

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

В. Е. ТОРИКОВ,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего земледелия, технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства,

А. А. ОСИПОВ,

аспирант кафедры, Брянский государственный аграрный университет

(243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2 а; тел.: 8 (483) 412-46-94).

Ключевые слова: влаго- и теплообеспеченность, гидротермический коэффициент, минеральные удобрения, продуктивный стеблестой, урожайность, сырая клейковина, корреляция, уравнение регрессии.

Среди возделываемых зерновых культур озимая пшеница по сравнению с яровой занимает в России ведущее место и гарантирует более высокие и стабильные урожаи. Она обеспечивает одну треть всего валового сбора зерна и является основной продовольственной культурой. На юго-западе Центрального региона России ведущим фактором повышения урожайности зерна и его качества остается применение минеральных удобрений. При этом азот является лимитирующим фактором роста ее продуктивности. За все годы опытов на варианте опыта, где были внесены минеральные удобрения в норме N64P64K124 +N30+N30, в среднем урожайность составила по 5,3 т/га (что на 5,3 % ниже по сравнению с вариантом N98P64K124 +N30+N30). На варианте N64P64K124 + N30 средняя урожайность составила 4,8 т/га, что на 14,3 % ниже по сравнению с вариантом N98P64K124 +N30+N30. На контроле она составила 2,7 т/га, что почти в два раза ниже варианта N98P64K124 +N30+N30. Самым урожайным на всех фонах удобрений оказался 2014 год. Нами установлено влияние условий влаго- и теплообеспеченности, действие различных норм внесения минеральных удобрений на изменение величины урожайности зерна, продуктивного стеблестоя и формирование величины и качества сырой клейковины. В годы проведения опытов гидротермический коэффициент (ГТК) в период вегетации «апрель-май» оказывал прямое и сильное действие на величину урожайности и описывался уравнением вида $Y = 2.79 + 1.10X$. Для периода «июнь-июль» между влагообеспеченностью и урожайностью существовала связь обратная ($Y = 5.94 - 1.08X$), а также между ГТК и накоплением клейковины в зерне ($Y = 31.66 - 3.02X$). В целом за годы исследований наибольшая урожайность – 5,6 т/га с содержанием сырой клейковины в зерне до 30,3 % получена на варианте N98P64K124 + N30+ N30. Установлено, что достаточный уровень минерального питания обеспечивает получение не только запланированной урожайности, но и повышение качества зерна озимой пшеницы.

EFFECT OF GROWING AND FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT

V. E. TORIKOV,

doctor of agricultural sciences, professor of the department of general agriculture, production, storage and processing of crop production,

A. A. OSIPOV,

post-graduate student, Bryansk state agrarian university

(243365, Bryansk., Vygonichy district, Kokino, Sovetskaya str. 2a, tel.: 8 (483) 412-46-94).

Keywords: moisture content and heat supply, hydrothermal coefficient, fertilizers, productive plant stand, crop capacity, crude gluten, correlation, regression equation.

Among cultivated crops winter wheat in comparison with spring wheat takes the leading position in Russia and ensures higher and more stable yields. It provides one-third of the total gross yield of wheat, being the main food crop. In the south-west of the Central Region of Russia the leading factor of grain yield increase and its quality remains the use of mineral fertilizers, nitrogen being the limiting factor of its productivity growth. For all the experimental years on the variant of the experiment with the norm N64P64K124 +N30+N30 the average yield amounted to 5.3 t/ha (5.3% lower compared to the variant with N98P64K124 +N30+N30). On the variant with N64P64K124 + N30 the average yield was 4.8 t/ha, being 14.3% lower in comparison with the variant N98P64K124 +N30+N30. The control data were 2.7 t/ha, being almost two times lower than at the variant N98P64K124 +N30+N30. The most productive year on all fertilizer backgrounds was 2014. The influence of moisture content and heat supply, and the effect of different rates of mineral fertilizers on the change in the yield of grain, productive plant stand and the content and quality formation of crude gluten have been established. In the years of experiments hydrothermal coefficient has a direct and profound impact on the value of yield in the vegetation period «April-May», it being described by the equation $Y = 2.79 + 1.10X$. For the period «June-July» there was a feedback between moisture content and crop capacity ($Y = 5.94 - 1.08X$), as well as between the hydrothermal coefficient and the accumulation of gluten ($Y = 31.66 - 3.02X$). In general, during the research years the highest crop capacity of 5.6 t/ha with the content of crude gluten to 30.3% was formed on the variant N98P64K124 + N30+ N30. It is established that a sufficient level of mineral nutrition provides not only planned productivity, but also the quality improvement of winter wheat grain.

