

9. Кирейчева Л.В., Хусин Р.Р., Яшин В.М. Влияние новых органоминеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почв выработанных торфяников // Сельскохозяйственные науки. – 2017. – № 3 (57). – С. 30-35.

References

1. Pryanishnikov D.N. Izbrannye sochineniya. – М.: Kolos, 1965. – Т. 2. – 708 s.

2. Vasilev E.V. Rezultaty eksperimentalnykh issledovaniy protsessa passivnogo kompostobrazovaniya // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizatsii proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva. – 2015. – No. 86. – S. 112-118.

3. Vrashkov A.V., Kushnirenko Yu.O., Bragin V.N., Yumashev K.S. Organicheskie udobreniya i praktika ikh primeneniya v Chelyabinskoy oblasti // Agrarnyy vestnik Urala. – 2008. – No. 9 (51). – S. 50-54.

4. Zavrazhnov A.I., Mironov V.V. Sistema proizvodstva organicheskikh udobreniy uskorennyim

kompostirovaniem navoza // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2011. – No. 5. – S. 28-30.

5. Afanasev A.V. Analiz tekhnologiy pererabotki navoza i pometa // Vestnik Vserossiyskogo NII mekhanizatsii zhivotnovodstva. – 2012. – S. 28-36.

6. Blinov V.A. Biotekhnologiya (Nekotorye problemy selskokhozyaystvennoy biotekhnologii). – Saratov, 2003. – 196 s.

7. Gilmutdinov M.G., Ismagilov Z.I. Ispytanie organomineralnykh udobreniy s primeneniem preparatov «Baykal EM-1» i «Tamir» pri vozdeystvovanii yarovoy pshenitsy // Dostizheniya EM-tekhnologii v Rossii. Sbornik trudov. – 2006.

8. Gridnev P.G., Gridneva T.T., Spotaru Yu.Yu. Resursosberegayushchie ekologicheski bezopasnye sistemy utilizatsii navoza. – Zap Lambert Publishers, 2016. – 105 s.

9. Kireycheva L.V., Khusin R.R., Yashin V.M. Vliyaniye novykh organomineralnykh udobreniy na urozhaynost selskokhozyaystvennykh kultur i plodorodie pochv vyrabotannykh torfyanikov // Selskokhozyaystvennye nauki. – 2017. – No. 3 (57). – S. 30-35.



УДК 631.31

В.И. Беляев, Л.В. Соколова
V.I. Belyayev, L.V. Sokolova

ВЛИЯНИЕ НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН И ДОЗЫ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ

THE INFLUENCE OF SOWING RATE AND FERTILIZER APPLICATION RATE ON SPRING SOFT WHEAT YIELD UNDER THE CONDITIONS OF THE ALTAI REGION'S OB RIVER AREA

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, норма высева семян, доза внесения удобрений, качество посева, полевая всхожесть, развитие растений, структура урожая.

Целью исследования является изучение влияния нормы высева и дозы внесения аммиачной селитры на показатели качества посева, урожайность и элементы структуры урожая яровой мягкой пшеницы в условиях Алтайского Приобья. Место проведения опыта – ООО

«ФХ Устинова В.И.» Косихинского района Алтайского края, расположенного на территории Бийско-Чумышской возвышенности. В условиях хозяйства были реализованы 2 однофакторных эксперимента: 1) по изучению влияния дозы внесения удобрений (аммиачная селитра N₃₄) в диапазоне от 0 до 254 кг/га при неизменной норме высева семян пшеницы 195 кг/га; 2) по изучению влияния нормы высева семян пшеницы в диапазоне 156-221 кг/га (11 уровней) при дозе внесения аммиачной селитры 147 кг/га. Характер зависимости полевой всхожести пше-

ницы от нормы высева описывается уравнением второго порядка. Максимальная полевая всхожесть (91%) получена при норме высева 203 кг/га (333 шт/м²), а минимальная (85%) – при норме высева 156 кг/га (285 шт/м²). Зависимость полевой всхожести от дозы внесения удобрений также выражается уравнением 2-го порядка: максимальная величина (87%) получена при дозе внесения удобрений 222 кг/га. Средняя урожайность яровой мягкой пшеницы находилась на уровне 44,8-45,9 ц/га. В исследуемом диапазоне доз внесения удобрений (0-254 кг/га) экстремума по урожаю не выявлено, хотя наблюдается четко выраженный положительный тренд. Интенсивность прироста урожая пшеницы с увеличением дозы внесения удобрения снижалась. Анализ зависимости урожайности пшеницы от нормы высева в исследуемых границах показал некоторое снижение данного показателя с ростом высеянных семян. Значимой зависимости урожайности от нормы высева семян в исследуемых границах также не выявлено. Полученные результаты свидетельствуют о высокой культуре производства зерна яровой мягкой пшеницы в ООО «ФХ Устинова В.И.».

Keywords: *spring soft wheat, sowing rate, fertilizer application rate, sowing quality, field germination, plant development, yield formula.*

The research goal was to investigate the influence of the sowing rate and the application rate of ammonium nitrate on sowing quality, crop yielding capacity and yield formula of spring soft wheat under the conditions of the Altai Region's

Ob River area. The field experiment was carried out on the farm of the ООО "FKh Ustinova V.I." in the Kosikhinskiy District of the Altai Region located on the Biysk-Chumysh Upland. Two single-factor experiments were carried out: 1) the study of the effect of fertilizer application rate (ammonium nitrate N₃₄) in the range from 0 to 254 kg ha with a constant sowing rate of spring soft wheat of 195 kg ha; 2) the study of the effect of the sowing rate in the range of 156-221 kg ha with ammonium nitrate application rate of 147 kg ha. The dependence of wheat field germination on the sowing rate is described by a second order equation. The maximum field germination (91%) was obtained with a sowing rate of 203 kg ha (333 seeds per m²), and the minimum (85%) with a sowing rate of 156 kg ha (285 seeds per m²). The dependence of field germination on fertilizer application rate is also expressed by a second order equation: the maximum value (87%) was obtained with the application rate of 222 kg ha. The average yield of spring soft wheat was at the level of 4.48-4.59 t ha. In the studied range of fertilizer application rates (0-254 kg ha), no yield extremum point was found, although there was a clearly pronounced positive trend. The intensity of wheat yield increase with increasing fertilizer application rates decreased. The analysis of the dependence of wheat yield on the sowing rates in the studied ranges showed a slight decrease of this indicator with the growth of sown seeds. No significant dependence of the yield on the sowing rate in the studied ranges was also found. The research findings are indicative of high standards of spring soft wheat grain production on the farm of the ООО "FKh Ustinova V.I."

Беляев Владимир Иванович, д.т.н., проф., зав. каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Соколова Людмила Валерьевна, к.с.-х.н., доцент каф. ботаники, Алтайский государственный университет. Тел.: (3852) 36-81-55. E-mail: l.v.sokol@mail.ru.

