

## ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

**А.А. ПАШКОВСКАЯ**, E-mail: saha641970@yandex.ru

**А.А. ПАШКОВСКИЙ**, аспирант, E-mail: agrohim32rad@mail.ru

**Л.А. ЗВЕРЕВА**, кандидат экономических наук, E-mail: L.Zvereva@yandex.ru

**Е.В. БАЙДАКОВА**, кандидат технических наук, E-mail: elena\_baydakova@mail.ru

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

***Аннотация.** Представлены результаты исследований влияния повышенных доз органических и минеральных удобрений на урожай озимой пшеницы и ячменя. Почва опытного участка дерново-подзолистая и средне-оподзоленная супесчаная. Предшественник – люпино-овсяная смесь на зеленый корм. Под озимую пшеницу навоз, известь и фосфорно-калийные удобрения вносились под основную вспашку, азотные удобрения весной в подкормку, в фазе выхода в трубку, с осени в предпосевную культивацию и в фазе колошения. Под ячмень, навоз, известь и фосфорно-калийные удобрения вносились с осени под зяблевую вспашку. Данные опытов показывают, что применение удобрений не влияет на полевую всхожесть озимой пшеницы и ячменя, но значительно увеличивает количество продуктивных стеблей и коэффициент продуктивной кустистости растений. По озимой пшенице и ячменю с уменьшением нормы высева увеличилось количество зерен и более высокий вес 1000 зерен получен при разреженном посеве. Установлено, что действие норм высева на урожайность в разные по климатическим условиям годы проявляется по-разному.*

*Наиболее эффективными дозами минеральных удобрений на фоне навоза и известкования под озимую пшеницу и ячмень являются НРК по 60-90 кг/га действующего вещества. Дальнейшее их увеличение не дает прибавки урожая ввиду сильного полегания растений в период налива зерна, что ведет к резкому падению их продуктивности [1, 2].*

*На супесчаных почвах, содержащих 15-20 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O на 100 г почвы, лучшей дозой минеральных удобрений под озимую пшеницу является N<sub>90</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>, т.е., доза азота не выше 90 кг/га. На дерново-подзолистых супесчаных почвах, содержащих 7-10 мг на 100 г почвы питательных веществ, озимая пшеница может обеспечить урожай зерна 40 ц/га при внесении минеральных удобрений в дозах 90 кг действующего вещества на гектар по фону 40 т/га – навоза и известкования. Ячмень по фону 30 т/га навоза и известкования положительно реагирует на внесение минеральных удобрений в дозах 60-90 кг/га действующего вещества. Дальнейшее увеличение дозы удобрений отрицательно сказывается на урожае ввиду сильного полегания растений.*

**Ключевые слова:** дерново-подзолистая почва, минеральные удобрения, навоз, известь, озимая пшеница, ячмень, прибавка урожайности, белковость зерна.

**Для цитирования:** Пашковская А.А., Пашковский А.А., Зверева Л.А., Байдакова Е.В. Влияние повышенных доз удобрений на урожай зерновых культур. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 3(51): 88-93. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-3-88-93

## THE EFFECT OF INCREASED DOSES OF FERTILIZERS ON HARVEST OF GRAIN CROPS

A.A. Pashkovskaya, A.A. Pashkovsky, L.A. Zvereva, E.V. Baydakova

BRYANSK STATE UNIVERSITY, Bryansk region, Kokino, Russia

**Abstract:** The results of studies of the effect of increased doses of organic and mineral

*fertilizers on the yield of winter wheat and barley are presented. The soil of the experimental site is sod-podzolic and medium-podzolic sandy loam. The predecessor is a lupine-oatmeal mixture for green food. For winter wheat, manure, lime and phosphorus-potassium fertilizers were applied for the main plowing, nitrogen fertilizers in the spring for top dressing, in the tube phase, from autumn to pre-sowing cultivation and in the earing phase. Since autumn, barley, manure, lime and phosphorus-potassium fertilizers have been applied for winter plowing. Experimental data show that the use of fertilizers does not affect the field germination of winter wheat and barley, but significantly increases the number of productive stems and the coefficient of productive bushiness of plants. For winter wheat and barley, with a decrease in the seeding rate, the number of grains increased and a higher weight of 1000 grains was obtained with sparse sowing. It has been established that the effect of seeding rates on productivity.*

*The most effective doses of mineral fertilizers against the background of manure and lime for winter wheat and barley are NPK of 60-90 kg /ha of active substance. Their further increase does not give an increase in yield due to the strong lodging of plants during the grain filling period, which leads to a sharp drop in their productivity [1, 2].*

*On sandy loam soils containing 15-20 mg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O per 100 g of soil, the best dose of mineral fertilizers for winter wheat is N<sub>90</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>, i.e., the dose of nitrogen is not higher than 90 kg/ha. On sod-podzolic sandy loam soils containing 8-10 mg per 100 g of soil nutrients, winter wheat can provide a grain yield of 40 c/ha when applying mineral fertilizers in doses of 90 kg of active substance per hectare on a background of 40 t/ha - manure and liming. Barley with a background of 30t/ha of manure and liming reacts positively to the application of mineral fertilizers in doses of 60-90 kg/ha of the active substance. Further increase of fertilizer dosage negatively affects the yield due to strong lodging of plants.*

**Keywords:** sod-podzolic soil, mineral fertilizers, manure, lime, winter wheat, barley, yield increase, grain protein content.