Положительная рецензия представлена В.Н. Дышко, доктором сельскохозяйственных наук, заведующим кафедрой технологии переработки сельскохозяйственной продукции Смоленской государственной сельскохозяйственной академии.



Введение. Озимая пшеница занимает в России ведущее место среди возделываемых зерновых культур и гарантирует, по сравнению с яровой пшеницей, более высокие и стабильные урожаи. Одну треть всего валового сбора зерна обеспечивает озимая пшеница, являясь основной продовольственной культурой [4]. Ведущим фактором повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы на юго-западе Центрального региона России остается применение минеральных удобрений. Среди элементов минерального питания азот является лимитирующим фактором роста ее продуктивности [1, 3].

В. Г. Минеев [2] отмечает, что наибольший эффект от азотных удобрений наблюдается в районах с достаточным увлажнением на почвах с низким плодородием. На высокоплодородных почвах при недостатке почвенной влаги для формирования высоких урожаев зерна, возникающий дефицит азота не удается полностью ликвидировать увеличением доз вносимых азотных удобрений [7, 8]. В. Е. Ториков, О. В. Мельникова [6] и И. И. Фокин [5] считают, что недостаток азота в почве можно компенсировать научно обоснованным применением азотных удобрений, используя данные почвенной и растительной диагностики. Достаточный уровень минерального питания обеспечивает получение не только запланированного уровня урожайности, но и повышение качества зерна озимой пшеницы. На юго-западе Центрального региона России периодически наблюдается недостаток влаги в мае, а также в первой и второй декадах июля. В связи с этим изучение влияния условий выращивания и минеральных удобрений на изменение величины урожайности зерна и его качества весьма актуально.

Условия и методика исследований. Научные исследования выполнены на серых лесных среднесуглинистых почвах, сформированных на лессовидных карбонатных суглинках. Почва опытного участка характеризуется как хорошо окультуренная, с содержанием гумуса (3,66–3,79 %), подвижных форм фосфора (300–302) и обменного калия – 261–268 мг/кг почвы, рН_{KCl}– 5,5–5,7 (табл. 1).

По многолетним данным, среднегодовая температура воздуха в северо-восточных районах составляет 4,7 °С, а в южных и юго-западах доходит до 5,9 °С. За последние 20 лет температура опускалась зимой до -36 °С в январе 1987 года, а поднималась летом до 36–37 °С в 1999 и в 2001 годах. В 2010 году наблюдалась кратковременная засуха. Годовая инсоляция составляет 86–92 ккал/см². Режим погоды, кроме влияния радиационных факторов, складывается под действием притока воздушных масс атлантического и арктического происхождения, а также циклонической деятельностью.

Устойчивый снежный покров образуется в конце

первой декады декабря и сохраняется до первой декады апреля. В последние десятилетия на территории Центрального региона часто наблюдаются климатические аномалии: частые оттепели зимой, засухи летом. Вегетационный период начинается во второй половине апреля, когда среднесуточная температура держится свыше +5 °С. Озимую пшеницу высевали в плодосменном севообороте по предшественнику вико-овсяная смесь на зеленую массу. Размещение делянок систематическое, повторность 3-х кратная, учетная площадь делянки – 75 м². В полевых опытах минеральные удобрения вносили на планируемый уровень урожайности зерна – 5,0 т/га. В качестве минеральных удобрений использовали хлористый калий (K20-60%) и азофоску (N:P:K – 16:16:16) под предпосевную культивацию. Подкормку проводили аммиачной селитрой во время возобновления весенней вегетации (ВВВВ) и в начале фазы выхода в трубку по N30. Схема опыта представлена в табл. 2.