Belyayev Vladimir Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-belyaev@ya.ru.

Sokolova Lyudmila Valeryevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Botany, Altai State University. E-mail: l.v.sokol@mail.ru.

Введение

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства неразрывно связано с совершенствованием технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Одним из важнейших резервов роста урожайности является обоснование рациональных зональных параметров агротехнологий, включая дозы внесения минеральных удобрений и нормы высева семян [1-8]. **Целью** исследования является изучение влияния нормы высева и дозы внесения аммиачной селитры на показатели качества посева, урожайность и элементы структуры урожая яровой мягкой пшеницы в условиях Алтайского Приобья.

Объекты и методы

Условия закладки полевого опыта и измеряемые показатели. Место проведения опыта – ООО «ФХ Устинова В.И.» Косихинского района Алтайского края, расположенное на территории Бийско-Чумышской возвышенности. Климат континентальный, средняя температура января –20°С, июля +21°С, годовое количество атмосферных осадков 400-600 мм, почва – чернозем выщелоченный [9, 10]. Опыт реализован в 2008 г. Предшественник – пар. Осенняя обработка проводилась агрегатом JD-9420+TD-700 на среднюю глубину 13,8 см (рис. 1). В весенний период на поле выполнялось закрытие влаги. Предпосевная

обработка почвы с посевом в диск и внесением удобрений в стрельчатую лапу осуществлялась агрегатом JD-9420+JD-730 (рис. 2). Высевался сорт пшеницы Алтайская 530. Лабораторная всхожесть семян 96%. Масса 1000 зерен 45,0 г. Дата посева 15 мая. Перед посевом семена протравливались препаратом «Дивиденд Стар». По вегетации проводилась фунгицидная обработка препаратом «Альто Супер». Уборка проводилась 19 августа комбайном JD-2096.

Реализовано 2 однофакторных эксперимента:

- по изучению влияния дозы внесения удобрений (аммиачная селитра N₃₄) в диапазоне от 0 до 254 кг/га (10 уровней) при неизменной норме высева семян пшеницы 195 кг/га (табл. 1);

- по изучению влияния нормы высева семян пшеницы в диапазоне 156-221 кг/га (11 уровней) при неизменной дозе внесения аммиачной селитры 147 кг/га (табл. 2).

Таким образом, была засеяна 21 делянка. Ширина каждой равнялась рабочей ширине захвата посевного комплекса, т.е. 13,4 м, длина 900 м. Влажность почвы по слоям до 1 м и общие средние запасы влаги в метровом слое определялись 8 мая, 15 июня и 19 августа; 15 июня оценивались также глубина заделки семян, высота растений пшеницы и количество всходов, 19 августа дополнительно определялись структура урожая и

урожайность яровой мягкой пшеницы. Запасы влаги в почве устанавливали при помощи прибора НН-2. Закладка опыта, отбор проб и обработка полученных результатов велись в полном соответствии с «Методикой полевого опыта» Б.А. Доспехова [11].



Рис. 1. Агрегат JD-9420+ TD-700



Рис. 2. Посевной агрегат в составе JD-9420+ JD-730

Таблица 1

Уровни изменения дозы внесения аммиачной селитры N₃₄ при норме высева яровой мягкой пшеницы 195 кг/га

Доза внесения удобрения, кг/га	№ делянки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	147	0	162	177	188	203	213	228	239	254

Таблица 2

Уровни изменения нормы высева яровой мягкой пшеницы при дозе внесения аммиачной селитры N₃₄ 147 кг/га

Норма высева, кг/га	№ делянки										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	147	162	169	176	183	189	195	205	210	216	221

Результаты и обсуждение

Погодные условия вегетационного периода. Метеорологические условия вегетационного периода оказывают непосредственное влияние на рост и развитие растений и могут стать главной причиной получения как высоких, так и низких урожаев. Погодные условия периода май-август 2008 г. представлены в таблице 3.

Суммарное количество осадков вегетации составило 146 мм, средняя температура находилась на уровне 17,1°C. Максимум осадков выпал в июне (53 мм), что позволило растениям хорошо развиваться и в дальнейшем оказало положительное влияние на величину урожая в целом. Гидротермический коэффициент Селянинова составил в первую половину вегетации 0,89, что характеризует условия как слабо увлажненные. Засушливые условия третьей декады июля и первой декады августа привели к снижению данного показателя. Таким образом, весь вегетационный период 2008 г. в условиях ООО «ФХ Устинова В.И.» можно характеризовать как засушливый (ГТК₂=0,70).

Показатели качества посева яровой пшеницы и развития растений. Качественно проведенный посев является основой будущего урожая, поскольку именно от данной технологической операции будет зависеть, насколько благоприятными будут условия для прорастания семян.

Статистики глубины заделки семян, высоты растений пшеницы и количества всходов приведены в таблицах 4-6.

Установлено, что средняя глубина заделки семян пшеницы по вариантам посевов находилась в

пределах от 33,9 мм (делянка 1) до 61,5 мм (делянка 18) при стандартных отклонениях 3,5-11,5 мм и вариации 6,6-25,9%. В среднем по деланкам глубина заделки семян составила 44,0 мм при высокой равномерности (стандартное отклонение равно 8,0 мм) и коэффициенте вариации 18,5%. Таким образом, можно говорить о хорошем качестве посева в данном случае.

Средняя высота растений пшеницы на 15 июня изменялась от 333,4 мм (делянка 10) до 456,1 мм (делянка 9) при стандартных отклонениях 16,1-61,2 мм и вариации 3,5-16,6%. В среднем по деланкам высота растений равна 369,9 мм, стандартное отклонение 37,8 мм, а коэффициент вариации – 10,2%, что указывает на высокую выравненность всходов.

Средняя величина количества всходов по вариантам 1-10 (при норме высева 195 кг/га и дозах внесения удобрений от 147 до 254 кг/га), кроме варианта 2 – без внесения удобрений, зависела от дозы внесения удобрений (рис. 3). Уравнение связи имеет вид:

$$Kвсх. = -82,5 + 5,8 Куд. - 0,006 Куд.^2, R=0,86, (1)$$

где Куд. – доза внесения удобрений, кг/га.

Таким образом, максимум количества всходов (362 шт/м²) соответствует норме внесения удобрений 222 кг/га, максимальная полевая всхожесть равна 87%.

Средняя величина количества всходов по вариантам 11-21 определялась нормой высева семян (рис. 4). Уравнение связи имеет вид:

$$Kвсх. = -973,4 + 5,8 Kвыс. - 0,006 Kвыс.^2, R=0,96. (2)$$

Таблица 3

Погодные условия периода май-август по данным метеостанции с. Троицкое Косихинского района Алтайского края, 2008 г.

