

УДК 633.1:631.8

DOI 10.31367/2079-8725-2019-63-3-69-72

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

Л.И. Петрова, кандидат сельскохозяйственных наук,

ведущий научный сотрудник отдела мелиоративного земледелия, ORCID ID: 0000-0002-6197-0831;

Ю.И. Митрофанов, кандидат сельскохозяйственных наук,

заведующий отделом мелиоративного земледелия, ORCID ID: 0000-0003-0994-6743;

Н.К. Первушина, младший научный сотрудник отдела мелиоративного земледелия, ORCID ID: 0000-0003-0618-4405;

В.Н. Лапушкина, младший научный сотрудник отдела мелиоративного земледелия, ORCID ID: 0000-0002-9531-1498

Федеральное Государственное Бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель,

170530, Тверская обл., Калининский р-н, п. Эммаус, д. 27, Тел.: (4822) 378-552; e-mail: vniimz@list.ru

Представлены результаты трехлетних полевых исследований, проведенных на опытном поле ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель (ВНИИМЗ). Целью исследований являлось изучение эффективности применения различных норм удобрений на формирование урожая озимой тритикале. В опыте изучали влияние норм минеральных удобрений на формирование элементов структуры урожая озимой тритикале, содержание протеина в зерне, использование фотосинтетически активной солнечной радиации (КПД ФАР), окупаемость удобрений прибавкой урожая. Возделывание культуры проводили на осушаемой хорошо окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой почве в плодосменном севообороте по предшественнику клеверу 1 года пользования в 3-х вариантах: 1 – без удобрений, 2 – $N_{15}P_{15}K_{45} + N_{30}$ (кущение), 3 – $N_{30}P_{30}K_{90} + N_{60}$ (кущение). На варианте без удобрений в среднем за три года урожай составил 3,37 т/га. По сравнению с ним на втором варианте повысился на 56,4% до 5,27 т/га, на третьем на 78,9% – 6,03 т/га. При применении удобрений и с повышением фона удобренности количество продуктивных стеблей было больше на 95 и 117 шт./м², число зерен в колосе – на 4,0 и 6,0 шт. По содержанию протеина в зерне на удобренных вариантах отмечено повышение на 1,0–1,7 абсолютных процентов. КПД ФАР без применения удобрений был самым низким и составил 1,34, при $N_{45}P_{15}K_{45}$ – 1,94, при $N_{90}P_{30}K_{90}$ – 2,26. Окупаемость применения удобрений прибавкой урожая при размещении озимой тритикале на хорошо окультуренной почве после клевера 1 г.п. наиболее высокой была при внесении нормы удобрений $N_{45}P_{15}K_{45}$ 18,1 кг/кг, при $N_{90}P_{30}K_{90}$ – 12,7.

Ключевые слова: озимая тритикале, нормы удобрений, урожайность, качество продукции, окупаемость удобрений.



THE EFFECT OF FERTILIZER USAGE ON WINTER TRITICALE PRODUCTIVITY

L.I. Petrova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department for ameliorative agriculture, ORCID ID: 0000-0002-6197-0831;

Yu.I. Mitrofanov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the department for ameliorative agriculture, ORCID ID: 0000-0003-0994-6743;

N.K. Pervushina, junior researcher of the department for ameliorative agriculture, ORCID ID: 0000-0003-0618-4405;

V.N. Lapushkina, junior researcher of the department for ameliorative agriculture, ORCID ID: 0000-0002-9531-1498

FSBSI All-Russian Research Institute of meliorated lands,

170530, Tver region, Kalinin district, v. of Emmaus, 27; Tel.: (4822) 378-552; e-mail: vniimz@list.ru