Обработка почвы под озимую пшеницу в опытах включала: дискование почвы ЛДГ-10 на глубину 8–10 см после уборки предшественника, по мере появления сорняков проводили вспашку с боронованием на глубину пахотного слоя (23–25 см), культивацию на 10–12 см и предпосевную обработку РВК-3,6. Посев – сеялкой СН-16 (с междурядьями 15 см). Уборку урожая осуществляли поделяночно в трехкратной повторности прямым комбайнированием «Terrion – 2910». При проведении исследований пользовались общепринятой методикой полевого опыта по Б. А. Доспехову (1985). Агрохимический анализ почвы в опытах проводился по методикам, принятым в агрохимической службе: рН_{KCl} – ионометрическим методом (ГОСТ 24483-85), гумус – по Тюрину (ГОСТ 26213-74), содержание подвижного фосфора и обменного калия определяли из одной вытяжки по Кирсанову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-84).

Учёт густоты стояния растений проводили во время полных всходов, в середине вегетации и перед уборкой на постоянно выделенных площадках площадью 0,25 м² в трехкратной повторности. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985).

Результаты исследований. За годы исследований наибольшая среднесуточная температура воздуха в период апреля и мая наблюдалась в 2013 году и составляла 13,6 оС, наиболее холодным был 2011 год (10,3 оС). В 2012 и 2014 году в период апреля и мая ГТК достигал уровня 1,74 и 1,95 соответственно (табл. 2).

Вегетация озимой пшеницы в период июня и июля 2011 года проходила при температуре 20,7 °С, а в 2014 году она на 1,95 °С была ниже. Гидротермический

Таблица 1
Агрохимические показатели серой лесной почвы опытного участка

Варианты	Гумус, %	рН _{KCl}	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
				мг/кг почвы	
1	3,79	5,7	80,5	302	268
2	3,78	5,6	80,2	302	268
3	3,78	5,6	80,1	301	264
4	3,66	5,5	79,7	300	261

Таблица 2

Метеорологические условия весенне-летней вегетации озимой пшеницы

Годы опытов	Средние данные за апрель-май			Средние данные за июнь-июль		
	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	ГТК	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	ГТК
2011	10,3	88,9	1,50	20,7	148,3	1,19
2012	12,9	113,2	1,74	19,3	172,5	1,49
2013	13,6	101,7	1,50	19,4	151,3	1,29
2014	12,5	122,6	1,95	18,75	86,7	0,77
Среднемноголетнее значение			1,64	Среднемноголетнее значение		1,44

Таблица 3

Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания, т/га

Удобрения*	Годы опытов				В среднем за годы опытов
	2011	2012	2013	2014	
$N_{98}P_{64}K_{124} + N_{30} + N_{30}$	5,58	5,43	5,75	6,37	5,6
$N_{64}P_{64}K_{124} + N_{30} + N_{30}$	5,05	4,99	5,27	5,83	5,3
$N_{64}P_{64}K_{124} + N_{30}$	4,62	4,55	4,71	5,39	4,8
$N_0P_0K_0$	2,52	2,46	2,84	3,01	2,7
НСР ₀₅ (т/га)	0,14	0,08	0,12	0,16	

*Примечание: $N_{98}P_{64}K_{124}$ с осени + N_{30} (BBBB) + N_{30} (начало выхода в трубку) $N_{64}P_{64}K_{124}$ с осени + N_{30} (BBBB) + N_{30} (начало выхода в трубку) $N_{64}P_{64}K_{124}$ + N_{30} (BBBB)