Показатели	Май			Июнь			Июль			Август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Осадки, мм	4	2	24	18	22	13	13	7	0	0	25	18
Температура, °С	9,1	16,5	12,9	19,9	14,7	19,4	18,6	22,2	21,2	20,1	16,4	13,6
ГТК ₁	0,89						-					
ГТК ₂	0,70											

Статистики глубины заделки семян пшеницы по вариантам посевов, ООО «ФХ Устинова В.И.», 2008 г.

№ делянки	Норма высева, кг/га	Доза внесения удобрения, кг/га	Статистики глубины заделки семян						
			п, шт.	m, мм	-95%, мм	+95%, мм	σ, мм	v, %	станд. ошибка, мм
1	195	147	21	33,9	28,5	39,2	6,4	19,0	2,3
2	195	0	21	52,6	49,7	55,5	3,5	6,6	1,2
3	195	162	21	42,5	34,5	50,5	9,6	22,5	3,4
4	195	177	21	46,4	38,8	54,0	9,1	19,6	3,2
5	195	188	21	37,8	29,6	45,9	9,8	25,9	3,5
6	195	203	21	43,8	37,9	49,6	7,0	15,9	2,5
7	195	213	21	43,3	33,6	52,9	11,5	26,7	4,1
8	195	228	21	49,3	44,1	54,4	6,1	12,5	2,2
9	195	239	21	47,5	44,9	50,1	3,1	6,6	1,1
10	195	254	21	48,9	39,6	58,1	11,0	22,6	3,9
11	156	147	21	41,9	38,5	45,2	7,5	17,8	1,6
12	162	147	21	44,8	42,5	47,0	4,9	11,0	1,1
13	169	147	21	42,7	39,0	46,4	8,2	19,1	1,8
14	176	147	21	37,2	34,4	40,1	6,3	17,0	1,4
15	183	147	21	40,4	35,3	45,5	11,2	27,7	2,4
16	189	147	21	40,2	36,5	44,0	8,2	20,5	1,8
17	195	147	21	43,9	39,6	48,2	9,4	21,5	2,1
18	205	147	21	61,5	57,2	65,7	9,3	15,2	2,0
19	210	147	21	47,2	43,2	51,3	8,9	18,9	1,9
20	216	147	21	41,1	37,2	45,0	8,7	21,1	1,9
21	221	147	21	37,5	34,1	41,0	7,6	20,3	1,7
Статистики средних значений глубины заделки семян									
M				44,0	39,0	49,0	8,0	18,5	2,2
-95%				41,3	36,0	46,1	6,9	15,9	1,8
+95%				46,8	42,0	51,9	9,0	21,1	2,6
σ				6,1	6,5	6,4	2,3	5,7	0,9
v				13,8	16,8	13,0	29,1	31,1	39,8
Ошибка				1,3	1,4	1,4	0,5	1,3	0,2

С увеличением нормы высева от 156 до 221 кг/га (высеянных всхожих семян от 333 до 471 шт/м²) среднее количество всходов возрастало от 267 до 391 шт/м². Характер зависимости, описываемый уравнением второго порядка, указывает на некоторое снижение полевой всхожести с ростом нормы высева семян. Максимальная

величина количества всходов 394 шт/м² из уравнения соответствует количеству высеянных семян 433 шт/м², или 203 кг/га. При этом имеем максимальную полевую всхожесть 91%. А при минимальной норме высева в опытах 156 кг/га (333 шт/м²) количество всходов составляет 282 шт/м², или полевая всхожесть равна 85%.

Статистики высоты растений пшеницы по вариантам посевов, ООО «ФХ Устинова В.И.», 2008 г.

№ деланки	Норма высева, кг/га	Доза внесения удобрения, кг/га	Статистики высоты растений пшеницы						
			п, шт.	м, мм	-95%, мм	+95%, мм	σ , мм	ν , %	станд. ошибка, мм
1	195	147	21	387,0	351,5	422,5	42,5	11,0	15,0
2	195	0	21	344,4	325,5	363,2	22,6	6,6	8,0
3	195	162	21	354,3	340,8	367,7	16,1	4,5	5,7
4	195	177	21	345,8	331,6	359,9	16,9	4,9	6,0
5	195	188	21	358,3	329,0	387,5	35,0	9,8	12,4
6	195	203	21	350,8	330,7	370,8	23,9	6,8	8,5
7	195	213	21	349,5	332,9	366,1	19,9	5,7	7,0
8	195	228	21	358,9	348,3	369,5	12,7	3,5	4,5
9	195	239	21	456,1	417,8	494,5	45,9	10,1	16,2
10	195	254	21	333,4	297,1	369,7	43,4	13,0	15,4
11	156	147	21	338,6	315,4	361,8	51,0	15,0	11,1
12	162	147	21	344,1	332,8	355,5	25	7,3	5,5
13	169	147	21	357,2	330,5	384,0	58,7	16,4	12,8
14	176	147	21	349,8	327,6	372,1	48,9	14,0	10,7
15	183	147	21	368,3	340,4	396,1	61,2	16,6	13,4
16	189	147	21	383,7	368,1	399,2	34,1	8,9	7,5
17	195	147	21	417,7	390,5	444,9	59,8	14,3	13,1
18	205	147	21	417,8	399,4	436,1	40,3	9,6	8,8
19	210	147	21	381,1	360,6	401,6	45,0	11,8	9,8
20	216	147	21	389,7	369,1	410,2	45,2	11,6	9,9
21	221	147	21	380,4	359,5	401,3	45,9	12,1	10,0
Статистики средних значений высоты растений пшеницы									
М				369,9	347,6	392,1	37,8	10,2	10,1
-95%				355,8	334,4	376,3	31,0	8,4	8,5
+95%				383,9	360,8	407,9	44,7	12,0	11,6
σ				31,0	29,0	34,7	15,1	3,9	3,4
ν				8,4	8,4	8,8	39,8	38,8	34,2
Ошибка				6,8	6,3	7,6	3,3	0,9	0,8

Проведенный анализ данных показывает, что существует значимая связь между величиной продуктивной кустистости растений и их сохранностью к уборке. Уравнение связи имеет вид:

$$P_k = 4,10 - 0,031C_p, R = 0,65, \quad (3)$$

т.е. увеличение сохранности растений на каждые 10% приводило к снижению продуктивной кустистости на 0,31.

Режим влажности почвы. Средние значения влажности почвы по слоям и запасов влаги на опытном поле на момент 19 августа 2008 г. приведены в таблицах 8, 9.

Таблица 6

Статистики количества всходов пшеницы по вариантам посева, ООО «ФХ Устинова В.И.», 2008 г.

