

УДК 633.112.9

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

*С. И. Новоселов, Т. Е. Куклина, О. С. Гусева*

*Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола*

## EFFECT OF FERTILIZERS ON THE YIELDITY OF SUMMER TRITICALE VARIETIES IN THE CONDITIONS OF SOD-PODZOLIC SOILS OF THE REPUBLIC OF MARI EL

*S. I. Novoselov, T. E. Kuklina, O. S. Guseva*

*Mari State University, Yoshkar-Ola*

Изучено влияние минеральных удобрений на продуктивность сортов яровой тритикале в условиях дерново-подзолистой почвы Республики Марий Эл. Наибольшая урожайность зерна яровой тритикале была получена у сорта Ровня. Урожайность данного сорта при выращивании без удобрения составила 2,25 т/га, на фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 2,54 т/га и на фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 2,91 т/га. Применяемые в опыте минеральные удобрения влияли на качество зерна яровой тритикале. С увеличением дозы внесения минеральных удобрений в зерне повышались содержание сырого белка и натурная масса. Максимальный вынос азота 85 кг/га, фосфора 44 кг/га и калия 88 кг/га был при выращивании яровой тритикале сорта Ровня на фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Показатели выноса NPK на 1 т зерна зависели как от сорта, так и от применения минеральных удобрений. Наименьшие значения показателей выноса были получены при выращивании яровой тритикале на неудобренной почве. При применении минеральных удобрений они возрастали. На фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$  при возделывании яровой тритикале сорта Ровня показатели выноса составили: азота 29,2 кг/т, фосфора 15,1 кг/т и калия 30,2 кг/т. У сорта Хайкар эти показатели составили: по азоту 30,2 кг/т, по фосфору 16,3 кг/т и калию 18,6 кг/т. Расчет коэффициентов использования питательных элементов из удобрений показал, что при дозе внесения  $N_{30}P_{30}K_{30}$  сортом Ровня поглощалось азота 40,0 %, фосфора 13,3 % и калия 30,0 %. При возделывании сорта Хайкар коэффициенты использования составили азота 13,3 %, фосфора 13,3 % и калия 20 %. При внесении минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$  сортом Ровня использовалось азота 71,7 %, фосфора 23,3 % и калия 63,6 %. Сортом Хайкар использовалось азота 58,3 %, фосфора 20,0 % и калия 21,7 %.

**Ключевые слова:** яровая тритикале, сорта, минеральные удобрения, урожайность и качество зерна, коэффициенты использования.

The article studies the effect of mineral fertilizers on the yieldity of summer triticale varieties in conditions of sod-podzolic soils of the Republic of Mari El. The highest yield of grain of summer triticale was obtained from Rovnya variety. The yield of this variety during cultivation without fertilizer was 2,25 tons/hectare, and when using  $N_{30}P_{30}K_{30}$  it was 2,54 tons/hectare and 2,91 tons/hectare compared to using  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . The mineral fertilizers used in the experiment influenced the quality of the grain of summer triticale. The content of crude protein and natural grain weight increased with increasing dose of mineral fertilizers. The maximum carrying out of nitrogen of 85 kg/ha, phosphorus of 44 kg/ha and potassium of 88 kg/ha was at cultivation summer triticale of Rovnya variety with the use of  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . The NPK carrying out rates per 1 ton of grain depended both on the variety and on the use of mineral fertilizers. The smallest indicator values of carrying out were obtained at cultivation summer triticale on not fertilized soil. The indicators increased with the use of mineral fertilizers. When cultivating summer triticale of Rovnya variety with the use of  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , the carrying out rates were: nitrogen of 29,2 kg/t, phosphorus of 15,1 kg/t and potassium 30,2 kg/t. Speaking about Haikar variety, the indicators were following: nitrogen of 30,2 kg/t, phosphorus of 16,3 kg/t and potassium of 18,6 kg/t. Calculation of the use of nutrients from fertilizers showed that at a dose of application of  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , Rovnya variety absorbed 40,0 % of nitrogen, 13,3 % of phosphorus and 30,0 % of potassium. When cultivating Haykar variety, efficiency factors were 13,3 % of nitrogen, 13,3 % of phosphorus and 20% of potassium. When applying mineral fertilizers at a dose of  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , Rovnya used 71,7 % of nitrogen, 23,3 % of phosphorus and 63,6 % of potassium. Haikar used 58,3 % of nitrogen, 20,0 % of phosphorus and 21,7 % of potassium.

