

УДК 633.11:631.8 (470.56)

DOI: 10.33284/2658-3135-103-3-237

**Урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы при использовании минеральных удобрений**

**Г.И. Бельков, А.А. Зоров**

*Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)*

**Аннотация.** Представлены результаты исследований по использованию минеральных удобрений при возделывании яровой мягкой пшеницы Саратовская 42 и Учитель в сухостепной зоне Предуралья. Изучена эффективность разового и дробного внесения удобрений в почву при посеве и в виде некорневой подкормки в различные стадии вегетации растений.

**Ключевые слова:** растения, яровая пшеница, сорт, зерно, некорневая подкормка, удобрения, урожайность, Оренбургская область.

UDC 633.11:631.8 (470.56)

**Productivity and grain quality of spring soft wheat when using mineral fertilizers**

**Grigory I Belkov, Alexander A Zorov**

*Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia)*

**Summary.** The results of studies on the use of mineral fertilizers in the cultivation of spring soft wheat of Saratovskaya 42 and Uchitel in the dry steppe zone of the Cis-Urals are presented. The efficiency of single and fractional fertilization into the soil during sowing and in the form of foliar dressing at various stages of plant vegetation has been studied.

**Key word:** plants, spring wheat, variety, grain, foliar feeding, fertilizers, productivity, Orenburg region.

**Введение.**

Оренбургская область является одним из крупнейших зерносеющих регионов в Российской Федерации. Ежегодно производится от 2,5 до 3,9 % валового сбора зерна в России и от 9,7 до 13,7 % – валового сбора в Приволжском федеральном округе. Площадь зерновых культур за последние 5 лет в среднем составляет 3,5 млн га. В сложившейся структуре посевных площадей зерновых культур доминирующее положение занимает пшеница. Она является основной продовольственной культурой и высевается на площади 1,9 млн га. Все зоны области обладают потенциальными возможностями для производства зерна этой культуры. Ежегодно яровой мягкой пшеницей засеивается 1,3 млн га (Бельков Г.И. и др., 2019).

Главным лимитирующим фактором в зоне является влага при часто повторяющихся засухливых явлениях. Поэтому в основу разрабатываемой технологии возделывания зерновых культур положены мероприятия по влагосбережению, эффективному сбережению выпадающих атмосферных осадков.

Установлено, что применение удобрений повышает устойчивость растений к неблагоприятным явлениям метеорологических условий, в частности засухе (Тимирязев К.А., 1957). Внесение азота в почву, например, повышает эффективность использования влаги. При этом очень важно обеспечить поступление его растениям в определённые стадии вегетации (Петербургский А.В. и Смирнов А.П., 1989). Дробное применение удобрений имеет преимущество перед разовым внесением, особенно в почвах с низкой обеспеченностью азотом (Щукин В.Б. и др., 2019; Глуховцева Н.И. и др., 1972). Так, азот, внесённый в почву перед посевом зерновых культур, повышает интенсивность роста растений и увеличивает их урожайность. При использовании удобрений в начале выхода в трубку и фазу колошения повышается массовая доля белка в зерновке на 6,9 % (Абаимов В.Ф. и Щукин В.Б., 1997).

**Цель исследования.**

Изучить влияние различных вариантов применения азотных удобрений на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья.

**Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Яровая мягкая пшеница сорта Саратовская 42 и Учитель.

**Характеристика территорий, природно-климатические условия.** Исследования проводились в центральной зоне Оренбургской области. Почвы участка – чернозём южный карбонатный среднемощный. Содержание гумуса в пахотном слое почвы – 3,3-3,8 %, общего азота – 0,21-0,31 %, доступного фосфора – 1,6-2,4 мг, обменного калия – 34-37 мг на 100 г почвы

Погодные условия в годы проведения исследования характерны для среднемноголетних показателей.

**Схема эксперимента.** Исследования проводились в СПК «Козловский» центральной зоны Оренбургской области. Схемой эксперимента предусмотрено 3 фактора научно-производственного опыта (табл. 1). Фактор А предусматривает два варианта: предпосевное внесение азотного минерального удобрения – карбамид (мочевина) и без удобрения. Фактор В – сорта яровой мягкой пшеницы Саратовская 42 и Учитель. Фактор С – некорневая подкормка карбамидом в фазу кушения 20 кг д. в. на 1 га, и в фазу налива зерна – 30 кг д. в. на 1 га.