**Введение.** Минеральные удобрения являются мощным фактором роста урожайности сельскохозяйственных культур и повышения плодородия почв. Применение минеральных удобрений обеспечивает максимальную продуктивность при рациональном расходовании элементов питания [1]. Исследования ставили целью получить данные о действии повышенных доз минеральных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы и ячменя при посеве их обычной пониженной на 50 процентов нормой высева. Опыты проведены с озимой пшеницей сорта Мироновская и ячменем Московский 86. По данным многих исследователей, возделываемые в настоящее время сорта озимой пшеницы интенсивного типа отличаются повышенными требованиями к условиям минерального питания, и только при их удовлетворении могут формировать высокие урожаи [1].

#### **Материалы и методы исследований**

Почва опытного участка дерново-подзолистая, средне- оподзоленная, развивающаяся на маломощной супеси, подстилаемой песком и с глубины 1 м моренным суглинком.

Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН в КС1 – 5,4, Н – 2,2 и s – 2,55 м-экв на 100 г почвы, V – 53,6%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – 7 – 10 мг на 100 г почвы, гумуса 1,2%. Предшественник – люпино-овсяная смесь на зеленый корм.

Опыт с озимой пшеницей поставлен на фоне известкования по г.к. и 40 т/га навоза, с ячменем – известкования и 30 т/га навоза.

Под озимую пшеницу навоз, известь и фосфорно-калийные удобрения вносились под основную вспашку, азотные удобрения в зависимости от варианта по 60 кг весной в подкормку, 30-60 кг в фазе выхода в трубку, и при дозе N<sub>180</sub> по 30 кг его внесено с осени в предпосевную культивацию и в фазе колошения; под ячмень, навоз, известь и фосфорно-калийные удобрения вносились с осени под зяблевую вспашку, азотные – 60 кг до посева, в последующих вариантах – в подкормку в фазе выхода в трубку и при дозе N<sub>180</sub> – 30 кг в подкормку в фазе колошения. Норма высева семян озимой пшеницы – 6 и 3, а ячменя-5 и 2,5 млн. всхожих семян на гектар.

Данные учета полевой всхожести и продуктивности растений (табл. 1 и 2) показывают, что применение удобрений не влияет на полевую всхожесть озимой пшеницы и ячменя, но значительно увеличивает количество продуктивных стеблей и коэффициент продуктивной кустистости растений. Наиболее высокие вес 1000 зерен и натура зерна озимой пшеницы и ячменя получены с внесением навоза и извести. При дозах минеральных удобрений свыше 90 кг действующего вещества на гектар эти показатели снижались из-за сильного полегания растений.

Таблица 1

**Продуктивность растений озимой пшеницы (в среднем за 3 года)**

Вариант	Полевая всхожесть, %		Количество продуктивных стеблей к уборке, шт/м <sup>2</sup>		Продуктивная кустистость, шт		Вес 1000 зерен, г		Натура зерна, г		Количество зерен в колосе, шт.	
	3,0	6,0	Норма высева									
			3,0	6,0	3,0	6,0	3,0	6,0	3,0	6,0	3,0	6,0
Без удобрений (контроль)	96,0	82,1	268	455	1,3	1,2	39,2	37,2	757	766	19	16
Навоз 40т/га + известь по г.к. - фон	86,5	85,8	355	476	1,8	1,3	40,3	39,8	764	776	22	17
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	88,6	82,6	396	508	1,9	1,4	37,0	37,1	746	751	22	18
Фон + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	90,5	83,0	464	527	2,0	1,5	36,3	36,0	734	734	24	18
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	90,4	81,8	465	553	1,9	1,4	34,8	34,6	715	709	23	18
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>240</sub>	93,4	86,1	530	444	2,0	1,3	34,7	37,6	710	708	21	16
В среднем по опыту	90,9	83,5	412	494	1,8	1,3	37,0	37,0	738	741	22	17

С повышением нормы высева семян несколько снижается процент полевой всхожести. Количество продуктивных стеблей ко времени уборки на 1 кв. метре, несмотря на разные нормы высева, почти одинаково благодаря увеличению степени продуктивной кустистости. Показатель натуры зерна в зависимости от нормы высева не изменился. В разреженных посевах число зерна и вес 1000 зерен были больше, чем в загущенных. По озимой пшенице и ячменю с уменьшением нормы высева увеличилось количество зерен, более высокий вес 1000 зерен получен при разреженном посеве.