**Keywords:** summer triticale, grades, mineral fertilizers, productivity and quality of grain, efficiency.

Выведение новых высокопродуктивных культур с высокими и стабильными урожаями зерна является основой обеспечения населения продуктами питания, а животноводства кормами. Одной из таких культур является тритикале [3]. Это новая сельскохозяйственная культура зернового и кормового назначения. По ряду важнейших показателей, таких как урожайность, питательная ценность продукта, устойчивость к заболеваниям, эта культура превосходит озимую рожь и пшеницу. Одним из важнейших условий, определяющим величину и качество урожая сельскохозяйственных культур, является питание растений [4]. Условия питания зависят как от почвенно-климатических особенностей региона, так и от используемой системы применения удобрений. Особое внимание к питанию растений следует уделять при выращивании растений на дерново-подзолистых почвах [3]. Это связано с их низким плодородием, зависящим от содержания гумуса, питательных элементов, биологической активности, физико-химических свойств почв. Выявление наиболее продуктивных сортов и оптимальных условий питания, обеспечивающих получение высоких урожаев хорошего качества является актуальной задачей современного земледелия. Результаты исследований по продуктивности сортов яровой тритикале на разных фонах минерального питания представлены в данной статье.

Основной целью данных исследований являлось выявление отзывчивости сортов яровой тритикале на применение минеральных удобрений в условиях дерново-подзолистых почв Республики Марий Эл.

Исследования проводили в 2016 году на опытном поле Марийского государственного университета. Лабораторные исследования проводили в агрохимической лаборатории кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений.

В опыте изучали продуктивность двух сортов яровой тритикале: Ровня и Хайкар.

Исследования проводили по схеме.

1.  $A_1B_1$ , 2.  $A_1B_2$ , 3.  $A_1B_3$ , 4.  $A_2B_1$ , 5.  $A_2B_2$ , 6.  $A_2B_3$ .

A – сорт:  $A_1$  – Ровня,  $A_2$  – Хайкар.

B – удобрения:  $B_1$  – б/у,  $B_2$  –  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $B_3$  –  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая, среднесуглинистая, малогумусная. Перед закладкой опыта почва опытного участка имела реакцию среды близкую к нейтральной,

очень высокое содержание доступного фосфора и среднее содержание обменного калия.

Агрохимические анализы почвы и растений проводили методами, рекомендованными для зоны. Перед уборкой с каждого варианта в трех повторениях отбирали сноповый материал для структурного анализа, который проводили по методике Государственной комиссии по сортоиспытанию (1986). Учет урожая проводили поделочно.

Расчет содержания сырого белка в зерне был проведен с помощью коэффициента перевода содержания общего азота – 5,7. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТу 10842-89<sup>1</sup>, натуре зерна – по ГОСТу 10840-64<sup>2</sup>. Повторность аналитических определений – 2–3-кратная.

Вынос основных элементов питания (N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ) с урожаем определяли расчетным методом по сбору основной и побочной продукции с учетом содержания в них основных элементов питания. Статистическая обработка результатов исследований проведена на ПЭВМ с использованием пакета программ прикладной статистики «Stat» (ИВЦ МарГУ, 1993). Агротехника возделывания культур соответствовала принятой для региона.

