

2. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju opytov s kormovymi kul'turami. – M., 1983. – S. 186.
3. GOST 28636-90. Semena malorasprostrannennykh kormovykh kul'tur. Sortovye i posevnye kachestva. – M.: Izd-vo stand., 1990. – S. 21.
4. GOST 12038-84. Semena sel'skhozjajstvennykh kul'tur. Metody opredelenija vshozhesti. – M.: Izd-vo stand., 1984. – S. 38.
5. Zajceva N.V. Primenenie jekstraktov klevera lugovogo v kachestve preparatov antistressovogo dejstvija // Simvol nauki. – 2015. – № 8. – S. 17–20.
6. Chekurov V.M. Vlijanie obrabotki hvojnymi jekstraktami na rastenija kartofelja // Sib. vestnik s.-h. nauki. – 2010. – № 12. – S. 52–58.



УДК 631.8:631.58:631.445 (571.1)

Н.В. Перфильев, О.А. Вьюшина

ФОРМИРОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА И УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТУКОВЫХ СМЕСЕЙ НА ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ В СЕВЕРНОМ ЗАУРАЛЬЕ

N.V. Perfilyev, O.A. Vyushina

FORMATION OF PHOTOSYNTHETIC APPARATUS AND YIELD OF SPRING WHEAT UNDER VARIOUS POMACE MIXTURES ON DARK GRAY FOREST SOILS IN TRANS-URAL REGION

Перфильев Н.В. – д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр. отдела земледелия НИИ сельского хозяйства Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: natalya-sharapov@bk.ru

Вьюшина О.А. – науч. сотр. отдела земледелия НИИ сельского хозяйства Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: natalya-sharapov@bk.ru

Perfilyev N.V. – Dr. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Department of Agriculture, Research Institute of Agriculture, Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: natalya-sharapov@bk.ru

Vyushina O.A. – Staff Scientist, Department of Agriculture, Research Institute of Agriculture, Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: natalya-sharapov@bk. Ru

Цель исследований, проведенных в ФГБНУ «НИИСХ Северного Зауралья» на темно-серой лесной почве, заключалась в определении влияния применения туковых смесей на формирование фотосинтетического аппарата, урожайность яровой пшеницы, энергетическую эффективность ее возделывания. В Тюменской области при возделывании пшеницы – 3-й культуры после пара в севообороте (чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница, ячмень), развернутом во времени и пространстве, были изучены варианты применения туковых смесей, приготовленных в заводских условиях, с различным соотношением в них питательных элементов при норме внесения 250 кг/га в физическом весе. Установлено, что

на почве с низкой обеспеченностью пахотного слоя подвижными формами азота и фосфора применение тукосмесей с соотношением питательных элементов $N_{29}P_{10}$, $N_{23}P_{20}$, $N_{17}P_{20}+S_{12}$, а также $N_{16}P_{16}K_{16}$ (200 кг) + N_{34} (50 кг/га) способствовало наиболее интенсивному формированию фотосинтетического аппарата яровой пшеницы со среднечисленной площадью листьев 19,04–25,70 тыс. м²/га, что на 72–132 % выше, чем на фоне без применения удобрений. Обеспечивало получение наиболее высокой урожайности пшеницы – 2,94–3,38 т/га, что на 0,93–1,53 т/га, или на 50,3–82,7 %, выше, чем на фоне без удобрений. Полученная при внесении этих тукосмесей урожайность, несмотря на затраты энергии

на удобрения (в общей структуре затраты на возделывание пшеницы составляли здесь 33–44 %), обеспечивала наиболее высокие показатели приращения валовой энергии в урожае – 23,3–33,1 ГДж/га, или на 58–116 % выше, чем на контроле, энергетического коэффициента – 2,07–2,50.

Ключевые слова: яровая пшеница, фотосинтетический аппарат, площадь листьев, туковые смеси, урожайность, энергетическая эффективность.