№ делянки	Норма высева, кг/га	Доза внесения удобрений, кг/га	Статистики количества всходов						
			n, шт.	m, шт/м ²	-95%, шт/м ²	+95%, шт/м ²	σ, шт/м ²	v, %	станд. ошибка, шт/м ²
1	195	147	21	300,0	255,7	344,3	53	17,7	18,7
2	195	0	21	373,3	334,3	412,4	46,7	12,5	16,5
3	195	162	21	326,7	293,5	359,8	39,7	12,1	14,0
4	195	177	21	345,8	297,4	394,3	57,9	16,8	20,5
5	195	188	21	350,4	309,3	391,5	53,4	15,3	17,8
6	195	203	21	365,0	318,9	411,1	55,2	15,1	19,5
7	195	213	21	348,9	318,9	378,9	39,0	11,2	13,0
8	195	228	21	340,8	314,6	367,0	31,4	9,2	11,1
9	195	239	21	345,0	309,4	380,6	42,6	12,3	15,1
10	195	254	21	360,0	309,2	410,8	60,8	16,9	21,5
11	156	147	21	266,7	245,4	288,0	46,8	17,6	10,2
12	162	147	21	282,9	262,5	303,2	44,8	15,8	9,8
13	169	147	21	302,9	279,7	326,0	50,9	16,8	11,1
14	176	147	21	341,0	323,4	358,6	38,7	11,3	8,4
15	183	147	21	365,1	343,3	386,8	47,8	13,1	10,4
16	189	147	21	347,0	327,6	366,4	42,7	12,3	9,3
17	195	147	21	361,3	338,7	383,9	49,6	13,7	10,8
18	205	147	21	356,5	335,4	377,6	46,4	13,0	10,1
19	210	147	21	391,7	366,5	417,0	55,5	14,2	12,1
20	216	147	21	384,4	359,9	409,0	53,9	14,0	11,8
21	221	147	21	390,5	364,4	416,6	57,4	14,7	12,5

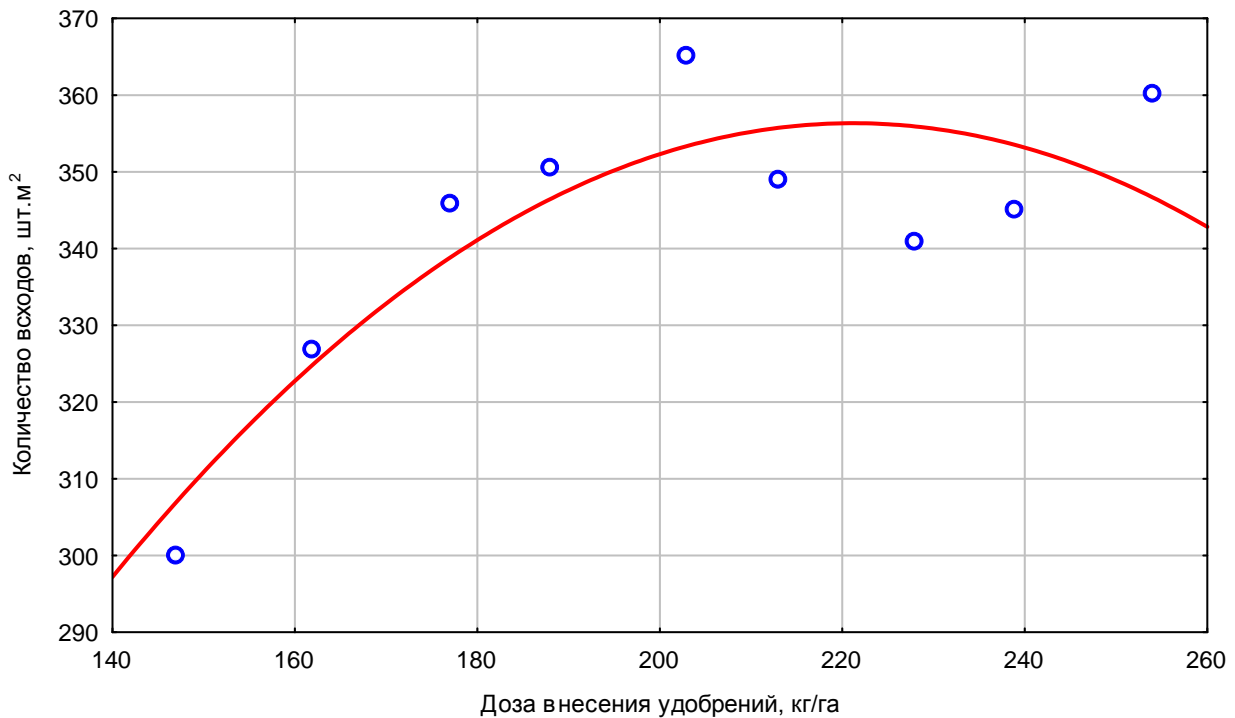


Рис. 3. Зависимость количества всходов яровой мягкой пшеницы от дозы внесения удобрений, ООО «ФХ Устинова В.И.», 2008 г.

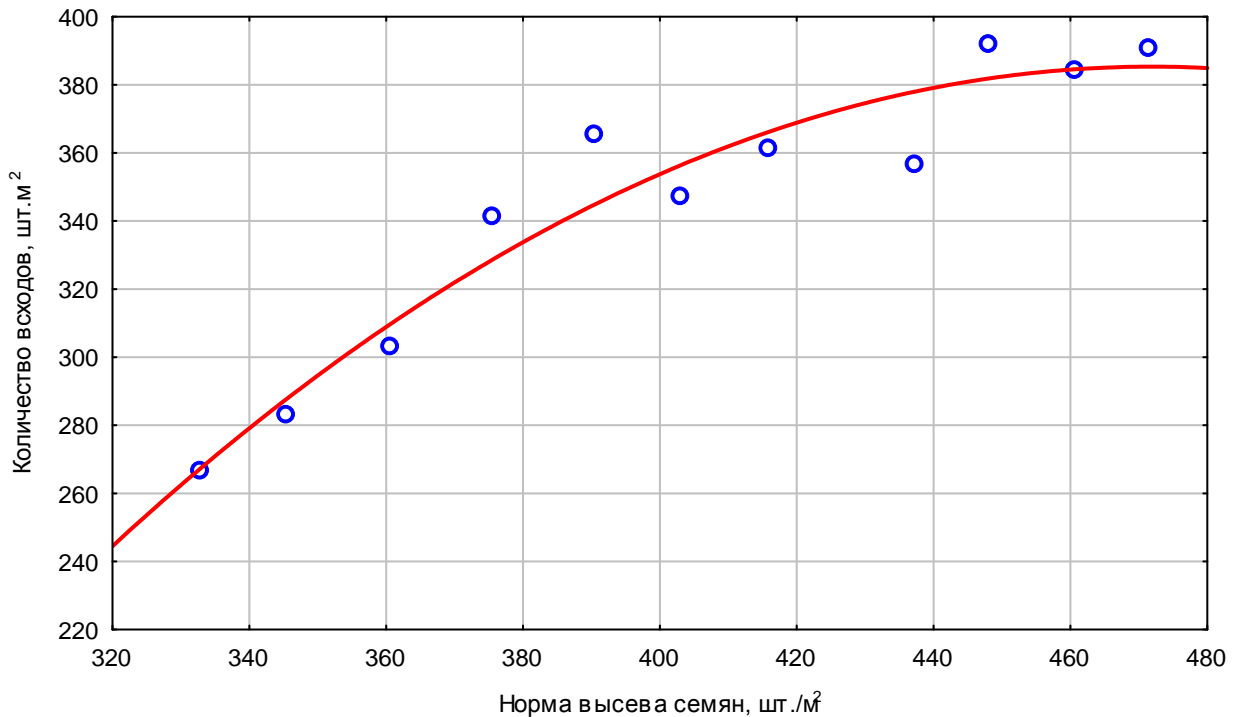


Рис. 4. Зависимость количества всходов от нормы высева семян яровой мягкой пшеницы, ООО «ФХ Устинова В.И.», 2008 г.