#### Результаты исследований

Учет урожая показал, что в условиях 2016 г. была сформирована урожайность яровой тритикале от 1,73 до 2,91 т/га (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

**Влияние удобрений на урожайность сортов яровой тритикале / Effect of fertilizers on the yield of summer triticale varieties**

Сорт (A) / Variety (A)	Удобрение (B) / Fertilizer (B)	т/га / t/ha	Прибавка от удобрений / Increase from fertilizers	кг зерна на 1 кг NPK / kg of grain per 1 kg of NPK
Ровня	Без удобрений	2,25	–	–
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	2,54	0,29	3,2
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,91	0,66	3,7
Хайкар	Без удобрений	1,73	–	–
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	1,94	0,21	2,3
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,15	0,42	2,3
HCP 0,5	A	0,16		
	B	0,19		

<sup>1</sup> ГОСТ 10842–89. Зерно. Метод определения массы 1000 зерен.

<sup>2</sup> ГОСТ 10840–64. Зерно. Метод определения натуре зерна.

Урожайность зерна яровой тритикале сорта Ровня была значительно выше по сравнению с сортом Хайкар. При выращивании без удобрения урожайность данного сорта составила 2,25 т/га, на фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 2,54 т/га и на фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 2,91 т/га. Прибавка урожайности зерна с га от  $N_{30}P_{30}K_{30}$  составила 0,29 т/га, от  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 0,66 т/га. Урожайность зерна сорта Хайкар составила при выращивании без удобрений – 1,73 т/га, на фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  1,94 т/га и при применении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 2,15 т/га. Прибавка урожайности зерна от применения  $N_{30}P_{30}K_{30}$  составила 0,21 т/га, а от  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 0,42 т/га. Расчет окупаемости 1 кг минеральных удобрений прибавкой урожая показал, что на каждый кг действующего вещества сорт Ровня формировал дополнительно 3,2 и 3,7 кг зерна, а сорт Хайкар только 2,3 кг.

Применяемые в опыте минеральные удобрения влияли на качество зерна яровой тритикале следующим образом (табл. 2). В зерне сорта Ровня, выращенного без удобрения, содержалось сырого белка – 8,7 %, масса 1000 зерен составляла 45,2 г, а натура – 773 г/л. При применении минеральных удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$  эти показатели соответственно составили: сырой белок – 8,5 %, масса 1000 зерен – 43,5 г и натура – 785 г/л. С увеличением дозы удобрений до  $N_{60}P_{60}K_{60}$  содержание сырого белка возросло до 10,6 %, масса 1000 зерен увеличилась до 46,2 г. При этом натура не изменилась и составила 783 г/л. В зерне сорта Хайкар, выращенного без удобрения содержалось сырого белка – 7,4 %, масса 1000 зерен составляла 40,2 г, а натура – 683 г/л. При применении минеральных удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$  эти показатели соответственно составили 7,7 %, 42,2 г и 746 г/л.

Таблица 2 / Table 2

Качество зерна сортов яровой тритикале /  
Quality of grain of summer triticale varieties

Сорт / Variety	Удобрение / Fertilizer	Сырой белок, % / Crude protein, %	Масса 1000 зерен, г / Weight of 1000 grains, g	Натура, г/л / Hectolitre weight g/L
Ровня	Без удобрений	8,7	45,2	773
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	8,5	43,5	785
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	10,6	46,2	783
Хайкар	Без удобрений	7,4	40,2	683
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	7,7	42,2	746
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	13,7	40,1	773

С увеличением дозы удобрений до  $N_{60}P_{60}K_{60}$  содержание сырого белка возросло до 13,7 %, масса 1000 зерен составила 40,1 г., а натура увеличилась до 773 г/л.

Проведение химического анализа урожая и расчет выноса элементов питания зерном и соломой показали, что изучаемыми сортами яровой тритикале поглощалось разное количество азота, фосфора и калия (табл. 3).