The purpose of the researches conducted in FSBI of "RIA of Northern Zauralie" on dark gray forest soil consisted in definition of influence of using pomace mixtures on the formation of photosynthetic device, productivity of spring wheat, power efficiency of its cultivation. In Tyumen Region in wheat cultivation the third culture after fallow in crop rotation (pure fallow, winter rye, spring wheat, barley) developed in time and space options of using pomace mixtures prepared industrially with various ratio of nutritious elements in them were studied at the norm of introduction of 250 kg/hectare in physical weight. It was established that on the soil with low supply of an arable layer of mobile forms of nitrogen and phosphorus the application of solid mineral fertilizer mixtures with a ratio of the nutritious $N_{29}P_{10}$, $N_{23}P_{20}$, $N_{17}P_{20}+S_{12}$ elements, and also $N_{16}P_{16}K_{16}$ (200 kg) + N_{34} (50 kg/hectare) promoted the most intensive formation of photosynthetic device of spring wheat with a daily average area of leaves of 19.04–25.70 thousand sq.m/hectare, i.e. 72–132 % higher, than without using fertilizers. The highest productivity of wheat was provided 2.94–3.38 t/hectare, i.e. 0.93–1.53 t/hectare or 50.3–82.7 % higher, than without using fertilizers. The productivity received at the introduction of these pomace mixtures, despite energy costs of fertilizers (in general structure of costs of cultivation of wheat made 33–44 %), provided the highest rates of gross energy increment in a crop – 23.3–33.1 GJ/hectare or for 58–116 % above than in control group, the power coefficient – 2.07–2.50.

Keywords: spring wheat, photosynthetic device, area of leaves, pomace mixes, productivity, power efficiency.

Введение. Серые лесные почвы в Тюменской области – одни из самых распространенных в пашне, их доля составляет 34 % [1, 2].

Характерными их особенностями являются острый дефицит в содержании доступного азота, обеспеченность которым в весенний период обычно не превышает в пахотном слое 5 мг/кг почвы; низкая обеспеченность подвижным фосфором; средняя и высокая обеспеченность калием [3].

Почвы малогумусны, особенностью их является также низкая обеспеченность таким микроэлементом, как сера, которая входит в состав растительных белков метионина, цистеина, и участвуя в окислительно-восстановительных процессах, увеличивает коэффициент использования культурами соединений азота, фосфора, калия [4–6].

Поэтому для получения устойчивых высоких урожаев на данных почвах существует острая необходимость в применении удобрений. В настоящее время уровень применения минеральных удобрений в Тюменской области явно недостаточен. В связи с этим удобрения вносятся под наиболее требовательные к условиям питания культуры, в основном под пшеницу. В этом случае уровень внесения туков в среднем составляет 230–250 кг/га.

Наряду с необходимостью применения удобрений существует также проблема качества внесения удобрений в плане сбалансированности питательных элементов и равномерности их распределения по площади внесения, поскольку в условиях производства не всегда соблюдаются условия для качественного приготовления смесей. Использование комплексных минеральных удобрений, а также приготовленных в заводских условиях туко смесей в значительной степени позволяет 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 исследований. Определить влияние применения разновидностей туковых смесей на формирование фотосинтетического аппарата, урожайность яровой пшеницы, энергетическую эффективность ее возделывания.

Методы и результаты исследований. Исследования проведены в 2015–2016 гг. на опытном поле ФГБНУ «НИИСХ Северного Зауралья» в четвертом поле (пшеница) зернопарового севооборота (чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница, ячмень), развернутого во времени и пространстве. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Глубина гумусного горизонта 25–27 см, содержание гумуса 3,8–4,5 %, $pH_{\text{соль}}$ 6,0–6,4, сумма поглощенных оснований 29,4 мг экв. на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 85 %. Содержание нитратного азота в слое 0–20 см – 2,43–3,50 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 5,4–8,8 мг/100 г почвы, что соответствует очень низкой их обеспеченности, высокое содержание K_2O – 17,9–19,5 мг/100 г почвы.

Изучены варианты туковых смесей по схеме (табл. 1). Опыт проведен в 3-кратной повторности, размещение вариантов систематическое, учетная площадь 100 м². По зяби, после закрытия влаги, готовые тукосмеси вносились нормой 250 кг/га методом врезания зерновой сеялкой СЗП-3,6. Предпосевная обработка проведена культиватором Смарагд-6, посев яровой пшеницы с последующим прикатыванием нормой 6,5 млн всхожих семян сеялкой СЗП-3,6. Общим фоном в фазу кущения проводилась обработка гербицидами. Площадь листьев определялась по методу, описанному Г.С. Посыпановым (1991) [7], фотосинтетический потенциал растений (ФСР) (сумма ежедневных показателей площади листьев за вегетационный период),

выражаемый в м² дней/га, определялся по С.И. Лебедеву (1988) [8], энергетическая эффективность – по А.Ф. Неклюдову [9], урожайность и статистическая обработка – по Б.А. Доспехову [10].