Показатели развития растений за вегетацию. В таблице 7 приведены средние значения показателей результатов развития растений. Нами было обнаружено, что за первый период наблюдений (8 мая – 15 июня) средние запасы влаги в метровом слое почвы на опытном поле снизились на 50,9 мм (с 322,3 до 271,4 мм), или в среднем 1,34 мм/день. За весь период наблюдений (8 мая – 19 августа) максимальный расход влаги из почвы получен по 3-му варианту – 198,3 мм, а минимальный – по варианту 20 – 159,9 мм. В целом, за период наблюдений (8 мая – 19 августа) расход влаги из почвы снижался с увеличением количества всходов. Уравнение связи имеет вид:

$$W_0 = 237,7 - 0,17 K_{всх.}, R = 0,59, \quad (4)$$

т.е. увеличение количества всходов в среднем на каждые 10 шт/м² приводило к уменьшению расхода влаги из почвы на 1,7 мм.

Структура урожая и урожайность пшеницы.

Показатели структуры урожая пшеницы по вариантам посева приведены в таблице 10.

В результате анализа данных выявлены следующие значимые связи:

$$Mз/к = 0,77 M1к, \quad R=0,96; \quad (5)$$

$$Mз/к = 0,0443Kз/к, \quad R=0,94; \quad (6)$$

$$Уб = 0,25 Бс, \quad R=0,68; \quad (7)$$

$$Бс = 0,42 Kст, \quad R=0,69; \quad (8)$$

$$Уб = 10,0 + 0,083 Kст, \quad R=0,72, \quad (9)$$

где Бс – общая биомасса растений, ц/га;
 Кст – количество продуктивных стеблей, шт/м²;
 Уб – биологическая урожайность пшеницы, ц/га;
 М1к – масса 1 колоса, г;
 Мз/к – масса зерна в колосе, г;
 Кз/к – количество зерен в колосе, шт.

Средняя масса зерна в колосе была пропорциональна количеству зерен в колосе. Величины общей биомассы растений, количества продуктивных стеблей и биологической урожайности пшеницы также значимо связаны между собой. При этом по вариантам 1-10 установлена следующая связь биологического урожая пшеницы и дозы внесения удобрений:

$$Уб = 17,3 + 0,20Kуд - 0,33*10^{-3}Kуд^2, R=0,53, \quad (10)$$

т.е. с увеличением дозы внесения удобрения интенсивность прироста урожая пшеницы снижалась. В исследуемом диапазоне доз внесения удобрений (0-254 кг/га) экстремума по урожаю не выявлено, хотя наблюдается четко выраженный положительный тренд (рис. 5). Полученные ре-

зультаты свидетельствуют о высокой культуре производства зерна яровой мягкой пшеницы в ООО «ФХ Устинова В.И.».

Анализ зависимости урожайности пшеницы от нормы высева в исследуемых границах показал некоторое снижение данного показателя с ростом высеянных семян (рис. 6).

Таблица 7

Количество высеянных семян, всходов, растений к уборке и продуктивных стеблей пшеницы по вариантам посева, а также полевая всхожесть, сохранность растений и продуктивная кустистость посевов яровой мягкой пшеницы, ООО «ФХ Устинова В.И.», 2008 г.

№ делянки	Норма высева, кг/га	Доза внесения удобрения, кг/га	Количество высеянных семян, шт/м ²	Количество всходов, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений, сохранившихся к уборке, шт/м ²	Сохранность растений, %	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Продуктивная кустистость
1	195	147	416	300	72,1	144	48,0	414	2,88
2	195	0	416	373	89,7	163	43,7	385	2,36
3	195	162	416	327	78,5	177	54,2	432	2,44
4	195	177	416	346	83,1	212	61,3	446	2,10
5	195	188	416	350	84,2	183	52,2	361	1,97
6	195	203	416	365	87,7	155	42,5	478	3,08
7	195	213	416	349	83,9	152	43,6	430	2,83
8	195	228	416	341	81,9	220	64,6	489	2,22
9	195	239	416	345	82,9	167	48,4	451	2,70
10	195	254	416	360	86,5	169	46,9	441	2,61
11	156	147	333	267	80,1	126	47,2	403	3,20
12	162	147	346	283	81,9	172	60,8	494	2,87
13	169	147	361	303	84,0	184	60,7	388	2,11
14	176	147	375	341	90,8	181	53,1	444	2,45
15	183	147	390	365	93,5	178	48,8	374	2,10
16	189	147	403	347	86,1	120	34,6	429	3,58
17	195	147	416	361	86,9	114	31,6	354	3,11
18	205	147	437	357	81,5	216	60,6	487	2,25
19	210	147	448	392	87,4	167	42,6	417	2,50
20	216	147	461	384	83,4	194	50,5	419	2,16
21	221	147	471	391	82,8	154	39,4	409	2,66
Средние значения по вариантам опытов									
1-10	195	181	416	346	83,1	174	50,5	433	2,52
11-21	189	147	404	345	85,3	164	48,2	420	2,64

Таблица 8

Средние значения влажности почвы (мм) по вариантам посевов, ООО «ФХ Устинова В.И.», 2008 г.

