

УДК 631.82:578.087.1:633.11.002

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТУКОВЫХ СМЕСЕЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Н.В. ПЕРФИЛЬЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,
О.А. ВЬЮШИНА, научный сотрудник

*Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья
625501, Россия, Тюмень, пос. Московский, ул. Бурлаки, 2
e-mail: natalya_sharapov@bk.ru;*

Проведено изучение эффективности применения в качестве минеральных удобрений восьми туковых смесей с различным соотношением в них питательных элементов. Исследования проходили в Тюменской области на темно-серой лесной почве при возделывании пшеницы в четвертом поле севооборота чистый пар – озимая рожь – пшеница – пшеница – ячмень. Норму внесения туковых смесей составляла 250 кг/га в физическом весе. На данном типе почвы с низкой обеспеченностью пахотного слоя доступным азотом и фосфором применение приготовленных в заводских условиях туковых смесей с соотношением питательных элементов $N_{29}P_{10}$, $N_{23}P_{20}$, $N_{16}P_{16}K_{16}$ (200 кг/га) + N_{34} (50 кг/га), а также с включением серы $N_{17}P_{20}S_{12}$ было наиболее эффективным. Внесение данных тукосмесей способствовало интенсификации накопления сухого вещества растениями пшеницы в начальный период вегетации на 23–50 %, в период полной спелости на 39–123 % по отношению к контролю (без удобрений) и другим сравниваемым вариантам, усиливало развитие листового аппарата пшеницы. Среднедневная за вегетацию площадь листьев превышала контроль на 72–132 %. Внесение указанных тукосмесей обеспечивало получение наиболее высокой урожайности зерна пшеницы – 2,76–3,38 т/га, что на 0,91–1,53 т/га, или 49–83 %, выше, чем на фоне без удобрений. Чистый доход составил 12,04–18,91 тыс. р./га – на 31–106 % выше, чем на контроле, при окупаемости 1 кг. д.в. удобрений прибавкой урожая зерна 7,5–15,8 кг.

Ключевые слова: минеральные удобрения, туковые смеси, сухое вещество, площадь листьев, урожайность, чистый доход.

Характерная особенность серых лесных почв, широко представленных в пашне Тюменской области (34 %), – низкое содержание в них доступного азота и фосфора, средняя и высокая обеспеченность калием, низкое содержание гумуса [1–3]. Особенностью малогумусных почв является также низкая обеспеченность серой, которая, входя в состав растительных белков и участвуя в окислительно-восстановительных процессах, увеличивает коэффициент использования растениями соединений азота, фосфора, калия [4–6]. Сера, содержащаяся в основном в составе органических соединений, представленных растительными остатками и гумусом (до 98 % от валового содержания), высвобождается в процессе минерализации медленно. В связи с этим для удовлетворения высокоурожайных сортов данным микроэлементом необходимо внесение удобрений, содержащих серу.

В целом на серых лесных почвах для получения высоких урожаев, особенно в севооборотах зерновой направленности, существ-

ует острая необходимость в применении удобрений. В Тюменской области внесение их под зерновые культуры составляет в среднем около 150 кг/га в физическом весе (при этом преобладают азотные удобрения). Под наиболее требовательные к условиям питания культуры, в основном пшеницу, уровень внесения достигает 230–250 кг/га.

Существует также проблема качества внесения удобрений – сбалансированности питательных элементов и равномерности их распределения по площади внесения. В сельскохозяйственных предприятиях не всегда соблюдают условия для качественного приготовления смесей. Использование комплексных минеральных удобрений, а также приготовленных в заводских условиях тукосмесей в значительной степени позволит улучшить распределение питательных элементов. Актуальной задачей при этом является повышение эффективности применения удобрений за счет подбора наиболее оптимальных соотношений питательных элементов в туковых смесях.

Цель исследования – определить влияние применения разновидностей туковых смесей с различным соотношением элементов питания на биометрические показатели развития растений, урожайность яровой пшеницы, экономическую эффективность ее возделывания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2015–2016 гг. на опытном поле Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северного Зауралья в четвертом поле (пшеница) зернопарового севооборота чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень, развернутого во времени и в пространстве. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Глубина гумусного горизонта 25–27 см, содержание гумуса 3,8–4,5 %, $pH_{\text{сол}}$ 6,0–6,4, сумма поглощенных оснований 29,4 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями 85 %. Содержание нитратного азота в слое 0–20 см перед посевом составляло 2,43–3,50 мг/кг почвы, подвижного фосфора было также очень низким – 5,4–8,8 мг/100 г, калия – высоким – 17,9–19,5 мг/100 г почвы. Изучены варианты туковых смесей по схеме (табл. 1). Опыт проведен в трехкратной повторности, размещение вариантов систематическое, учетная площадь 100 м². После закрытия