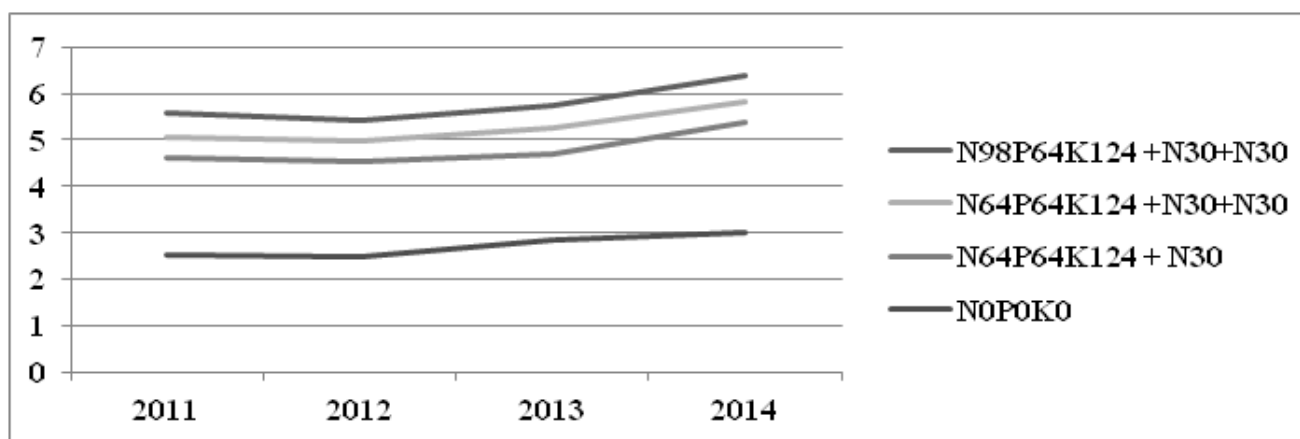


Рисунок. Кривая изменения урожайности зерна (т/га) по годам опытов в зависимости от уровня минерального питания

коэффициент в этот период по годам колебался от 0,77 до 1,49.

Наиболее оптимальные условия для формирования наибольшей продуктивности посевов складывались в период весенне-летней вегетации 2014 года. Достаточное увлажнение в апреле и мае позволило растениям озимой пшеницы хорошо раскуститься, пройти успешно фазу выхода в трубку, а в период июня и июля сформировать наиболее оптимальный продуктивный стеблестой.

В среднем за 2011–2014 годы число продуктивных стеблей по вариантам опыта составило: 1) $N_{98}P_{64}K_{124} + N_{30} + N_{30}$ – 487 шт./м²; 2) $N_{64}P_{64}K_{124} + N_{30} + N_{30}$ – 463 шт./м²; 3) $N_{64}P_{64}K_{124} + N_{30}$ 450 шт./м²; 4) контроль – 320 шт./м². Разница между контролем и вариантом 1 составила 167 шт./м² (65 %). На первом варианте на 1 м² на 24 стебля было больше по сравнению со вторым, тогда как разница между вариантами 2 и 3 составила 13 стеблей на 1 м². В 2014 году по всем вариантам опыта было сформировано наибольшее количество продуктивных стеблей. Наименьшее чис-

ло продуктивных стеблей приходилось на 2011 год. Прибавка по сравнению к 2011 году в 2014 составила на фоне $N_{98}P_{64}K_{124} + N_{30} + N_{30}$ – 9,5 % или 45 шт./м², $N_{64}P_{64}K_{124} + N_{30} + N_{30}$ – 6,4 % или 29 шт./м², $N_{64}P_{64}K_{124} + N_{30}$ – 11,5 % или 48 шт./м², на контроле – 13,1 % или 39 шт./м².

Все это позволило в 2014 году (на варианте внесения минеральных удобрений из расчета $N_{98}P_{64}K_{124} + N_{30} + N_{30}$) обеспечить наибольшую урожайность зерна – 6,37 т/га (табл. 3). Наименьшая урожайность на этом варианте опыта была получена в 2012 году – 5,43 т/га.