Урожаем зерна и соломы яровой тритикале сорта Ровня поглощалось больше азота, фосфора и калия по сравнению с сортом Хайкар. При выращивании яровой тритикале сорта Ровня без удобрений азота было поглощено 42 кг/га, фосфора 30 кг/га и калия 50 кг/га. Сортом Хайкар в аналогичных условиях было поглощено азота 30 кг/га, фосфора 23 кг/га и калия 27 кг/га. С увеличением доз минеральных удобрений вынос питательных веществ возрастал. Максимальный вынос азота 85 кг/га, фосфора 44 кг/га и калия 88 кг/га был при выращивании сорта Ровня на фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Таблица 3 / Table 3

Вынос элементов питания  
зерном и соломой, кг/га /  
Removal of nutrients by grain and straw, kg/ha

Сорт / Variety	Удобрение / Fertilizer	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Ровня	Без удобрений	42	30	50
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	54	34	59
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	85	44	88
Хайкар	Без удобрений	30	23	27
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	34	27	33
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	65	35	40

Расчет выноса элементов питания на 1 т зерна показал, что он зависел как от сорта, так от применения минеральных удобрений (табл. 4). Наименьшие значения показателей выноса по азоту 17,3 кг/т и калию 15,6 кг/т были получены при выращивании яровой тритикале сорта Хайкар на неудобренной почве. При применении минеральных удобрений показатели выноса значительно возрастали. Это говорит об отзывчивости данной культуры на внесение минеральных удобрений. При внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  при возделывании яровой тритикале сорта Ровня показатели выноса составили: азота 29,2 кг/т, фосфора 15,1 кг/т и калия 30,2 кг/т. У сорта Хайкар эти показатели составили: по азоту 30,2 кг/т, по фосфору 16,3 кг/т и калию 18,6 кг/т.

Меньший вынос калия данным сортом объясняется значительно меньшим содержанием калия в соломе.

Таблица 4 / Table 4

Показатель выноса элементов питания, кг/т зерна /  
Parameter of removal of nutrients, kg/t of grain

Сорт / Variety	Удобрение / Fertilizer	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Ровня	Без удобрений	18,7	13,3	22,2
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	21,2	13,4	23,2
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	29,2	15,1	30,2
Хайкар	Без удобрений	17,3	13,3	15,6
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	17,5	13,9	17,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	30,2	16,3	18,6

Использование питательных элементов из удобрений изучаемыми сортами имело свои особенности (табл. 5). При дозе внесения N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> сортом Ровня использовалось азота 40,0 %, фосфора 13,3 %, калия 30,0 %. При внесении минеральных удобрений в дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> использовалось азота – 71,7 %, фосфора – 23,3 %, калия – 63,6 %. Сортом Хайкар при дозе внесения N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> использовалось азота – 13,3 %, фосфора – 13,3 %, калия – 20 %, а при дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> соответственно 58,3 %, 20,0 % и 21,7 %.

Таблица 5 / Table 5

Коэффициенты использования питательных веществ, % /  
Nutrient utilization factors, %

Сорт / Variety	Удобрение / Fertilizer	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Ровня	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	40,0	13,3	30,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	71,7	23,3	63,6
Хайкар	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	13,3	13,3	20,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	58,3	20,0	21,7

### Литература

1. Гриб С. И., Булавина Т. М., Беритевич В. Н., Хатетовский Ю. Ф. Тритикале – ценная зернофуражная культура // Вестник семеноводства в СНГ. 2002. № 1. С. 17–19.
2. Новоселов С. И. Пути сохранения плодородия почв и повышения продуктивности агроценозов в земледелии Нечерноземья // Плодородие. 2011. № 2. С. 34–36.
3. Новоселов С. И., Новоселова Е. С., Завалин А. А. Эффективность использования биологического азота в земледелии Нечерноземья: монография. Йошкар-Ола, 2012. 150 с.