The article presents the results of three-year studies conducted on the experimental field of the All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands (VNIIMZ). The purpose of the research was to study the efficiency of various rates of fertilizer usage on winter triticales productivity. There has been studied the effect of rates of mineral fertilizer usage on the elements of the winter triticales yield structure, protein percentage in grain, use of photosynthetically active solar radiation (PAR efficiency), fertilizers' cost recovery by yield increase. The cultivation of winter triticales was carried out on a drained well-cultivated sod-podzolic light loamy gleyed soil. The winter triticales was sown after one-year-old clover in three variants: the first variant was without fertilizer usage, the second variant was with $N_{15}P_{15}K_{45} + N_{30}$ fertilizer usage (in the period of tillering) and the third variant was with $N_{30}P_{30}K_{90} + N_{60}$ fertilizer usage. In the variant without fertilizer usage the productivity was 3.37 t/ha on average. In the second variant the productivity increased on 56.4% to 5.27 t/ha, in the third variant the increase was on 78.9% to 6.03 t/ha. Due to the use of fertilizer, the number of productive stems raised on 95 and 117 pcs/m², the number of kernels per head increased on 4.0 and 6.0 pcs. The protein content in grain in the variants with fertilizer usage increased on 1.0–1.7%. The PAR efficiency without fertilizer usage was the lowest (1.34), it was 1.94 with $N_{45}P_{15}K_{45}$ fertilizer usage and 2.26 with $N_{90}P_{30}K_{90}$ fertilizer usage. Fertilizers' cost recovery by winter triticales yield increase which was sown after one-year-old clover in a well-cultivated soil, was the highest with 18.1 kg/kg of $N_{45}P_{15}K_{45}$ fertilizer usage and with 12.7 kg/kg of $N_{90}P_{30}K_{90}$ fertilizer usage.

Keywords: winter triticales, rates of fertilizers, productivity, quality of the product, fertilizers' cost recovery.

Введение. Тритикале – первый новый вид зерновых культур, созданный человеком, обладающий рядом выдающихся качеств, являясь одним из крупнейших достижений селекции. Она сразу привлекла к себе особое внимание и очень быстро стала распространяться по странам и континентам, характеризуясь высокой и стабильной урожайностью, питательной

ценностью, устойчивостью к стрессовым ситуациям и наиболее опасным болезням. Превосходя пшеницу, она не уступает ржи. Высокая пищевая ценность делает ее хорошим сырьем для производства различных продуктов питания, в том числе детского и диетического, для различных отраслей промышленности (пивоваренной, спиртовой, бумажной и других).

Увеличиваются объемы ее использования для приготовления кормов в животноводстве: зеленого корма, сенажа, комбикорма (Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком, 1978; Чернышова и др., 2015; Медведев и др., 2017; Цвик и др., 2017).

В стратегии адаптивной интенсификации земледелия предпочтение отдается биологическим факторам перед химическими, но применение техногенных средств не игнорируется. Из технологических приемов наибольшее влияние на повышение продуктивности культур оказывают удобрения. Применение минеральных удобрений является одним из основных путей увеличения производства растениеводческой продукции на дерново-подзолистых почвах (Лыскова, 2017; Лошаков, 2016; Петрова и др., 2008; Султанов и др., 2016).

Однако ограниченные ресурсы минеральных удобрений обуславливают необходимость проведения исследований по установлению наиболее эффективных и целесообразных норм их внесения. Для этого очень важно учитывать особенности их влияния на изменение продуктивности культур.

Поэтому целью нашей работы являлось изучение эффективности применения различных норм удобрений на формирование урожая озимой тритикале. В задачи исследований входило изучение влияния норм минеральных удобрений на формирование элементов структуры урожая озимой тритикале, содержание протеина в зерне, фитосанитарное состояние посевов, использование фотосинтетически активной солнечной радиации (КПД ФАР), окупаемость удобрений прибавкой урожая.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проводили в 2016–2018 гг. на базе отдела мелиоративного земледелия и опытного полигона ФГБНУ ВНИИМЗ (Тверская область) на осушаемой закрытом дренажом хорошо окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой почве в плодосменном севообороте, развернутом в пространстве и во времени. Озимая тритикале возделывалась по предшественнику клеверу первого года пользования на 3-х фонах минеральных удобрений: 1 – без удобрений, 2 – $N_{15}P_{15}K_{45} + N_{30}$ (кущение), 3 – $N_{30}P_{30}K_{90} + N_{60}$ (кущение). Почва среднекислая

с высоким и повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия, гумуса – 2,19%.