Данные по урожайности (табл. 3 и 4) показывают, что озимая пшеница Мироновская и ячмень Московский 86 положительно реагирует на внесение органических и минеральных удобрений. Наиболее эффективными дозами минеральных удобрений на фоне навоза и известкования под озимую пшеницу и ячмень являются NPK по 60-90 кг/га действующего вещества. Дальнейшее их увеличение не дает прибавки урожая ввиду сильного полегания растений в период налива зерна, что ведет к резкому падению их продуктивности [1, 2].

На супесчаных почвах, содержащих 15-20 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O на 100 г почвы, лучшей дозой минеральных удобрений под озимую пшеницу является N<sub>90</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>, т.е., доза азота не выше 90 кг/га.

Таблица 2

**Продуктивность растений ячменя сорта Московский 86**

Вариант	Полевая всхожесть, %		Количество продуктивных стеблей к уборке, шт/м <sup>2</sup>		Продуктивная кустистость, шт		Вес 1000 зерен, г		Натура зерна, г		Количество зерен в колосе, шт	
	2,5	5,0	Норма высева									
			2,5	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0
Без удобрений (контроль)	90,5	72,0	482	492	2,0	1,4	47,2	40,9	635	644	16	15
Навоз 30т/га + известь по г.к. - фон	89,6	78,4	481	556	2,1	1,5	44,1	42,0	622	655	17	17
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	84,4	72,0	616	694	3,1	2,2	40,9	38,5	647	644	17	17
Фон + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	83,2	74,5	648	672	3,4	2,2	39,1	36,4	634	633	16	16
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	81,3	79,6	738	776	3,8	2,5	38,1	36,0	622	623	17	17
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>240</sub>	90,6	73,6	857	850	4,0	2,4	37,4	35,3	611	613	16	16
В среднем по опыту	86,6	75,0	637	673	3,1	2,05	41,1	38,2	628	635	16,5	16,5

Полученные данные показывают, что на озимой пшенице действие норм высева на урожайность в разные по климатическим условиям годы проявляется по-разному. В условиях благоприятного 2021 года норма высева 3 млн. обеспечила наиболее высокий урожай зерна, а в засушливом 2022 году пониженная норма высева снизила урожай. В 2023 году на удобренных вариантах (NPK по 60-90 кг/га) обе нормы высева обеспечили сравнительно одинаковый урожай. На неудобренных делянках в течение трех лет преимущество остается за более высокой нормой высева.

Таблица 3

**Урожай зерна озимой пшеницы Мироновская в зависимости от внесения удобрений и нормы высева семян**

Вариант	Нормы высева 3 млн. зерен						
	Урожай зерна, ц/га				В % к контролю	Прибавка к контролю ц/га	% белка
	2021	2022	2023	в среднем за 3 года			
Без удобрений (контроль)	26,0	6,0	21,0	21,0	100,0	-	9,6
Навоз 40т/га + известь по г.к. - фон	31,6	21,8	29,3	27,6	134,6	6,6	10,6
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	43,1	23,6	36,1	34,2	162,9	13,2	11,4
Фон + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	46,2	20,4	35,7	34,1	162,4	13,1	12,6
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	46,8	19,9	36,0	34,2	162,9	13,2	14,5
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>240</sub>	46,7	22,9	32,4	34,0	161,9	13,0	15,5
В среднем по опыту	40,0	20,7	31,7	30,8	146,7	9,8	12,0
Р %	1,9	2,4	1,9				
ц/га	2,2	1,4	1,7				

Продолжение таблицы 3

Вариант	Нормы высева 6 млн. зерен						
	Урожай зерна, ц/га				в % к контролю	Прибавка к контролю ц/га	% белка
	2021	2022	2023	в среднем за 3 года			
Без удобрений (контроль)	28,6	22,6	24,5	25,3	100,0	-	10,0
Навоз 40т/га + известь по г.к. - фон	33,8	29,3	29,4	30,8	121,7	5,5	10,7
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	41,5	32,7	32,3	35,5	140,3	10,2	13,1
Фон + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	43,2	34,6	34,9	37,6	148,7	12,3	14,2
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	42,0	33,2	23,9	33,0	130,6	7,7	15,1
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>240</sub>	37,6	33,3	25,1	32,0	124,3	6,7	15,2
В среднем по опыту	37,8	30,9	28,3	32,3	127,7	7,0	13,0
Р %	2,7	2,7	3,0				
ц/га	2,9	2,4	2,4				

У ячменя по обеим нормам высева в среднем за 2 года практически равные урожаи.