Таблица 1. Схема опыта/ Table 1. Experimental design

<div><div>↓</div><div>Без удобрений 86,4 м/ No fertilizers applied 86.4 m</div><div>↑</div></div>	<div><div>↓</div><div>Саратовская 42 43,2 м/ Saratovskaya 42 43.2 m</div><div>↑</div></div>	↓ 14,4 м без подкормки/ no fertilizers 14.4 m
		↑ 14,4 м с подкормкой в кушении/ tillering application of fertilizers 14.4 m
		↑ 14,4 м с подкормкой в налив зерна/ top dressing in seed-filling period 14.4 m
	<div><div>↓</div><div>Учитель 43,2 м/ Uchitel 43.2 m</div><div>↑</div></div>	↓ 14,4 м без подкормки/ no fertilizers 14.4 m
		↑ 14,4 м с подкормкой в кушении/ tillering application of fertilizers 14.4 m
		↑ 14,4 м с подкормкой в налив зерна/ top dressing in seed-filling period 14.4 m
<div><div>↓</div><div>С удобрением 86,4 м/ With fertilizer applied 86.4 m</div><div>↑</div></div>	<div><div>↓</div><div>Саратовская 42 43,2 м/ Saratovskaya 42 43.2 m</div><div>↑</div></div>	↓ 14,4 м без подкормки/ no fertilizers 14.4 m
		↑ 14,4 м с подкормкой в кушении/ tillering application of fertilizers 14.4 m
		↑ 14,4 м с подкормкой в налив зерна/ top dressing in seed-filling period 14.4 m
	<div><div>↓</div><div>Учитель 43,2 м/ Uchitel 43.2 m</div><div>↑</div></div>	↓ 14,4 м без подкормки/ no fertilizers 14.4 m
		↑ 14,4 м с подкормкой в кушении/ tillering application of fertilizers 14.4 m
		↑ 14,4 м с подкормкой в налив зерна/ top dressing in seed-filling period 14.4 m
<div><div>→</div><div>←</div><div>900 м</div></div>		

Полевой опыт проводился в соответствии с «Методикой полевого опыта» (Доспехов Б.А., 1979). Повторность – трёхкратная. Размер делянки фактор А – 86,4 м, фактор В – 43,2 м, фактор С – 14,4 м. Форма делянок – прямоугольная, размещение делянок – систематическое, поверхность – ровная.

**Оборудование и технические средства.** Растворный узел «Каркитокс» (Россия), трактор «Беларусь» (Республика Беларусь) со шлангом для размещения баковой смеси, технологическая колея.

**Статистическая обработка.** Математическая обработка полученных данных выполнена по методике Доспехова Б.А. (1979).

### Результаты исследования.

В соответствии с методикой сорта яровой мягкой пшеницы были посеяны на двух агрофонах: без удобрения и с внесением стартовых удобрений (нитроаммофоска) в дозе  $N_{30}P_{30}$  д. в. на 1 га. В фазу кушения растений на каждом агрофоне была проведена некорневая подкормка карбамидом на делянках 2 и 3 фактора в дозе 20 кг д. в. на 1 га. На них же проведена ещё одна подкормка карбамидом в фазу налива зерна в дозе 30 кг д. в. на 1 га.

Фенологические наблюдения показали, что предпосевное внесение удобрений оказало влияние на такой элемент структуры урожая, как количество растений, сохранившихся к уборке (табл. 2).

Таблица 2. Количество растений, сохранившихся к уборке, штук на 1 м<sup>2</sup>

Table 2. The number of plants preserved for harvesting, pieces per 1 m<sup>2</sup>

Агрофон / <i>Soil fertility</i>	Некорневая подкормка / <i>Foliage application</i>	Сорт		В среднем/ <i>In average</i>
		Учитель/ <i>Uchitel</i>	Саратовская 42/ <i>Saratovskaya 42</i>	
Удобрённый/ <i>With fertilizer applied</i>	Без подкормки/ <i>no fertilizers</i>	362	278	320
	1 раз/ <i>once</i>	380	275	327
	2 раза/ <i>twice</i>	375	278	326
Неудобрённый/ <i>No fertilizer applied</i>	Без подкормки/ <i>no fertilizers</i>	315	186	251
	1 раз/ <i>once</i>	320	224	272
	2 раза/ <i>twice</i>	315	210	263

В среднем по двум сортам на удобренном фоне сохранилось 320 растений, на неудобренном – 251 растение или на 28,5 % меньше. Однократная некорневая подкормка посева на удобренном фоне обусловила повышение сохранности растений на 7 штук на 1 м<sup>2</sup>, на удобренном – на 55 растений. Двукратная подкормка по этому фону практически не привела к повышению сохранности растений: по сорту Учитель она снизилась на 5 штук, а по сорту Саратовская 42 увеличилась на 3 штуки.