влаги по зяби приготовленные в заводских условиях тукосмеси вносили нормой 250 кг/га методом врезания зерновой сеялкой СЗП-3,6. Предпосевная обработка проводилась культиватором Смарагд-6, посев яровой пшеницы нормой 6,5 млн всхожих семян/га с последующим прикатыванием – сеялкой СЗП-3,6. Общим фоном в фазу кущения проводили обработку гербицидами. Накопление сухого вещества растениями, площадь листьев определяли по методу, описанному Г.С. Посыпановым [7], экономическую эффективность по А.Ф. Неклюдову [8], урожайность и статистическую обработку по Б.А. Доспехову [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ранний период вегетации (начало выхода в трубку) при формировании растений пшеницы значительная доля сухого вещества концентрируется в листьях – 48 %, стеблях – 24–31, корнях – 22–27 % от общей массы сухого вещества в растениях (рис. 1).

Наиболее высокие показатели накопления сухого вещества в целом по растению пшеницы в этот период отмечены по вариантам применения тукосмесей $N_{11}P_{20}K_{14}$, $N_{29}P_{10}$ и $N_{23}P_{20}$ – 1,37–1,62 т/га. При этом более интенсивное накопление в корнях и стеблях было при норме внесения $N_{11}P_{20}K_{14}$. Вариант $N_{29}P_{10}$ несколько уступал по накоп-

Таблица 1

Схема опыта

Номер варианта	Вариант туковых смесей	
	Соотношение элементов питания, %	Содержание д.в. (кг/га) при норме внесения удобрения 250 кг/га
1	Без удобрений (контроль)	
2	$N_{29}P_{10}$	$N_{72}P_{25}$
3	$N_{23}P_{20}$	$N_{58}P_{50}$
4	$N_{17}P_{20}S_{12}$	$N_{42}P_{50}S_{30}$
5	$N_{11}P_{20}K_{14}$	$N_{28}P_{50}K_{35}$
6	$N_{16}P_{16}K_{16}$ (200 кг/га) + N_{34} (50 кг/га)	$N_{49}P_{32}K_{32}$
7	$N_{10}P_{25}K_{25}$ (150 кг/га) + N_{34} (100 кг/га)	$N_{49}P_{38}K_{38}$
8	$N_{16}P_{16}K_{16}$	$N_{40}P_{40}K_{40}$
9	$N_{10}P_{25}K_{25}$	$N_{25}P_{62}K_{62}$

