. Vol. 28(3), pp. 830–836.

16. Hamayunova, V.V., Dvoretzky, V.F., Sidiyakina, O.V. (2018). Formation of spring triticale crop depending on the background of nutrition and pre-sowing seed treatment. *Scientific Horizons*. Vol. 70 (7–8), pp. 3–9.

17. Jaśkiewicz, B., Szczepanek, M. (2018). Amino acids content in triticale grain depending on meteorological, agrotechnical and genetic factors. *Agricultural Sciences*. Vol. 2, pp. 28–34.

18. Lalević, D., Biberdžić, M., Ilić, Z., Milenković, L., Tmušić, N., Stojiljković, J. (2019). Effect of cultivar and increased nitrogen quantities on some productive traits of triticale. *Agriculture & Forestry*. Vol. 65(4), pp. 127–136.

19. Hospodarenko, H., Prokopchuk, I., Nikitina, O., Liubych, V. (2019). Assessment of the contamination level of a podzolized chernozem with nuclides in a long-term land use. *Agriculture*. Vol. 65(3), pp. 128–135.

20. Hospodarenko, G.M., Kostogryz, V.P., Liubych, V.V. (2016). *Pshenytsya spel'ta [Wheat spelt]*. Kyiv, Sik group Ukraine, 312 p.

21. Yeshchenko, V.O., Kopitko, P.G., Kostogryz, P.V., Oproshko, V.P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen' v ahronomiyi [Fundamentals of scientific research in agronomy]*. Vinnitsa, PP "TD Edelweiss and K", 332 p.

22. Jelic, M., Milivojevic, J., Nikolic, O., Djekic, V., Stamenkovic, S. (2015). Effect of longtermfertilization and soil amendments on yield, grainquality and nutrition optimization in winterwheat on an acidic pseudogley. *Romanian Agricultural Research*. Vol. 32, pp. 165–174.

23. Wojtkowiak, K., Stępień, A., Tańska, M., Konopka, I., Konopka, S. (2013). Impact of nitrogen fertilization on the yield and content of protein fractions in spring triticale grain. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 8 (28), pp. 3778–3783.

## Spring triticale productivity at different doses of nitrogen fertilizers

Liubych V., Nevlad V., Martyniuk A.

Mineral nutrition improvement contributed significantly to spring triticale grain yield. On average, during the two years of research, the use of 30–210 kg/ha of active ingredient of nitrogen fertilizers increased it to 6.50–8.36 t/ha or by 14–46 % compared to unfertilized plots (5.71 t/ha). The stability index of yield formation was high – 0.92–0.95. Weather conditions in research years were different. The precipitation level in April – June 2014 made 442.7 mm, and in 2015 – 87.5 mm. In 2014, the application of  $N_{30-210}$  significantly increased the grain yield – by 0.81–2.66 t/ha, and in 2015 – by 0.77–2.64 t/ha compared to no fertilizer variant. It is worth noting that the use of phosphorus–potassium fertilizers provided 0.30–0.32 t/ha.

The application of 30–210 kg/ha of active ingredient of nitrogen fertilizers increased the protein content in spring triticale grain. During the two years of research, it increased, on average, from 13.7% in no fertilizer variant to 13.8–15.4 % or 1–12 %. The use of phosphorus–potassium fertilizers did not change this indicator. The use of high doses of nitrogen fertilizers (120–210 kg/ha) slightly reduced the stability index of protein content in the grain to 0.87–0.90.

In terms of protein yield in triticale grain yield, variants with nitrogen fertilizers have significant advantage of unfertilized plots with the stability index of 0.92–0.99. On average, during the two years of research, this indicator increased by 115–506 kg/ha or 1.1–1.6 times (894–1285 kg/ha) compared to no fertilizer variant. The use of phosphorus–potassium fertilizers increased protein yield to 818 kg/ha or 5 %.

Gluten content varied greatly from the use of nitrogen fertilizers. On average, over two years of research, its content increased from 18.7% in no fertilizer variant to 20.4–26.4 % or 9–41 %. Stability index in this fertilizer scenario increased from 0.76 to 0.91. The use of phosphorus–potassium fertilizers had the least effect on gluten content – 19.3 %.

In the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe in the fertilizer system of spring triticale varieties of Kharkiv Khlibodar type the dose of nitrogen fertilizers is 60–90 kg/ha. In this scenario, the yield is 6.80–7.90 t/ha, protein content – 14.0–14.5 %, gluten content – 23.6–25.0 %. The grain corresponds to the first quality class according to SSTU 4762: 2007. Triticale. Specifications.

**Key words:** spring triticale, yield, protein content, protein yield, gluten content, nitrogen fertilizers.



Copyright: Любич В.В., Невлад В.І., Мартинюк А.Т. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:

Любич В.В.

Невлад В.І.

Мартинюк А.Т.

<https://orcid.org/0000-0003-4100-9063>

<https://orcid.org/0000-0002-3889-6792>

<https://orcid.org/0000-0002-5751-0760>