### References

1. Grib S. I., Bulavina T. M., Beritevich V. N., Khatetovskii Yu. F. Triticale – tsennaya zernofurazhnaya kul'tura [Triticale – a valuable forage crop]. *Vestnik semenovodstva v SNG* = Bulletin of seed growing in the CIS, 2002, no. 1, pp. 17–19. (In Russ)
2. Novoselov S. I. Puti sokhraneniya plodorodiya pochv i povysheniya produktivnosti agrotsenozov v zemledelii Nечerno-zem'ya [Ways of preservation of soil fertility and increase of productivity of agrocenoses in agriculture of the Non-Black Earth Region]. *Plodorodie* = Fertility, 2011, no. 2, pp. 34–36. (In Russ)

### Выводы

1. Наибольшая урожайность зерна яровой тритикале была получена у сорта Ровня. Урожайность данного сорта при выращивании без удобрения составила 2,25 т/га, на фоне N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – 2,54 т/га и на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 2,91 т/га. У сорта Хайкер урожайность зерна соответственно составила 1,73, 1,94 и 2,15 т/га.

2. Применяемые в опыте минеральные удобрения влияли на качество зерна яровой тритикале. С увеличением дозы минеральных удобрений в зерне повышалось содержание сырого белка и натурная масса.

3. Максимальный вынос азота 85 кг/га, фосфора 44 кг/га и калия 88 кг/га был при выращивании сорта Ровня на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

4. Показатели выноса NPK на 1 т зерна зависели как от сорта, так от применения минеральных удобрений. Наименьшие значения показателей выноса были получены при выращивании яровой тритикале на неудобренной почве. При применении минеральных удобрений они возрастали. На фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> при возделывании яровой тритикале сорта Ровня показатели выноса составили: азота – 29,2 кг/т, фосфора – 15,1 кг/т и калия – 30,2 кг/т. У сорта Хайкар эти показатели составили: по азоту 30,2 кг/т, по фосфору – 16,3 кг/т и калию – 18,6 кг/т.

5. При дозе внесения N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> сортом Ровня из удобрений использовалось азота – 40,0 %, фосфора – 13,3 % и калия – 30,0 %. При внесении минеральных удобрений в дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> использовалось азота – 71,7 %, фосфора – 23,3 % и калия – 63,6 %. Сортом Хайкар при дозе внесения N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> использовалось азота – 13,3 %, фосфора – 13,3 % и калия – 20 %, а при дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> соответственно 58,3 %, 20,0 % и 21,7 %.

3. Novoselov S. I., Novoselova E. S., Zavalin A. A. Effektivnost' ispol'zovaniya biologicheskogo azota v zemledelii Nechernozem'ya [Efficiency of the use of biological nitrogen in agriculture in the Non-Black Earth Region]. Ioshkar-Ola, 2012, 150 p. (In Russ)

*Статья поступила в редакцию 12.07.2017 г.*

*Submitted 12.07.2017.*

---

**Для цитирования:** Новоселов С. И., Куклина Т. Е., Гусева О. С. Влияние удобрений на урожайность сортов яровой тритикале в условиях дерново-подзолистых почв Республики Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017. Т. 3. № 4 (12). С. 27–31.

**Citation for an article:** Novoselov S. I., Kuklina T. E., Guseva O. S. Effect of fertilizers on the yieldity of summer triticales varieties in the conditions of sod-podzolic soils of the Republic of Mari El. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*. 2017, vol. 3, no. 4 (12), pp. 27–31.

**Новоселов Сергей Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, [atf@marsu.ru](mailto:atf@marsu.ru)

**Sergey I. Novoselov**, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, [atf@marsu.ru](mailto:atf@marsu.ru)

**Куклина Татьяна Евгеньевна**, аспирантка, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, [atf@marsu.ru](mailto:atf@marsu.ru)

**Tatyana E. Kuklina**, graduate student, Mari State University, Yoshkar-Ola, [atf@marsu.ru](mailto:atf@marsu.ru)

**Гусева Ольга Сергеевна**, студентка, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, [atf@marsu.ru](mailto:atf@marsu.ru)

**Olga S. Guseva**, student, Mari State University, Yoshkar-Ola, [atf@marsu.ru](mailto:atf@marsu.ru)