По данным исследований опытной станции, норма высева зерновых культур в Брянской области определяется уровнем плодородия земли. На средне-плодородных участках, какими являются исследуемые почвы, этот показатель у зимой пшеницы и ячменя составляет 5,5 млн. всхожих зерен на гектар [3]. В опытах определялось также влияние повышенных доз удобрений на содержание белка в зерне как качественного показателя. Белковость зерна озимой пшеницы и ячменя возрастала с 9-10 процентов в контроле до 14-16 процентов при внесении минеральных удобрений в дозе N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>240</sub>.

Таблица 4

**Урожай зерна ячменя Московский 86 в зависимости от внесения удобрений и норм высева семян**

Вариант	Нормы высева 2,5 млн. зерен					
	Урожай зерна, ц/га			в % к контролю	Прибавка к контролю, ц/га	% белка
	2021	2023	в среднем за 2 года			
Без удобрений (контроль)	32,8	24,6	28,7	100,0	-	9,5
Навоз 30т/га + известь по г.к. - фон	41,4	29,7	35,5	123,6	6,8	10,1
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	44,5	32,4	38,4	133,7	9,7	11,8
Фон + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	-	29,2	-	-	-	13,1
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	43,95	30,5	37,2	129,6	8,5	15,5
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>240</sub>	40,0	30,5	35,2	122,6	6,5	16,4

<i>Продолжение таблицы 4</i>						
В среднем по опыту	40,5	29,5	35,3	121,9	7,9	12,7
Р %	1,7	4,1	-	-	-	-
ц/га	1,9	3,4	-	-	-	-
Вариант	<b>Нормы высева 5 млн. зерен</b>					
	Урожай зерна, ц/га			в % к контролю	Прибавка к контролю ц/га	% белка
	2021	2023	в среднем за 2 года			
Без удобрений (контроль)	36,7	23,2	29,9	100,0	-	9,4
Навоз 30т/га + известь по г.к. - фон	42,1	28,7	35,4	118,3	5,5	10,0
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	46,3	34,0	40,1	134,1	10,2	12,0
Фон + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	32,5	32,5	-	-	-	13,7
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	45,2	3,5	38,3	128,0	8,4	14,5
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>240</sub>	40,0	29,6	34,8	116,3	4,9	15,4
В среднем по опыту	42,0	29,9	37,7	126,0	7,8	12,6
Р %	1,1	2,8	-	-	-	-
ц/га	2,2	2,4	-	-	-	-

#### Выводы

На дерново-подзолистых супесчаных почвах, содержащих 7-10 мг на 100 г почвы питательных веществ, озимая пшеница может обеспечить урожай зерна 40 ц/га при внесении минеральных удобрений в дозах 90 кг действующего вещества на гектар по фону 40 т/га – навоза и известкования. Ячмень по фону 30 т/га навоза и известкования положительно реагирует на внесение минеральных удобрений в дозах 60-90 кг/га действующего вещества. Дальнейшее увеличение дозы удобрений отрицательно сказывается на урожае ввиду сильного полегания растений. Внесение повышенных доз минеральных удобрений способствует увеличению содержания белка в зерне.

#### Литература

1. Золкина Е.И. Влияние минеральных удобрений на урожайность сортов озимой пшеницы и показатели баланса элементов питания на дерново-подзолистой супесчаной почве Нечерноземной зоны // Таврический вестник аграрной науки. – 2018. – № 3(15).
2. Лапа В.В. [и др.] Комплексные удобрения для сельскохозяйственных культур: перспективные разработки // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1 (42). – С. 244-248.
3. Байдакова Е.В., Зверева Л.А., Кривоускова В.Н., Пашковская А.А. Минеральные удобрения и плодородие почв. Сборник (ФГБОУ ВО «БГИТУ»). Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Материалы XII Международной научно-практической конференции. Брянск. – 2023. – 19 с.

#### References

1. Zolkina E.I. The influence of mineral fertilizers on the yield of winter wheat varieties and indicators of the balance of nutrients on sod-podzolic sandy loam soil of the non-chernozem zone. Tauride Bulletin of Agrarian Science. – 2018. – No. 3(15).
2. Lapa V.V. [and others] Complex fertilizers for agricultural crops: promising developments // Soil science and agrochemistry. – 2009. – No. 1(42). – pp. 244–248.
3. Baydakova E.V., Zvereva L.A., Krovopuskova V.N., Pashkovskaya A.A. Mineral fertilizers and soil fertility. Collection (FSBEI HE "BGITU"). The environment surrounding a person: natural, man-made, social. Materials of the XII International Scientific and Practical Conference. Bryansk, 2023, 19 p.