Опыт заложен в четырехкратной повторности с размещением вариантов методом расщепленных делянок. Общая площадь делянок второго порядка – 432 м², учетная культур сплошного сева – 44 м². В опыте выращивали сорт озимой тритикале Немчиновский 56. Возделывание культуры осуществляли по рекомендованным в зоне технологиям за исключением изучаемых приемов. Исследования, анализы и наблюдения проводили по общепринятым в растениеводческой науке методикам опытного дела.

Несмотря на то, что по метеорологическим условиям (ГТК по Селянинову) все годы проведения исследований отнесены к влажным, по распределению агроклиматических ресурсов в период вегетации они существенно различались: в 2016 г. температура воздуха все месяцы была выше нормы на 0,8–2,7 °С, осадки в апреле-мае – 50% от нормы, далее в ее пределах; в 2017 г. – все месяцы, кроме августа, были холоднее нормы на 0,9–2,4 °С, количество осадков в апреле-июне больше нормы на 42–91%, в июле-августе меньше – 80 и 50% нормы; 2018 г. теплее нормы на 1,2–2,9 °С, кроме июня (ниже на 0,6°С), количество осадков в июле составило 88% нормы, в остальные месяцы – на 4–17% больше нормы. Таким образом, 2016 г. – самый теплый и менее влажный (ГТК – 1,24), 2017 г. – более прохладный и более влажный (ГТК – 1,88), 2018 г. – теплый и влажный (ГТК – 1,34). Климатические условия оказали влияние на водный режим почвы. Наиболее благоприятные условия по этому показателю в течение вегетации сложились в 2017 г. Влажность пахотного слоя почвы в среднем за вегетацию составила 83% НВ. В 2016 г. и 2018 г. в фазу налива зерна влаги было недостаточно – от 42 до 54% НВ, в среднем за вегетацию соответственно годам она была на уровне 60 и 63% НВ.

Результаты и их обсуждение. По результатам трехлетних исследований было установлено, что при применении минеральных удобрений при норме $N_{45}P_{15}K_{45}$ урожайность озимой тритикале, по сравнению с вариантом без удобрений, была выше на 56%, при $N_{90}P_{30}K_{90}$ на 79% (табл. 1). Увеличение нормы удобрений обеспечило прибавку урожая на 14%.

1. Урожайность озимой тритикале в зависимости от вариантов удобрений, т/га
1. Winter triticale productivity depending on the application of different fertilizers, t/ha

Вариант удобрений	Годы			В среднем за 2016–2018 гг.
	2016	2017	2018	
Без удобрений	3,54	2,78	3,78	3,37
$N_{45}P_{15}K_{45}$	4,89	6,28	4,63	5,27
$N_{90}P_{30}K_{90}$	5,27	6,95	5,88	6,03
В среднем	4,57	5,34	4,74	4,89
НСР ₀₅	0,28	0,23	0,25	

Наиболее высокая окупаемость 1 кг д.в. удобрений прибавкой урожая была получена в более влажном 2017 г., при норме $N_{45}P_{15}K_{45}$ она составила 33,3 кг зерна, при $N_{90}P_{30}K_{90}$ – 19,9, в 2016 г. и 2018 г. соответственно им и нормам 12,9 и 8,2, 8,1 и 10,0 кг. По трехлетним данным, наибольшая отдача применения удобрений при размещении озимой тритикале после клевера первого года пользования на хорошо окультуренной почве была при внесении $N_{45}P_{15}K_{45}$ – 18,1, при $N_{90}P_{30}K_{90}$ – 12,7 кг/кг. При сравнении 3-го варианта со 2-м окупаемость удобрений составила 7,2 кг/кг.