На неудобренном фоне однократная подкормка способствовала повышению сохранности растений в среднем на 8,3 %, двукратная – на 4,8 %. При этом вторая подкормка снизила сохранность растений в сравнении с первой на 5-14 штук на 1 м<sup>2</sup>.

О влиянии удобрений на урожайность и качество пшеницы даёт представление цифровой материал, представленный в таблице 3.

Припосевное внесение удобрений в использованных дозах обусловило повышение урожайности по двум сортам в среднем на 2,2 ц с 1 га или на 19,8 %. При этом урожайность сорта Учитель оказалась на 5,4 ц с 1 га выше, чем сорта Саратовская 42 по удобренному фону и на 3,9 ц – чем по неудобренному.

Однократная некорневая подкормка не повлияла на урожайность пшеницы на удобренном фоне и несколько снизила – на неудобренном фонах. Не оказала положительного влияния на урожайность сортов и вторая подкормка.

Таблица 3. Урожайность и качество яровой мягкой пшеницы в зависимости от агрофона и некорневой подкормки  
Table 3. Yield and quality of spring soft wheat, depending on the agricultural background and foliar feeding

Показатель / Indicator	Сорт / Variety	Агрофон/ <i>Soil fertility</i>					
		Удобрённый / <i>With fertiliz- er applied</i>			Неудобрённый / <i>No fertilizer applied</i>		
		некорневая подкормка/ <i>Foliage application</i>					
		без вне- се- ния/ <i>not ap- plied</i>	1 раз/ <i>once</i>	2 раза/ <i>twice</i>	без вне- се- ния/ <i>not ap- plied</i>	1 раз/ <i>once</i>	2 раза/ <i>twice</i>
Урожай- ность, ц с 1 га / <i>Productivity, q/ha</i>	Учитель/ <i>Uchitel</i>	16,0	16,4	16,1	13,1	12,7	12,8
	Саратовская 42/ <i>Saratovskaya 42</i>	10,6	10,2	9,9	9,2	8,9	8,9
	в среднем/ in average	13,3	13,3	13,0	11,1	10,8	10,8
Кол-во клейко- вины, % / <i>Amount of gluten,%</i>	Учитель/ <i>Uchitel</i>	27,0	28,0	27,0	26,0	24,0	23,0
	Саратовская 42/ <i>Saratovskaya 42</i>	29,0	29,0	27,0	27,0	29,0	30,0
	в среднем/ in average	28,0	28,5	27,0	26,5	26,5	26,5
ИДК, ед. / <i>IDK, units</i>	Учитель/ <i>Uchitel</i>	95	90	95	100	110	95
	Саратовская 42/ <i>Saratovskaya 42</i>	100	110	95	100	110	100
	в среднем/ in average	97,5	100	95	100	110	97,5

Стартовое удобрение обусловило повышение содержания клейковины в зерне на 1,5 % в сравнении с неудобрённым фоном. И первая, и вторая некорневые подкормки не оказали заметного влияния на количество клейковины как на удобренном, так и неудобрённом фонах.

#### Обсуждение полученных результатов

Многие исследователи считают удобрения одним из определяющих факторов интенсификации растениеводства (Багаутдинов И.И., 1999; Безлюдный Н.Р. и Исмаилов Р.Р., 1980). Так, Р.К. Байкасенов (2004) резюмирует: «размещение сортов мягкой пшеницы с дифференцированным использованием некорневых подкормок и норм высева будет способствовать повышению рентабельности производства».

А.С. Лукин (2003), напротив, изучая экономическую эффективность применения минеральных удобрений в Кировской области, приходит к заключению об экспоненциальном росте затрат невосполняемой энергии на каждую дополнительную единицу продукции.

Н.А. Максютов, Д.В. Митрофанов (2016), проводившие исследования в зоне сухой степи, отмечают, что определяющим фактором, влияющим на урожайность яровых культур, являются весенние запасы влаги в почве.

При изучении эффективности различных севооборотов Скороходов В.Ю. и Кафтан Ю.В. (2016) пришли к заключению, что применение удобрений в почвозащитном севообороте делает его убыточным: рентабельность производства в среднем за 5 лет составила минус 29,8 %. Основным фактором, влияющим на урожайность культур в севооборотах, являются погодные условия.