Данные наблюдений за формированием листового аппарата растений пшеницы показали, что на данном типе почв внесение приготовленных в заводских условиях тукосмесей с более высоким содержанием доступного азота, $N_{29}P_{10}$, $N_{23}P_{20}$, а также с включением в смеси серы $N_{17}P_{20}S_{12}$, способствовало интенсивному его развитию, особенно на раннем сроке вегетации. Так, в период начала выхода в трубку пшеницы площадь листьев составляла на этих вариантах 21,8–25,4 тыс. м²/га, тогда как на фоне без удобрений – 11,4 тыс. м²/га (табл. 2). Площадь листьев на указанных вариантах применения тукосмесей превышала контрольный вариант на 10,5–14,1 тыс. м²/га, или на 92–124 %. К периоду полной спелости отмеченная тенденция по перечисленным вариантам в основном сохранялась, площадь листьев на них превышала контрольный вариант на 5,5–15,2 тыс. м²/га, или на 50,8–141,3 %.

К периоду уборки хорошие показатели по формированию листового аппарата обеспечивали также варианты тукосмеси азофоски $N_{16}P_{16}K_{16}$ (200 кг/га) с аммиачной селитрой N_{34} (50 кг/га) и диамофоски $N_{10}P_{25}K_{25}$ (150 кг/га) с аммиачной селитрой N_{34} (100 кг/га).

Таблица 1

Формирование листового аппарата растений пшеницы в зависимости от внесения в почву туковых смесей

Туковая смесь		Площадь листьев, тыс. м ² /га		Среднедневная площадь листьев		Фотосинтетический потенциал (ФСР), тыс. м ² /га дней
Соотношение элементов питания, %	Содержание д.в. кг/га при норме внесения удобрения 250 кг/га	Начало выхода в трубку	Полная спелость	1-го растения, см ²	на 1 га, тыс. м ² /га	
1	2	3	4	5	6	7
Без удобрений (контроль)		11,36	10,76	28,40	11,06	553
$N_{29}P_{10}$	$N_{72}P_{25}$	25,44	25,96	65,90	25,70	1285
$N_{23}P_{20}$	$N_{58}P_{50}$	22,85	19,22	53,90	21,04	1052
$N_{17}P_{20}S_{12}$	$N_{42}P_{50}S_{30}$	21,84	16,23	48,80	19,04	952
$N_{11}P_{20}K_{14}$	$N_{28}P_{50}K_{35}$	20,10	14,94	44,90	17,52	876

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ (200 кг/га) + N ₃₄ – (50 кг/га)	N ₄₉ P ₃₂ K ₃₂	14,15	26,82	52,50	20,48	1024
N ₁₀ P ₂₅ K ₂₅ (150 кг/га) + N ₃₄ (100 кг/га)	N ₄₉ P ₃₈ K ₃₈	13,73	18,55	41,40	16,14	807
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	15,04	12,05	34,70	13,54	677
N ₁₀ P ₂₅ K ₂₅	N ₂₅ P ₆₂ K ₆₂	18,20	13,61	40,80	15,90	795
НСР ₀₅		0,45	2,5	8,04	1,53	53,8

Площадь листьев пшеницы по этим вариантам составляла соответственно 26,8 и 18,6 тыс. м²/га, что на 72–149 % выше, чем на контрольном варианте. Показатель средневзвешенной площади листьев за вегетацию, объединяющий данные по площади листьев в период начала выхода в трубку и в период полной спелости, также свидетельствует, что наилучшие показатели формирования листового аппарата обеспечивали варианты внесения тукосмесей N₂₉P₁₀, N₂₃P₂₀, N₁₆P₁₆K₁₆ (200 кг) + N₃₄ (50 кг/га) и N₁₇P₂₀+S₁₂ с величиной средневзвешенной площади листьев 19,04–25,70 тыс. м²/га, превышающей контроль на 72–132 %.

При этом самые высокие показатели средневзвешенной площади листьев, а также фото-

синтетического потенциала (ФСП), который выражает фотосинтетическую мощность посева, продолжительности содержания его в активном состоянии в порядке убывания были по вариантам N₂₉P₁₀ – 25,70, N₂₃P₂₀ – 21,04 и N₁₆P₁₆K₁₆ (200 кг) + N₃₄ (50 кг/га) – 20,48 тыс. м²/га с соответственно фотосинтетическим потенциалом – 1285, 1052, 1024 тыс. м²/га дней. Способствуя лучшему росту и развитию пшеницы, внесение данных тукосмесей обеспечивало получение более высокой урожайности пшеницы, которая была выше на перечисленных вариантах, чем на контроле без удобрений, на 0,93–1,53 т/га, или на 50,3–82,7 % (табл. 2).