№ деланки	Слой почвы, см									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
1	14,7	13,4	14,5	13,7	13,1	14,5	13,2	13,7	13,6	13,6
2	19,2	14,5	12,7	12,5	12,1	13,3	13,1	13,4	14,1	13,3
3	13,4	12,2	11,8	11,2	12,3	11,9	11,0	12,8	14,2	13,2
4	16,2	14,1	11,2	13,7	13,9	14,4	15,3	14,1	14,4	12,5
5	18,4	15,9	15,3	14,6	13,8	12,7	13,5	15,3	14,5	15,1
6	14,6	15,5	14,9	14,5	13,1	13,4	14,2	14,8	14,2	15,4
7	18,1	16,0	14,4	14,9	15,0	13,9	13,8	14,9	14,8	14,8
8	15,4	13,0	10,8	12,8	12,0	12,7	12,5	13,3	13,6	13,9
9	12,8	15,3	13,9	14,0	12,6	11,2	14,2	15,3	11,9	14,9
10	14,5	15,6	17,2	15,3	14,3	14,1	13,3	14,0	13,9	15,3
11	16,4	12,6	10,8	11,5	11,9	13,5	13,5	10,3	13,9	12,5
12	15,4	14,4	15,0	12,9	13,0	11,9	13,5	13,8	13,7	14,7
13	16,3	13,2	12,0	13,6	13,3	13,9	14,0	13,6	13,7	12,4
14	16,4	20,6	15,0	12,7	13,9	14,1	14,0	10,5	14,1	14,9
15	16,7	15,5	13,7	15,8	17,5	16,0	14,7	14,5	15,0	16,0
16	15,5	15,8	11,4	14,6	13,6	14,7	14,7	14,6	15,3	14,9
17	18,0	19,1	15,1	13,2	15,3	11,8	14,1	12,1	14,9	15,1
18	15,1	12,5	13,6	14,5	10,9	15,5	14,3	14,6	14,9	14,0
19	16,0	14,8	14,7	14,8	12,9	12,6	11,5	12,6	14,0	13,6
20	18,3	17,5	15,6	14,6	15,4	16,1	16,6	16,4	15,2	16,7
21	18,5	12,0	12,9	12,9	15,7	15,6	15,7	16,2	16,7	16,0

Таблица 9

Средние значения запасов влаги в почве (мм) по вариантам посевов, ООО «ФХ Устинова В.И.», 2008 г.

№ деланки	Слой почвы, см									
	0-10	0-20	0-30	0-40	0-50	0-60	0-70	0-80	0-90	0-100
1	14,7	28,1	42,6	56,3	69,4	83,9	97,1	110,8	124,4	138,0
2	19,2	33,7	46,4	58,9	71,0	84,3	97,4	110,8	124,9	138,2
3	13,4	25,6	37,4	48,6	60,9	72,8	83,8	96,6	110,8	124,0
4	16,2	30,3	41,5	55,2	69,1	83,5	98,8	112,9	127,3	139,8
5	18,4	34,3	49,6	64,2	78,0	90,7	104,2	119,5	134,0	149,1
6	14,6	30,1	45,0	59,5	72,6	86,0	100,2	115,0	129,2	144,6
7	18,1	34,1	48,5	63,4	78,4	92,3	106,1	121,0	135,8	150,6
8	15,4	28,4	39,2	52,0	64,0	76,7	89,2	102,5	116,1	130,0
9	12,8	28,1	42,0	56,0	68,6	79,8	94,0	109,3	121,2	136,1
10	14,5	30,1	47,3	62,6	76,9	91,0	104,3	118,3	132,2	147,5
11	16,4	29,0	39,8	51,3	63,2	76,7	90,2	100,5	114,4	126,9
12	15,4	29,8	44,8	57,7	70,7	82,6	96,1	109,9	123,6	138,3
13	16,3	29,5	41,5	55,1	68,4	82,3	96,3	109,9	123,6	136,0
14	16,4	37,0	52,0	64,7	78,6	92,7	106,7	117,2	131,3	146,2
15	16,7	32,2	45,9	61,7	79,2	95,2	109,9	124,4	139,4	155,4
16	15,5	31,3	42,7	57,3	70,9	85,6	100,3	114,9	130,2	145,1
17	18,0	37,1	52,2	65,4	80,7	92,5	106,6	118,7	133,6	148,7
18	15,1	27,6	41,2	55,7	66,6	82,1	96,4	111,0	125,9	139,9
19	16,0	30,8	45,5	60,3	73,2	85,8	97,3	109,9	123,9	137,5
20	18,3	35,8	51,4	66,0	81,4	97,5	114,1	130,5	145,7	162,4
21	18,5	30,5	43,4	56,3	72,0	87,6	103,3	119,5	136,2	152,2

Таблица 10

Структура урожая яровой мягкой пшеницы по вариантам посева, ООО «ФХ Устинова В.И.», 2008 г.

№ делянки	Норма высева, кг/га	Доза внесения удобрения, кг/га	Общая биомасса растений, ц/га	Биологическая урожайность пшеницы, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Высота растения, см	Масса колоса, г	Масса зерна в колосе, г	Количество зерен в колосе, шт.
1	195	147	173,7	43,1	42,4	114	1,47	1,11	26,0
2	195	0	158,7	43,5	47,8	110	1,44	1,01	23,6
3	195	162	165,1	40,2	41,9	122	2,31	1,82	43,4
4	195	177	158,0	41,3	39,4	121	1,77	1,33	33,8
5	195	188	145,5	39,3	43,9	113	1,76	1,36	30,6
6	195	203	232,5	53,0	42,7	118	1,87	1,32	30,2
7	195	213	182,6	42,6	41,2	118	2,04	1,40	29,0
8	195	228	207,1	53,0	41,7	126	2,22	1,71	40,6
9	195	239	201,8	44,8	45,4	122	1,86	1,24	28,8
10	195	254	183,4	47,2	43,8	124	1,77	1,22	28,6
11	156	147	193,9	46,8	42,0	113	1,75	1,21	29,8
12	162	147	190,0	49,7	42,4	128	1,92	1,35	30,4
13	169	147	137,7	40,6	42,2	123	1,73	1,18	25,6
14	176	147	214,6	52,9	44,4	118	1,57	1,13	25,4
15	183	147	150,6	40,9	41,3	111	1,58	1,23	27,6
16	189	147	170,7	48,1	40,7	117	2,39	1,86	37,2
17	195	147	177,3	41,2	41,7	116	2,27	1,76	37,4
18	205	147	194,3	50,0	41,0	128	2,02	1,31	27,0
19	210	147	178,0	45,6	40,6	123	1,78	0,97	22,2
20	216	147	173,0	49,7	43,9	117	1,98	1,53	32,6
21	221	147	158,5	39,4	41,9	122	1,50	1,00	23,0
Средние значения по вариантам опытов									
1-10	195	181	180,8	44,8	43,0	119	1,85	1,35	31,5
11-21	189	147	176,2	45,9	42,0	120	1,86	1,32	28,9