**Выводы.**

Применение удобрений при выращивании яровой мягкой пшеницы в условиях резко континентального климата Оренбуржья требует творческого подхода с учётом таких погодных факторов, как температура и относительная влажность воздуха, а также наличие влаги в почве в период посева и вегетации растений. Припосевное внесение азотных удобрений и наличие влаги в почве в этот период оказали положительное влияние на рост и развитие растений. Однократная и двукратная некорневая подкормка посевов мочевиной оказалась неэффективной, что является следствием неблагоприятных погодных условий: сухой холодной погодой весной и наступившей 45-дневной жарой и отсутствием осадков в последующий период вегетации.

**Литература**

1. Абаимов В.Ф., Щукин В.Б. Продуктивность посева и качество зерна озимой пшеницы при некорневых подкормках азотом и микроэлементами // Зерновые культуры. 1997. № 2. С. 17-18. [Abaimov VF, Shchukin VB. Produktivnost' poseva i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy pri nekornevykh podkormkakh azotom i mikroelementami. Zernovye kul'tury. 1997;2:17-18. (In Russ)].
2. Багаутдинов И.И. Качество и урожайность зерна посевов яровой пшеницы различной густоты и сортов при некорневых подкормках мочевиной: дис. ... канд. с.-х. наук. Уфа, 1999. 155 с. [Bagautdinov II. Kachestvo i urozhainost' zerna posevov yarovoi pshenitsy razlichnoi gustoty i sortov pri nekornevykh podkormkakh mochevinoy [dissertation]. Ufa; 1999:155 p. (In Russ)].
3. Байкасанов Р.К. Формирование урожайности и качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от норм высева и средств химизации на южных чернозёмах Оренбургской области: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2004. 197 с. [Baikasanov RK. Formirovanie urozhainosti i kachestva zerna yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot norm vyseva i sredstv khimizatsii na yuzhnykh chernozemakh Orenburgskoi oblasti [dissertation]. Orenburg; 2004:197 p. (In Russ)].
4. Безлюдный Н.Р., Исмагилов Р.Р. Озимая пшеница. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1980. 87 с. [Bezlyudnyi NR, Ismagilov RR. Ozimaya pshenitsa. Ufa: Bashk. kn. izd-vo; 1980:87 p. (In Russ)].
5. Влияние удобрений на качество зерна мягкой пшеницы / Н.И. Глуховцева, Ф.Н. Тимохин, Н.П. Овчинников, Г.А. Ложбинов // Повышение качества зерна пшеницы: науч. тр. ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1972. С. 278-282. [Glukhovtseva NI, Timokhin FN, Ovchinnikov NP, Lozhbinov GA. Vliyanie udobrenii na kachestvo zerna myagkoi pshenitsy. Povyshenie kachestva zerna pshe-nitsy: nauch. tr. VASKhNIL. Moscow: Kolos; 1972:278-282. (In Russ)].
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с. [Dospikhov BA. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 4-e izd., pererab. i dop. Moscow: Kolos; 1979:416 p. (In Russ)].
7. Лукин А.С. Повышение экономической эффективности применения минеральных удобрений в Кировской области: дис. ... канд. экон. наук. Киров, 2003. 388 с. [Lukin AS. Povyshenie ekonomicheskoi effektivnosti primeneniya mineral'nykh udobrenii v Kirovskoi oblasti [dissertation]. Ki-rov; 2003:388 p. (In Russ)].
8. Максюттов Н.А., Митрофанов Д.В. Урожайность ранних яровых зерновых культур в зернопаровом севообороте в зависимости от вида склона на чернозёмах южных Оренбургского Зауралья // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 161-164. [Maksyutov NA, Mitrofanov DV. Yields of early spring crops in grain-fallow rotation depending on the slope on chernozems of the southern Orenburg Zauralye. Herald of Beef Cattle Breeding. 2016;4(96):161-164. (In Russ)].
9. Петербургский А.В., Смирнов А.П. Минеральные удобрения. М.: Росагропромиздат, 1989. 95 с. [Peterburgskii AV, Smirnov AP. Mineral'nye udobreniya. Moscow: Rosagropromizdat; 1989:95 p. (In Russ)].
10. Система применения удобрений и регулятора роста / В.Б. Щукин, Г.Ф. Ярцев, Г.В. Петрова, А.П. Березнев, А.П. Томин, Г.В. Богданов // Система устойчивого развития сельского хозяйства Оренбургской области / редкол.: С.В. Балыкин и др. Иркутск: ООО Мегап rint, 2019. С. 45-53 [Shchukin VB, Yartsev GF, Petrova GV, Bereznev AP, Tomin AP, Bogdanov GV. Sistema primeneniya udobrenii i regul'yatora rosta. Sistema ustoichivogo razvitiya sel'skogo khozyaistva Oren-burgskoi oblasti, redkol.: Balykin SV, et al. Irkutsk: ООО Megaprint; 2019:45-53. (In Russ)].