На варианте опыта, где были внесены минеральные удобрения в норме $N_{64}P_{64}K_{124} + N_{30} + N_{30}$, в среднем урожайность составила по 5,3 т/га (что на 5,3 % ниже по сравнению с вариантом $N_{98}P_{64}K_{124} + N_{30} + N_{30}$).

За все годы опытов на варианте $N_{64}P_{64}K_{124} + N_{30}$ средняя урожайность составила 4,8 т/га, что на 14,3 % ниже по сравнению с вариантом $N_{98}P_{64}K_{124} + N_{30} + N_{30}$. На контроле урожайность в среднем со-

Таблица 4

Корреляционная зависимость между урожайностью и ГТК

Годы	Урожайность, т/га	ГТК		
		Средние данные за апрель-май	Средние данные за июнь-июль	Средние данные за период вегетации апрель-июль
2011	4,44	1,50	1,19	1,29
2012	4,35	1,74	1,49	1,58
2013	4,64	1,50	1,29	1,36
2014	5,15	1,95	0,77	1,19
Коэффициент корреляции, <i>r</i>		0.67	-0.92	-0.77

Таблица 5

Влияние ГТК на накопление сырой клейковины в зерне озимой пшеницы

Год	Содержание сырой клейковины, %	ГТК		
		Средние данные за апрель-май	Средние данные за июнь-июль	Средние данные за период вегетации апрель-июль
2011	26,55	1,50	1,19	1,29
2012	28,47	1,74	1,49	1,58
2013	27,17	1,50	1,29	1,36
2014	30,13	1,95	0,77	1,19
Коэффициент корреляции, <i>r</i>		0.99	-0.58	-0,19

ставила 2,7 т/га, что почти в два раза ниже варианта N98P64K124+N30+N30. В целом самым урожайным на всех фонах удобрений оказался 2014 год. Ниже приведена кривая изменения средней урожайности по годам в зависимости от фонов минерального питания (рисунок).

Важно отметить, что уровень потенциальной урожайности озимой пшеницы закладывается с фазы начала выхода в трубку, которая в почвенно-климатических условиях опытной станции Брянского ГАУ приходится на середину мая.

Нами установлено, что связь между урожайностью и ГТК была достаточно сильной (тесной). В разные периоды вегетации она была как прямой, так и обратной $r = 0,67; -0,92$ (табл. 4). В период вегетации «апрель-май» наблюдалась более тесная и прямая зависимость. Уравнение прямой регрессии представлено формулой $Y = 2.79 + 1.11X$. Коэффициент детерминации составил 0.45.

Корреляционный анализ показал, что в период вегетации в июне и июле между исследуемыми признаками связь была обратная и тесная. Рассчитанное уравнение парной линейной регрессии имеет вид: $Y = 5,94 - 1,09X$. Коэффициент детерминации равен 0,85. Связь между признаками за весь период весенне-летней вегетации описывается уравнением: $Y = 6,89 - 1,66X$. Коэффициент корреляции (r) равен -0,77. Коэффициент детерминации $r^2 = 0.59$.

Нами установлено, что наиболее оптимальным по влаго- и теплообеспеченности и как следствие для формирования урожайности зерна и его качества был 2014 год. Связь между ГТК в период вегетации за апрель-май и накоплением сырой клейковины в зерне была прямая и описывается уравнением $Y =$

$16.03 + 7.20X$, (табл. 5). Коэффициент детерминации равен 0,97.

За период вегетации в июне и июле связь между исследуемыми признаками - обратная. Уравнение линейной регрессии: $Y = 31.66 - 3.02X$. Коэффициент детерминации равен $d = 0.34$. Накопление сырой клейковины в зерне зависит на 33.5% от величины ГТК. Нами выявлено, что за весь период вегетации (апрель-июль) коэффициент корреляции между показателем ГТК и содержанием сырой клейковины в зерне, был равен $r = -0.19$. Связь между исследуемыми признаками - обратная, теснота связи - слабая. Уравнение парной линейной регрессии имеет вид: $Y = 30.65 - 1.89X$. Коэффициент детерминации r^2 равен 0,04.