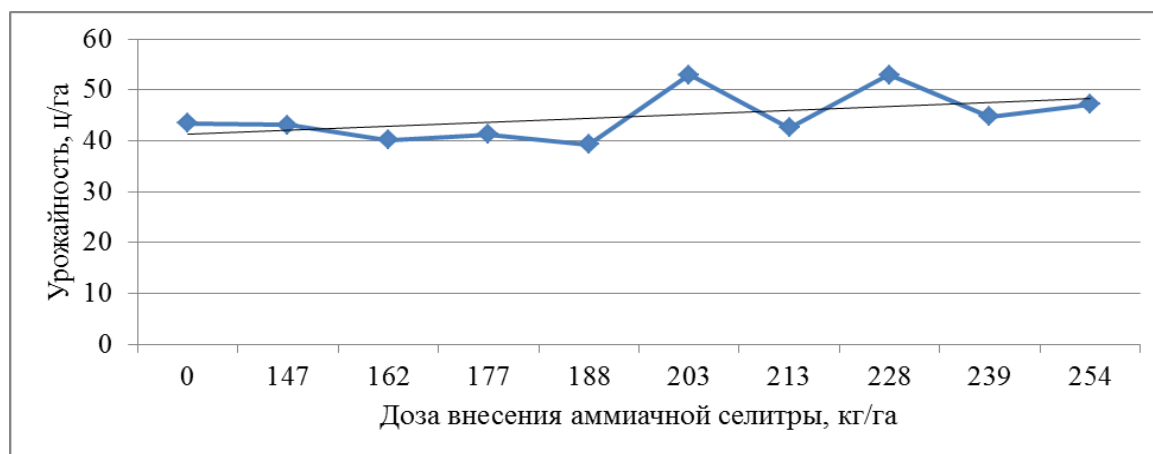


Рис. 5. Зависимость урожайности яровой мягкой пшеницы от дозы внесения аммиачной селитры, ООО «ФХ Устинова В.И.», 2008 г.

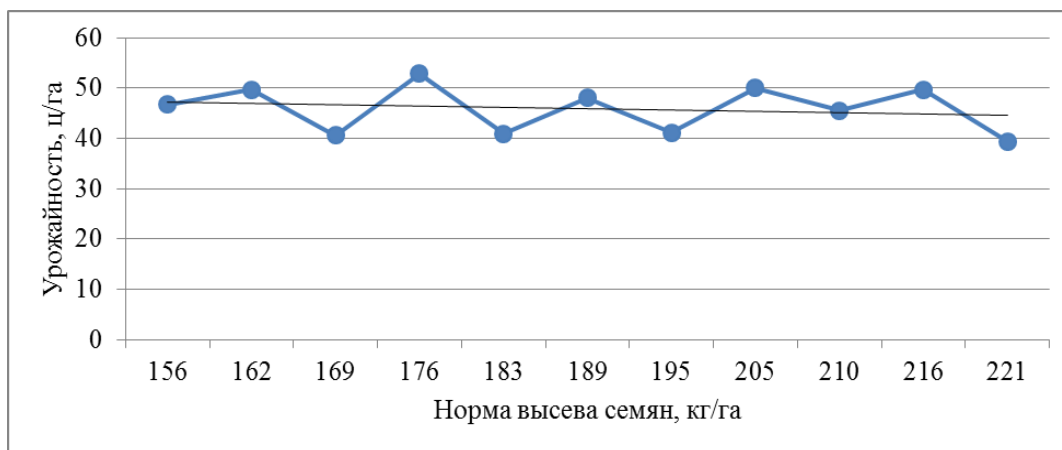


Рис. 6. Зависимость урожайности яровой мягкой пшеницы от нормы высева семян, ООО «ФХ Устинова В.И.», 2008 г.

Выводы

1. Посевной комплекс JD-730 обеспечил качественную заделку семян пшеницы по глубине: при средней величине 44,0 мм стандартное отклонение составило 8,0 мм, коэффициент вариации – 18,5%.

2. Средняя высота растений по делянкам была более равномерной: стандартное отклонение 37,8 мм, коэффициент вариации – 10,2%.

3. Характер зависимости полевой всхожести пшеницы от нормы высева описывается уравнением второго порядка. Максимальная полевая всхожесть (91%) получена при норме высева 203 кг/га (333 шт/м²), а минимальная (85%) – при норме высева 156 кг/га (285 шт/м²).

4. Зависимость полевой всхожести от дозы внесения удобрений также выражается уравнением 2-го порядка: максимальная величина (87%) получена при дозе 222 кг/га.

5. Установлена значимая связь между сохранностью растений к уборке и продуктивной кустистостью: увеличение сохранности растений на каждые 10% приводило к снижению кустистости на 0,31.

6. В целом за весь период наблюдений (8 мая – 19 августа) расход влаги из почвы снижался с увеличением количества всходов, т.е. увеличение количества всходов в среднем на каждые 10 шт/м² приводило к уменьшению расхода влаги из почвы на 1,7 мм.

7. В условиях года средняя масса зерна в колосе была пропорциональна количеству зерен в

колосе. Величины общей биомассы растений, количества продуктивных стеблей и биологической урожайности пшеницы также значимо связаны между собой линейно.

8. Увеличение дозы внесения удобрений (варианты 1-10) приводило к увеличению урожая, но в исследуемом диапазоне доз внесения удобрений (0-254 кг/га) экстремума по урожаю не выявлено.

9. Значимой зависимости урожайности от нормы высева семян в исследуемых границах (варианты 11-21) также не выявлено.

Библиографический список

1. Беляев В.И., Вольнов В.В. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Алтайском крае. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – 205 с.

2. Беляев В.И., Федякина О.С., Беляев Д.В., Бейфорт П.Я. Оценка эффективности посева яровой пшеницы с различной нормой высева по технологии No-Till в условиях Южной лесостепи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 10. – С. 87-91.

3. Беляев В.И. Ресурсосберегающие технологии – основа высоких урожаев и качества зерна // Ресурсосберегающее земледелие. – 2011. – № 5 (9). – С. 7-9.

4. Беляев В.И., Соколова Л.В. Урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от сорта и дозы внесения удобрений // Вестник Алтайского

государственного аграрного университета. – 2012. – № 12 (98) – С. 21-24.

5. Беляев В.И., Майнель Т. Сравнительная оценка технологий возделывания яровой пшеницы в условиях Восточной зоны Алтайского края (статья) // Диверсификация культур и нулевые технологии в засушливых регионах: матер. Междунар. конф. – Астана-Шортанды, 2013. – С. 22-27.

6. Belyaev, V.I., Rudev, N.V., Maynel, T., Kozhanov S.A., Sokolova L. V., Matsyura, A.V. (2017). Effect of sowing aggregates for direct sowing, sowing seeding rates and doses of mineral fertilizers on spring wheat yield in the dry steppe of Altai Krai. *Ukrainian Journal of Ecology*. 7 (4), 145-150.

7. Беляев В.И., Майнель Т., Тиссен Р., Рудев Н.В., Кожанов Н.А., Соколова Л.В. Влияние глубины осенней обработки почвы и дозы внесения минеральных удобрений на водный режим почвы и урожайность подсолнечника при возделывании по технологии «Strip-Till» в условиях засушливой степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 6 (152). – С. 25-32.

8. Беляев В.И., Майнель Т., Грюнвальд Л., Соколова Л.В., Кузнецов А.В., Мацюра А.В. Влияние технологии возделывания яровой мягкой пшеницы, гороха и рапса на водный режим почвы и урожайность // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2018. – № 8 (1). – С. 873-879.