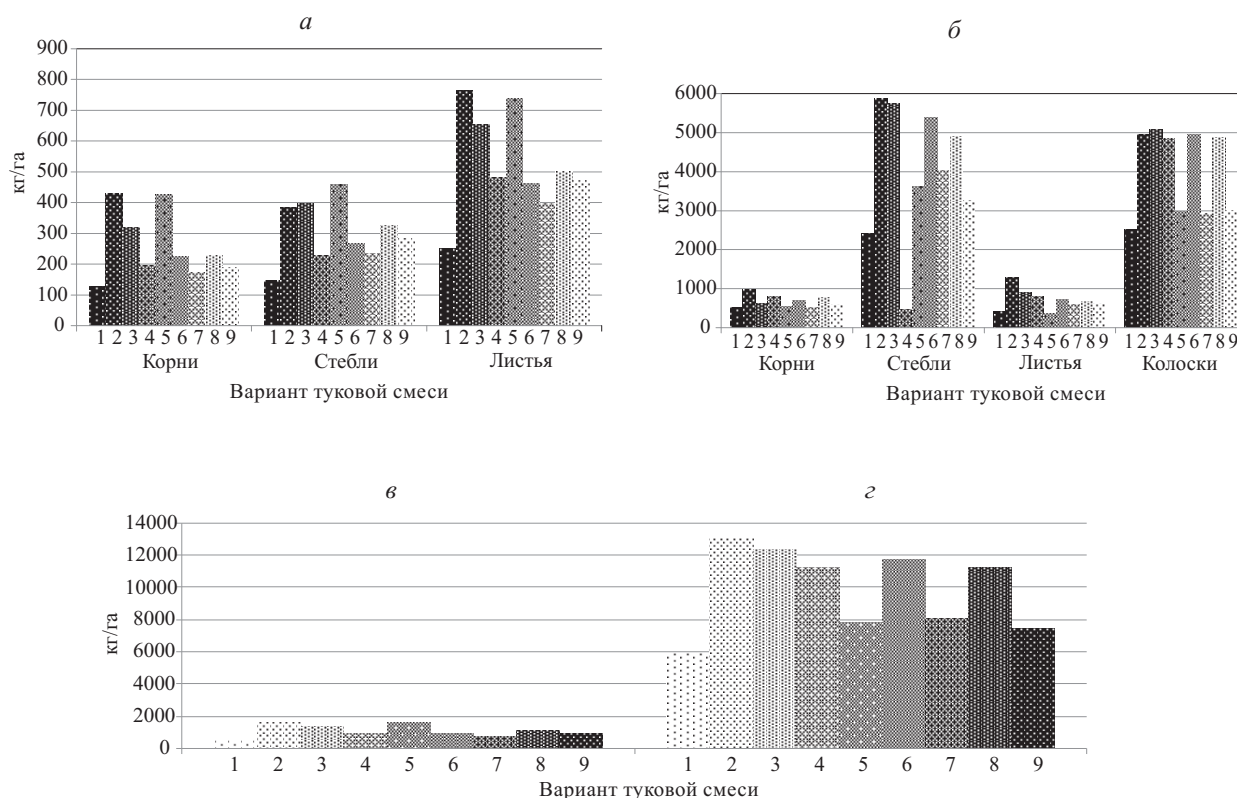


Рис. 1. Динамика накопления сухого вещества растениями пшеницы в зависимости от применения туковых смесей:

в корнях, листьях, стеблях: а – выход в трубку; б – полная спелость;
в целом по растению: в – выход в трубку; г – полная спелость.

лению сухого вещества в стеблях – 16 %, но за счет повышенного содержания азота в тукосмеси имел некоторое преимущество по накоплению в листьях. Все остальные варианты тукосмесей уступали вариантам 2, 3 и 5 в содержании сухого вещества в целом по растению на 316–820 кг/га, или 23–50 %.

Указанные тукосмеси с повышенным содержанием азота, а также более подвижной его формой способствовали более высокому по сравнению с другими вариантами накоплению сухого вещества в пшенице в начале вегетации, в особенности на фоне очень низкой обеспеченности пахотного слоя почвы азотом. Так, в смеси $N_{29}P_{10}$ азот на 89 %, $N_{23}P_{20}$ на 74 % представлен в нитратной форме, тогда как в остальных смесях доля азота в форме нитратов не превышает 34–45 %.

К периоду полной спелости происходило перераспределение содержания сухого вещества в вегетативных органах растения. Доля листьев в сухой массе растений умень-

шилась за счет реутилизации и оттока органического вещества в колоски и составляла 6–8 %, доля корней – 4–8, стеблей – 42–46, колосков с зерном – 36–44 %.

Отмеченные тенденции влияния туковых смесей на накопление сухого вещества как в отдельных органах пшеницы, так и в целом по растению в основном сохранялись. Наиболее благоприятные условия для его накопления складывались в порядке убывания при применении смесей $N_{29}P_{10}$, $N_{23}P_{20}$, $N_{16}P_{16}K_{16}$ (200 кг/га) + N_{34} (50 кг/га), а также по смеси с включением серы $N_{17}P_{20}S_{12}$. В целом по растению содержание сухого вещества составило по этим вариантам 11,25–13,14 т/га, что было выше, чем на контроле, на 91–123 %, и на 39–75 % по сравнению с другими туковыми смесями. Более высокая интенсивность накопления сухого вещества пшеницей по отмеченным вариантам обусловлена более благоприятными условиями азотного и фосфорного питания. Вынос азота превы-

Таблица 2

Вынос элементов питания растениями пшеницы в зависимости от применения туковых смесей, кг/га

Элемент	Фаза развития	Вариант туковых смесей*								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азот	Выход в трубку	16,7	54,2	43,0	29,4	55,9	33,2	30,2	39,4	31,5
	Полная спелость	58,6	179,9	172,2	133,4	88,1	145,7	94,1	129,5	84,8
Фосфор	Выход в трубку	2,5	8,0	7,4	4,7	9,9	5,0	4,3	6,5	5,1
	Полная спелость	9,9	41,2	28,5	23,0	22,1	26,5	22,6	22,8	21,7

*См. табл. 1.