Более высокая урожайность озимой тритикале в 2017 г. по сравнению с другими годами при применении удобрений была получена за счет количества продуктивных стеблей и массы 1000 зерен, их значения составили 400–420 шт./м² и 45,4–46,2 г, или больше на 32–95 шт./м² и 6,6–9,4 г, чем в другие годы.

Анализ трехлетних данных структуры урожая озимой тритикале показал, что повышение урожайности при внесении удобрений, по сравнению с фоном без них, произошло за счет увеличения количества продуктивных стеблей на 95 и 117 шт./м² и числа зерен в колосе на 4,0 и 6,0 шт. (табл. 2). При повышении

фона удобренности достоверно увеличивалось количество продуктивных стеблей на 22 шт/м², по числу и массе 1000 зерен можно отметить только как положительную тенденцию.

Одним из основных показателей оценки качества зерна является содержание в нем переваримого протеина, которое определяется исходя из содержания

общего азота. На удобренных вариантах его содержание в зерне по сравнению с неудобренным было больше на 1,0 и 1,7 абсолютных процента, а выход с урожаем – на 0,27 и 0,40 т/га (табл. 3). При сравнении 3-го варианта со 2-м значения этих показателей выше незначительно.

**2. Основные элементы структуры урожая озимой тритикале
в зависимости от вариантов удобрений (в среднем за 2016–2018 гг.)**
**2. Main elements of winter triticale yield depending on the application of different fertilizers
(during 2016–2018 on average)**

Вариант удобрений	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Без удобрений	263	1,10	35,3	39,1
N ₄₅ P ₁₅ K ₄₅	358	1,37	39,3	40,0
N ₉₀ P ₃₀ K ₉₀	380	1,53	41,3	40,9
НСП ₀₅	18	0,21	3,5	незначимы

**3. Содержание протеина в зерне и выход с урожаем в зависимости от вариантов удобрений
(среднее за 2016–2018 гг.)**

**3. Protein percentage in kernels and yield depending on the application of different fertilizers
(during 2016–2018 on average)**

Вариант удобрений	Содержание протеина в зерне, %	Выход протеина с урожаем, т/га
Без удобрений	11,0	0,37
N ₄₅ P ₁₅ K ₄₅	12,0	0,64
N ₉₀ P ₃₀ K ₉₀	12,7	0,77
НСП ₀₅	0,8	0,15

При наблюдении за фитосанитарным состоянием посевов отмечена тенденция снижения устойчивости растений озимой тритикале к распространению корневых гнилей на вариантах с применением удобрений, в конце вегетации на которых оно составляло 12,3–14,0, на неудобренном – 6,3%.

С применением удобрений и повышением фона удобренности возрастала эффективность использования посевами озимой тритикале фотосинтетически активной солнечной радиации (КПД ФАР), который является важным показателем фотосинтетической деятельности посева. Посевы с КПД ФАР 1,5–3,0% считаются хорошими, с 0,5–1,5% – обычными (Каюмов, 1989). Расчеты показали, что при величине прихода фотосинтетически активной солнечной радиа-

ции 2,3 млрд. ккал/га КПД ФАР в среднем за 3 года на варианте без применения удобрений был самым низким – 1,34, при N₄₅P₁₅K₄₅ – 1,94, N₉₀P₃₀K₉₀ – 2,26.

Выводы. Таким образом, по результатам исследований установлены зависимости урожая озимой тритикале от различных норм удобрений на осушаемых землях. Удобрения оказали положительное влияние на формирование продуктивных элементов структуры урожая и урожая в целом, качество зерна, фотосинтетическую деятельность. Наибольшая окупаемость 1 кг д.в. удобрений прибавкой урожая озимой тритикале, возделываемой на хорошо окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой почве после клевера первого года пользования, была на фоне внесения нормы удобрений N₄₅P₁₅K₄₅.