9. Розанов А.М. Основные принципы почвенно-географического районирования Алтайского края // Почвы Алтайского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 212-242.

10. Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственных угодий Алтайского края (1965-2010 годы). – ФГУ Центр агрохимической службы «Алтайский». – Барнаул, 2012. – 30 с. – Режим доступа: <http://agrohim22.ru/index.php/published/91-----1965-2010-> (дата обращения 26.11.2018 г.).

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.

References

1. Belyaev V.I., Volnov V.V. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdeleyvaniya zernovykh kultur v Altayskom krae. – Barnaul: Izd-vo AGAU. – 2010. – 205 s.

2. Belyaev V.I., Fedyakina O.S., Belyaev D.V., Beyfort P.Ya. Otsenka effektivnosti poseva yarovoy pshenitsy s razlichnoy normoy vyseva po tekhnologii No-Till v usloviyakh Yuzhnoy lesostepi Altayskogo kraya // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2010. – No. 10. – S. 87-91.

3. Belyaev V.I. Resursosberegayushchie tekhnologii – osnova vysokikh urozhaev i kachestva zerna // *Resursosberegayushchee zemledelie*. – 2011. – No. 5 (9). – S. 7-9.

4. Belyaev V.I., Sokolova L.V. Urozhaynost yarovoy myagkoy pshenitsy v zavisimosti ot sorta i dozy vneseniya udobreniy // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2012. – No. 12 (98). – S. 21-24.

5. Belyaev V.I., Maynel T. Sravnitel'naya otsenka tekhnologiy vozdeleyvaniya yarovoy pshenitsy v usloviyakh Vostochnoy zony Altayskogo kraya // *Mat. Mezhdunar. konf. Diversifikatsiya kultur i nulevye tekhnologii v zasushlivykh regionakh*. – Aстана-Shortandy, 2013. – S. 22-27.

6. Belyaev, V.I., Rudev, N.V., Maynel, T., Kozhanov S.A., Sokolova L. V., Matsyura, A.V. (2017). Effect of sowing aggregates for direct sowing, sowing seeding rates and doses of mineral fertilizers on spring wheat yield in the dry steppe of Altai Krai. *Ukrainian Journal of Ecology*. 7 (4), 145-150.

7. Belyaev V.I., Maynel T., Tissen R., Rudev N.V., Kozhanov N.A., Sokolova L.V. Vliyanie glubiny osenney obrabotki pochvy i dozy vneseniya mineralnykh udobreniy na vodnyy rezhim pochvy i urozhaynost podsolnechnika pri vozdeleyvanii po tekhnologii «Strip-Till» v usloviyakh zasushlivoy stepi Altayskogo kraya // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2017. – No. 6 (152). – S. 25-32.

8. Belyaev V.I., Maynel T., L. Gryunvald, Sokolova L.V., Kuznetsov A.V., Matsyura A.V. Vliyanie tekhnologii vozdeleyvaniya yarovoy myagkoy pshe-nitsy, gorokha i rapsa na vodnyy rezhim pochvy i

urozhaynost // Ukrainian Journal of Ecology. – 2018. – No. 8 (1). – S. 873-879.

9. Rozanov A.M. Osnovnye printsipy pochvenno-geograficheskogo rayonirovaniya Altayskogo kraya // Pochvy Altayskogo kraya. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1959. – S. 212-242.

10. Monitoring plodorodiya pochv zemel selskokhozyaystvennykh ugodiy Altayskogo kraya

(1965-2010 gody). – FGU Tsentr agrokhimicheskoy sluzhby «Altayskiy». – Barnaul, 2012. – 30 s. [Elektronnyy resurs]: <http://agrohimp22.ru/index.php/published/91-----1965-2010-> (data obrashcheniya 26.11.2018).

11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). – M.: Kolos, 1979. – 416 s.



УДК 546.28:633.1:631.55 (571.150)

И.А. Косачев, В.Н. Чернышков
I.A. Kosachev, V.N. Chernyshkov

ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА «НАНОКРЕМНИЙ» НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE INFLUENCE OF SILICON-CONTAINING PRODUCT NANOKREMNIY ON AGRICULTURAL CROP GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY UNDER THE CONDITIONS OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: элементы питания, NanoКремний, яровая пшеница, гречиха, почвенное плодородие, продуктивная кустистость, урожайность.

Применение кремниевых удобрений может стать одним из наиболее актуальных резервов повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Кремний оказывает существенное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных растений, повышает их урожайность, улучшает качество продукции, повышает иммунитет к воздействию факторов внешней среды. Целью исследований – оценить влияние кремнийсодержащего препарата «НаноКремний» на рост, развитие и продуктивность яровой пшеницы и гречихи в условиях Алтайского края. Исследования проводили в ИП КФХ «Иванов А.Н.» в Косихинском районе и в ИП КФХ «Труфанов А.А.» в Усть-Пристанском районе Алтайского края. Закладку опытов, исследования и анализ результатов проводили в соответствии с общепринятыми методиками проведения научных исследований. В результате исследований, проведенных в 2017 г., установлено положительное влияние кремнийсодержащего препарата «НаноКремний» на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур как при однократном, так и при двукратном применении. В результате применения препарата отмечается усиление роста надземной части растений, у зерновых культур повышается биологическая продуктивность (за счет увеличения длины колоса, массы семян). При применении кремнийсодержащих препаратов биологическая урожайность растений увеличивается: по яровой пшенице – от 3,55 до 4,00 ц/га, по гречи-

хе – от 1,05 до 5,59 ц/га, также у зерновых культур повышается содержание сырой клейковины.

Keywords: nutrients, NanoKremniy, spring wheat, buckwheat, soil fertility, productive tilling capacity, crop yielding capacity.

The application of silicious fertilizers may become one of the most important reserves to improve the efficiency of agricultural production. Silicon exerts a significant effect on the growth and development of agricultural crops, increases their yield, improves product quality and increases the immunity to environmental factors. The research goal was to evaluate the effect of the silicon-containing product NanoKremniy on the growth, development and productivity of spring wheat and buckwheat in the Altai Region. The field trials were carried out on the farms of the IP KFKh "Ivanov A.N." (Kosikhinskiy District) and IP "Trufanov A.A." (Ust-Pristanskiy District) of the Altai Region. The experiments and the analysis of the results were carried out in accordance with generally accepted research methodology. The research conducted in 2017 revealed a positive effect of the silicon-containing product NanoKremniy on the growth, development and productivity of crops both at single and double application. The applied product also promoted the growth of the above-ground plant part and the increase of grain crop productivity (due to the increase of ear length and seed weight). The application of silicon-containing products increases the biological yield of plants: that of spring wheat – from 0.355 to 0.40 t ha and buckwheat – from 0.105 to 0.559 t ha; cereal crops also increase crude gluten content in grain.