шал контрольный вариант в начальный период вегетации на 136–235 %, полной спелости – на 120–207 %.

Вынос фосфора в начальный период вегетации был выше на 87–297 %, полной спелости – на 168–316 % (табл. 2).

Наблюдения за формированием фотосинтетического аппарата показали, что на

данном типе почв приготовленные в заводских условиях тукосмеси с более высоким содержанием доступного азота $N_{29}P_{10}$, $N_{23}P_{20}$, включение в питательную смесь серы $N_{17}P_{20}S_{12}$, а также вариант $N_{16}P_{16}K_{16}$ (200 кг/га) с аммиачной селитрой N_{34} (100 кг/га) способствовали усилению развития листового аппарата пшеницы. Показа-

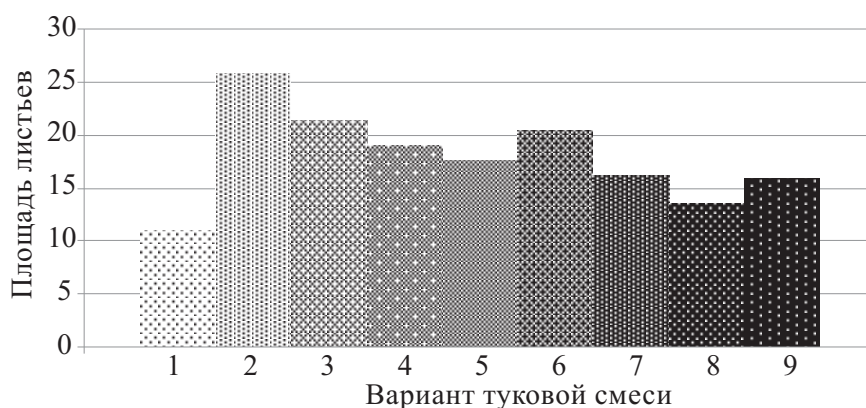


Рис. 2. Среднедневная площадь листьев пшеницы за вегетацию в зависимости от применения туковых смесей, тыс. м²/га

Таблица 3

Экономическая эффективность применения туковых смесей при возделывании яровой пшеницы

Показатель	Вариант туковых смесей*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прямые затраты, р./га	9315	14890	15765	15565	15840	15655	15655	16165	17015
Урожайность, т/га	1,85	3,38	2,78	2,76	2,22	2,94	2,42	2,46	2,18
Себестоимость 1 т зерна, р.	5035	4405	5671	5639	7135	5325	6469	6571	7805
Стоимость валовой продукции, р./га	18500	33800	27800	27600	22200	29400	24200	24600	21800
Чистый доход, р./га	9185	18910	12035	12035	6360	13745	8545	8435	4785
Рентабельность, %	98,6	127,0	76,3	77,3	40,2	87,8	54,6	52,2	19,4
Прибавка урожая, т/га	–	1,53	0,93	0,91	0,37	1,09	0,57	0,61	0,33
Окупаемость 1 кг д.в. прибавкой урожая зерна, кг	–	15,77	8,61	7,46	3,27	9,64	4,56	5,08	2,21

*См. табл. 1.

тель среднедневной за вегетацию площади листьев составил по фону применения данных тукосмесей 19,04–25,7 тыс. м²/га и превышал контроль на 72–132 % (рис. 2).

Внесение отмеченных тукосмесей, улучшая условия питания растений, способствуя накоплению сухого вещества, формированию фотосинтетического аппарата пшеницы, обеспечило получение наиболее высокой урожайности. По вариантам применения тукосмесей N₂₉P₁₀, N₂₃P₂₀, N₁₆P₁₆K₁₆ (200 кг/га) + N₃₄ (50 кг/га), N₁₇P₂₀S₁₂ она была выше, чем на контроле, на 0,91–1,53 т/га, или 49–83 % (табл. 3).

При внесении выделившихся тукосмесей, несмотря на затраты на удобрения, которые в общей структуре затрат на возделывание пшеницы составили 34–38 %, урожайность обеспечила наиболее высокие показатели чистого дохода – 12,04–18,91 тыс. р./га, что на 31–106 % выше, чем на контроле. Окупаемость 1 кг. д.в. удобрений прибавкой урожая зерна составила 7,46–15,77 кг.