Библиографические ссылки

1. Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком / Пер. с англ. М.Б. Евгеньева. Под ред. Ю.Л. Гужова. М.: Колос. 1978. С. 285.
2. Чернышова Э.А., Мякинков А.Г., Соловьев А.А. Сравнительная характеристика технологических качеств зерна сортов озимой // Известия ТСХА. 2015. № 3. С. 16–24.
3. Медведев А.М., Осипов В.В., Осипова А.В. и др. Результаты и перспективы селекции озимой тритикале для хлебопекарных целей в центральном Нечерноземье // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 2 (22). С. 99–106.
4. Цвик Г.С., Таран Т.В., Гусев Г.С. Продуктивность озимой тритикале при разных сроках посева // Вестник АПК Верхневолжья. 2017. № 3(39). С. 8–12.
5. Лыскова И.В. Влияние минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, урожайность и качество зерновых культур // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 6(61). С. 35–40.
6. Лошаков В.Г. Эффективность совместного использования севооборота и удобрений // Плодородие. 2016. № 2. С. 37–41.
7. Петрова Л.И., Корнеева Е.М. Влияние агроландшафтных условий и удобрений на урожай культур на осушаемых землях // Земледелие. 2008. № 1. С. 12–13.
8. Султанов Ф.С., Габдрахимов О.Б. Разработка некоторых элементов технологии возделывания озимой тритикале в условиях Прибайкалья // Успехи современного естествознания. 2016. № 8. С. 134–138.
9. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур: Справочник. М.: Росагропромиздат. 1989. С. 11.

References

1. Triticale – pervaya zernovaya kul'tura, sozdannaya chelovekom [Triticale is the first grain crop developed by a man] / Per. s angl. M.B. Evgen'eva. Pod red. YU.L. Guzhova. M.: Kolos. 1978. S. 285.
2. ChErnyshova E.A., Myakin'kov A.G., Solov'ev A.A. Sravnitel'naya harakteristika tekhnologicheskikh kachestv zerna sortov ozimoy [Comparative characteristics of the technological qualities of winter triticale varieties] // Izvestiya TSKHA. 2015. № 3. S. 16–24.
3. Medvedev A.M., Osipov V.V., Osipova A.V. i dr. Rezul'taty i perspektivy se-lekcii ozimoy tritikale dlya hlebopekarnykh celej v central'nom Nechernozem'e [Results and prospects of winter triticale breeding for baking purposes in the central Non-Blackearth region] // Zer-nobobovye i krupyanye kul'tury. 2017. № 2 (22). S. 99–106.
4. Cvik G.S., Taran T.V., Gusev G.S. Produktivnost' ozimoy tritikale pri raznykh srokakh poseva [Winter triticale productivity at different sowing time] // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2017. № 3(39). S. 8–12.
5. Lyskova I.V. Vliyanie mineral'nykh udobrenij na plodorodie dernovo-podzolistoj pochvy, urozhajnost' i kachestvo zernovykh kul'tur [The effect of mineral fertilizers on the fertility of sod-podzolic soil, productivity and quality of grain crops] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2017. № 6(61). S. 35–40.
6. Loshakov V.G. Effektivnost' sovmestnogo ispol'zovaniya sevooborota i udob-renij [The effectiveness of the joint use of crop rotation and fertilizers] // Plodorodie. 2016. № 2. S. 37–41.
7. Petrova L.I., Korneeva E.M. Vliyanie agrolandshaftnykh uslovij i udobrenij na urozhaj kul'tur na osushaemykh zemlyakh [Influence of agrolandscape conditions and fertilizers on grain crop productivity on drained lands] // Zemledelie. 2008. № 1. S. 12–13.
8. Sultanov F.S., Gabdrahimov O.B. Razrabotka nekotorykh elementov tekhnologii vozdeleyvaniya ozimoy tritikale v usloviyakh Pribajkal'ya [Development of some elements of winter triticale cultivation technologies in the pre-Baikal regions] // Uspekhi sovremennogo este-stvoznaniya. 2016. № 8. S. 134–138.
9. Kayumov M.K. Programmirovaniye produktivnosti polevykh kul'tur: Spravochnik [Programming of field grain crop productivity: Handbook]. M.: Rosagropromizdat. 1989. S. 11.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.