Выводы. Нами установлено, что в годы проведения опытов период вегетации «апрель-май» ГТК оказывал прямое и сильное воздействие на величину урожайности и описывался уравнением вида $Y = 2.79 + 1.11X$, а между ГТК и содержанием сырой клейковины в зерне: $Y = 16.03 + 7.20X$.

Для периода «июнь-июль» между влагообеспеченностью и урожайностью существовала связь обратная. Ее можно описать уравнением: $Y = 5.94 - 1.08X$. Между ГТК и накоплением клейковины в зерне установлена обратная связь, которую можно представить уравнением вида: $Y = 31.66 - 3.02X$.

Для получения запланированного уровня урожайности свыше 5 т/га с содержанием сырой клейковины в зерне до 30% рекомендуется вносить минеральные удобрения из расчета N98P64K124 с осени под основную и предпосевную обработку, весной при возобновлении весенней вегетации N30 + N30 в фазу начала выхода в трубку.

Литература

1. Авдонин Н. С. Стойкость и урожай озимой ржи и озимой пшеницы на дерново-подзолистой почве : В кн.: Свойства почвы и урожай. М. : Колос, 1965. С. 71-154.
2. Минеев В. Г. Агрохимия. М. : КолоС, 2004 С. 720.
3. Прянишников Д. Н. Применение азотных удобрений и их действие на разные растения. Изд-во с.-х. литературы, 1963 С. 314.
4. Агропромышленный комплекс России в 2012 году // стат. сборник; Министерство сельского хозяйства России. М. : Росинформагротех. С. 14-17.



5. Ториков В. Е., Фокин И. И. Урожайность, качество зерна озимой пшеницы в зависимости от условий выращивания и норм внесения минеральных удобрений // Проблемы агрохимии и экологии. 2011. № 2. С. 50–54.
6. Ториков В. Е., Мельникова О. В., Шпилёв Н. С. и др. Урожайность, адаптивный потенциал и качество зерна сортов озимой пшеницы // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. № 2. С. 318–333.
7. Филин В. И. Биологические и технологические основы программированного возделывания сельскохозяйственных культур при орошении в зоне сухих степей Нижнего Поволжья : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Волгоград, 1987. 49 с.
8. Филин В. И. Научные основы оптимизации минерального питания и методика определения норм удобрений под планируемый урожай с.-х. культур // Управление процессами формирования урожаев в полевых условиях : сб. научн. тр. – Волгоград : Волгоградский СХИ, 1984. С. 42–57.

References

1. Avdonin N. S. Resistance and yield of winter rye and winter wheat on soddy-podzolic soil. Soil properties and crop. Moscow : Kolos, 1965. P. 71–154.
2. Mineev V. G. Agrochemistry. M. : Kolos, 2004 P. 720.
3. Pryanishnikov D. N. The use of nitrogen fertilizers and their effects on different plants. Agricultural Literature, 1963 P. 314.
4. Agroindustrial complex of Russia in 2012 // Statistical Bulletin; Ministry of Agriculture of the Russian Federation. M. : Rosinformagroteh. P. 14–17.
5. Torikov V. E., Fokin I. I. Yield, grain quality of winter wheat depending on growing conditions and norms of mineral fertilizers // Problems of Agricultural Chemistry and Ecology. 2011. № 2. P. 50–54.
6. Torikov V. E., Melnikova O. V., Shpilev N. S. et al. Yield, adaptive potential and grain quality of winter wheat varieties // Fruit- and Berry-growing of Russia. 2012. № 2. P. 318–333.
7. Filin V. I. Biological and technological bases of programmed cultivation of crops under irrigation in the dry steppe zone of the Lower Volga region: Synopsis of the thesis for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. - Volgograd, 1987. 49 p.
8. Filin, V. I. Scientific bases of mineral nutrition and the method of determining the norms of fertilizers under the planned harvest of agricultural crops // Control of crop formation in the field: Scien. materials. Volgograd : Volgograd Agricultural Institute, 1984. P. 42–57.