ВЫВОДЫ

1. На темно-серой лесной почве с низкой обеспеченностью пахотного слоя доступным азотом и фосфором применение в качестве минеральных удобрений приготовленные в заводских условиях туковые смеси нормой внесения 250 кг/га с соотношением питательных элементов N₂₉P₁₀, N₂₃P₂₀, N₁₆P₁₆K₁₆ (200 кг/га) + N₃₄ (50 кг/га), а также с включением серы N₁₇P₂₀S₁₂ было наиболее эффективным по сравнению с другими вариантами.

2. Данные тукосмеси, улучшая условия азотно-фосфорного питания по выносу азота растениями пшеницы на 120–235 %, фосфора на 87–316 %, способствовали интенсификации накопления сухого вещества пшеницей в начальный период вегетации на 23–50 %, в период полной спелости на 39–123 % по от-

ношению к контролю и другим вариантам, а также усилению развития листового аппарата пшеницы. Показатель среднедневной за вегетацию площади листьев превышал контроль на 72–132 %.

3. Указанные тукосмеси обеспечили получение наиболее высокой урожайности зерна пшеницы – 2,76–3,38 т/га, что на 0,91–1,53 т/га, или 49–83 %, выше, чем на фоне без удобрений. Чистый доход составил 12,04–18,91 тыс. р./га, что на 31–106 % выше, чем на контроле, при окупаемости 1 кг д.в. удобрений прибавкой урожая зерна 7,5–15,8 кг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области. – Новосибирск: Наука, 1990. – 258 с.
2. Зональная система земледелия Тюменской области: рекомендации / Ю.И. Абрашин, М.Д. Авдеенко, Т.Д. Бабушкина и др. – Новосибирск, 1989. – 444 с.
3. Перфильев Н.В., Кокшаров А.И., Гарбар Л.И. Адаптивно-ландшафтные ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Тюменской области: рекомендации. – Тюмень: Вектор Бук, 2005. – 104 с.
4. Бульгин С.Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве. – Днепропетровск, 2007. – 100 с.
5. Лазарев В.И., Айдиев А.Я., Золоторева И.А., Стифеев А.И., Шершнева О.М. Эффективность микроэлементов удобрений в условиях Курской области. – Курск. Изд-во Курской ГСХА, 2003. – 139 с.
6. Лазарев В.И., Чевычелов А.Б. Эффективность комплексных удобрений, содержащих серу, на черноземных и серых лесных почвах Курской области при возделывании яровой пшеницы // Земледелие. – 2016. – № 5. – С. 29–32.
7. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справоч. пособие. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.
8. Неклюдов А.Ф. Биоэнергетическая оценка севооборотов. – Новосибирск, 1993. – 36 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 415 с.

INFLUENCE OF FERTILIZER MIXTURES ON BIOMETRICS OF SPRING WHEAT AND EFFICIENCY OF ITS CULTIVATION

**N.V. PERFILYEV, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher,
O.A. VYUSHINA, Researcher**

*Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural
2, Burlaki St, Moscovskiy, Tyumen Region, 625501, Russia
e-mail: natalya_sharapov@bk.ru;*

There was studied the use efficiency of eight fertilizer mixtures, applied as mineral fertilizers, with different ratios of nutrients. Studies were conducted in Tyumen Region on dark gray forest soils, when wheat was cultivated in the forth rotation cycle of the bare fallow/winter rye/wheat/wheat/barley rotation. The fertilizer mixture rate was 250 kg/ in physical weight. The study has revealed that for this type of soil with the deficit of available nitrogen and phosphorus in the arable layer, it is efficient to use the following fertilizer mixtures, prepared at the factory: 200 kg/ha of $N_{29}P_{10}$; $N_{23}P_{20}$; $N_{16}P_{16}K_{16}$ + 50 kg/ha of N_{34} , supplemented with $N_{17}P_{20}S_{12}$. The application of these fertilizer mixtures was found to contribute to increased accumulation of dry matter by the wheat plants at the initial growth stage by 23–50%, at the full maturity stage by 39–123%, as compared with the control (without fertilizers) and other variants; as well as it intensified the development of the wheat leaf apparatus. The average daily leaf area for the growing season surpassed the control by 72–132%. The application of these fertilizer mixtures provided obtaining the highest yields of wheat grain of 2.76–3.38 t/ha that was 0.91–1.53 t/ha, or 49–83%, higher than those against the background without fertilizers. The net income made up 12.04–18.91 ths rubles per ha that was 31–106% higher than in the control, with the payback of 1kg a.i./ha by the increase in wheat grain yields of 7.5–15.8 kg.

Keywords: mineral fertilizers, fertilizer mixtures, dry matter, leaf area, yield, efficiency.

Поступила в редакцию 20.01.2017