11. Скороходов В.Ю., Кафтан Ю.В. Продуктивность севооборотов с кукурузой на силос и их экономическая эффективность в степной зоне Южного Урала // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 165-170. [Skorokhodov VY, Kaftan YV. Productivity of crop rotations with corn for silage and its economic efficiency in the steppe zone of Southern Urals. Herald of Beef Cattle Breeding. 2016;4(96):165-170. (In Russ)].
12. Тимирязев К.А. Избранные сочинения. М.: Сельхозгиз, 1957. Т. 2. 947 с. [Timiryazev KA. Izbrannye sochineniya. Moscow: Sel'khozgiz; 1957;2:947 p. (In Russ)].
13. Яровая мягкая пшеница / Г.И. Бельков, А.А. Зоров, Н.И. Воскобулова, А.А. Неверов // Система устойчивого развития сельского хозяйства Оренбургской области / редкол.: С.В. Балькин и др. Иркутск: ООО «Мегапринт», 2019. С. 91-93. [Bel'kov GI, Zorov AA, Voskobulova NI, Neverov AA. Yarovaya myagkaya pshenitsa. Sistema ustoichivogo razvitiya sel'skogo khozyaistva Orenburgskoi oblasti, redkol.: Balykin SV et al. Irkutsk: ООО «Megaprint»; 2019:91-93. (In Russ)].

#### Литература

1. Abaimov VF, Shchukin VB. Sowing productivity and grain quality of winter wheat with foliar fertilization with nitrogen and microelements. Zernovye Kultury. 1997;2:17-18.
2. Bagautdinov II. The quality and productivity of grain crops of spring wheat of various densities and varieties with foliar fertilizing with urea [dissertation]. Ufa; 1999:155 p.
3. Baykasenov RK. Formation of yield and grain quality of spring soft wheat depending on seeding rates and means of chemicalization on the southern chernozems of the Orenburg region [dissertation]. Orenburg; 2004:197 p.
4. Bezlyudny NR, Ismagilov RR. Winter wheat. Ufa: Bashk. book publishing house; 1980:87 p.
5. Glukhovtseva NI, Timokhin FN, Ovchinnikov NP, Lozhbinov GA. Influence of fertilizers on the quality of soft wheat grain. Improving the quality of wheat grain: scientific. tr. VASKHNIL. Moscow: Kolos; 1972:278-282.
6. Dospekhov BA. Field experiment methodology: (with the basics of statistical processing of research results). 4th ed., Rev. and add. Moscow: Kolos; 1979:416 p.
7. Increasing the economic efficiency of the use of mineral fertilizers in the Kirov region [dissertation]. Kirov; 2003:388 p. (In Russ)].
8. Maksyutov NA, Mitrofanov DV. Yields of early spring crops in grain-fallow rotation depending on the slope on chernozems of the southern Orenburg Zauralye. Herald of Beef Cattle Breeding. 2016;4(96):161-164.
9. Peterburgskii AV, Smirnov AP. Mineral fertilizers. Moscow: Rosagropromizdat; 1989:95 p.
10. Shchukin VB, Yartsev GF, Petrova GV, Bereznev AP, Tomin AP, Bogdanov GV. System of application of fertilizers and growth regulator. System of sustainable development of agriculture in the Orenburg region. editorial board: Balykin SV, et al. Irkutsk: ООО Megaprint; 2019:45-53.
11. Skorokhodov VY, Kaftan YV. Productivity of crop rotations with corn for silage and its economic efficiency in the steppe zone of Southern Urals. Herald of Beef Cattle Breeding. 2016;4(96):165-170.
12. Timiryazev KA. Selected Works. Moscow: Selkhozgiz; 1957;2:947 p.
13. Belkov GI, Zorov AA, Voskobulova NI, Neverov AA. Spring soft wheat. System of sustainable development of agriculture in the Orenburg region. editorial board: Balykin SV et al. Irkutsk: ООО «Megaprint»; 2019:91-93.

**Бельков Григорий Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, научный руководитель, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.:8(3532)30-83-44

**Зоров Александр Алексеевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.:8(3532)30-83-43

Поступила в редакцию 18 августа 2020 г.; принята после решения редколлегии 14 сентября 2020 г.; опубликована 30 сентября 2020 г. / Received: 18 August 2020; Accepted: 14 September 2020; Published: 30 September 2020