Таблица 2

Биоэнергетическая эффективность возделывания яровой пшеницы в зависимости от применения тукосмесей

Показатель	Вариант тукосмесей								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	14,86	22,06	21,08	21,73	18,66	20,30	20,39	19,67	18,82
Урожайность, т/га	1,85	3,38	2,78	2,76	2,22	2,94	2,42	2,46	2,18
Выход валовой энергии в урожае с 1 га, ГДж	30,17	55,12	45,34	45,01	36,20	47,95	39,47	40,12	35,55
Энергетический коэффициент, ед.	2,03	2,50	2,15	2,07	1,94	2,36	1,94	2,04	1,89
Приращение валовой энергии, ГДж/га	15,30	33,06	24,25	23,27	17,54	27,65	19,07	20,45	16,72
Затраты совокупной энергии на 1 т зерна, МДж	80,36	65,27	75,84	78,76	84,08	69,05	84,28	79,97	86,37

Полученная при внесении этих тукосмесей урожайность, несмотря на затраты энергии на удобрения, которые в общей структуре затрат на возделывание пшеницы составляли здесь

33–44 %, обеспечивала наиболее высокие показатели приращения валовой энергии в урожае – 23,3–33,1 ГДж/га, или на 58–116 % выше, чем на контроле, энергетического коэффициента – 2,07–2,50.

Заключение. Применение тукосмесей с нормой внесения 250 кг/га с соотношением питательных элементов $N_{29}P_{10}$, $N_{23}P_{20}$, $N_{17}P_{20}+S_{12}$, а также $N_{16}P_{16}K_{16}$ (200 кг) + N_{34} (50 кг/га), способствовало наиболее интенсивному формированию фотосинтетического аппарата яровой пшеницы со среднечесной площадью листьев 19,04–25,70 тыс. м²/га, что на 72–132 % выше, чем на фоне без применения удобрений. Обеспечивало получение наиболее высокой урожайности пшеницы – 2,94–3,38 т/га, что на 0,93–1,53 т/га, или на 50,3–82,7 %, выше, чем на фоне без удобрений, а также показателей эффективности возделывания яровой пшеницы по приращению валовой энергии – 23,3–33,1 ГДж/га, что на 58–116 % выше, чем на фоне без удобрений.

Литература

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 / РАСХН, Сиб. отделение, ГНУ «НИИСХ Северного Зауралья». – 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., Золаторева И.А. [и др.]. Эффективность микроэлементов удобрений в условиях Курской области. – Курск: Изд-во Курской ГСХА, 2003. – 139 с.
6. Лазарев В.И. 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: справ. пособие. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.
8. Лебедев С.И. Физиология растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 544 с.
9. Неклюдов А.Ф. Биоэнергетическая оценка севооборотов. – Новосибирск, 1993. – 36 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 415 с.

Literatura

1. Karetin L.N. Pochvy Tjumenskoj oblasti. – Novosibirsk: Nauka, 1990. – 258 s.
2. Zonal'naja sistema zemledelija Tjumenskoj oblasti: rekomendacii / Ju.I. Abrashin, M.D. Avdeenko, T.D. Babushkina [i dr.]. – Novosibirsk, 1989. – 444 s.
3. Perfil'ev N.V., Koksharov A.I., Garbar L.I. Adaptivno-landshaftnye resursosberegajushhie tehnologii vzdelyvanija zernovyh kul'tur v Tjumenskoj oblastija: rekomendacii / RASHN, Sib. otdelenie, GNU «NIISH Severnogo Zaural'ja». – Tjumen': Vektor Buk, 2005. – 104 s.
4. Bulygin S.Ju. Mikrojelementy v sel'skom hozjajstve. – Dnepropetrovsk, 2007. – 100 s.
5. Lazarev V.I., Ajdiev A.Ja., Zolatoreva I.A. [i dr.]. Jeffektivnost' mikrojelementov udobrenij v uslovijah Kurskoj oblasti. – Kursk: Izd-vo Kurskoj GSHA, 2003. – 139 s.
6. Lazarev V.I. Jeffektivnost' kompleksnyh udobrenij, sodержashih seru, na chernozemnyh i seryh lesnyh pochvah Kurskoj oblasti pri vzdelyvanii jarovoj pshenicy // Zemledelie. – 2016. – № 5. – S. 29–32.
7. Posypanov G.S. Metody izuchenija biologicheskoj fiksacii azota vozduha: sprav. posobie. – M.: Agropromizdat, 1991. – 300 s.
8. Lebedev S.I. Fiziologija rastenij. – M.: Agropromizdat, 1988. – 544 s.
9. Nekljudov A.F. Biojenergeticheskaja ocenka sevooborotov. – Novosibirsk, 1993. – 36 s.
10. Dosp'ehov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1979. – 415 s.