

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ ПРИ РАЗНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВЫ ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ

**А.И. Семенова, ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова  
127434, Москва, ул. Прянишникова, 31а, Россия**

**Работа выполнена под руководством д.с.-х.н. С.А. Шафрана**

Проведены исследования с целью изучения влияния содержания подвижного фосфора в дерново-подзолистой почве на эффективность применения азотных удобрений под яровую пшеницу. В 2021-2023 г. в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева в сосудах Митчерлиха на почвах с низким, средним и высоким содержанием фосфора выращивали мягкую яровую пшеницу сорта Тризо. Почва взята с Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова.

Результаты исследования свидетельствуют, что наивысшая урожайность зерна 17,79 г/сосуд достигнута на почве с высоким содержанием фосфора при внесении  $N_{250}$ . Урожайность в этом варианте на 83% превышала контроль (без применения удобрений). Самое высокое содержание белка отмечено при внесении  $N_{150} + Si$  и  $N_{250}$ .

**Ключевые слова:** дозы азотных удобрений, дерново-подзолистая почва, вегетационный опыт, яровая пшеница.

Для цитирования: Семенова А.И. Эффективность применения азотных удобрений под яровую пшеницу при разной обеспеченности почвы подвижным фосфором // Плодородие. – 2024. – №2. – С. 21-23.  
DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.05.

В нашей стране азот сыграл важную роль в развитии земледелия, изначально использовался азот черноземов, а затем уже азот органических и минеральных удобрений [6].

В 90-х годах прошлого века производство минеральных удобрений в России составляло около 16 млн т, но применялось лишь 9,9 млн т, что соответствовало дозе 88 кг/га посевной площади.

Далее наступил резкий спад использования удобрений, применение азотных удобрений сократилось в 5,3 раза, фосфорных и калийных – в 12 раз. Стала удобряться лишь треть посевов, что не может негативно не повлиять на увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, в первую очередь зерновых [2].

И если в прежние годы наиболее высокий уровень применения удобрений по стране был в Ленинградской и Московской областях, то сейчас в этих регионах он заметно снизился [4].

При анализе многочисленных данных установлено, что при внесении удобрений необходимо соблюдать правильное соотношение между основными питательными элементами — азотом, фосфором и калием [3, 5].

Несбалансированное азотное питание приводит к снижению урожая зерна и его качества. Так, на II-III этапах органогенеза недостаточное или избыточное количество азота может повлиять на закладку побегов кущения, на IV и VII этапах — на реализацию колосков, на IX-XI этапах — на массу зерна и озерненность колоса.

Внесение азотных удобрений способствует увеличению не только содержания белка в зерне, но и продуктивности пшеницы, так как эти показатели тесно взаимосвязаны. В дальнейшем повышение доз азота может способствовать снижению продуктивности растений и увеличению содержания белка в зерне. В условиях почвенной засухи будут происходить замедление роста и снижение продуктивности растений [7].

Среди злаковых зерновых культур яровая пшеница наиболее чувствительна к содержанию элементов питания в почве. Значительную роль при выращивании

яровой пшеницы оказывает содержание азота, оно и является основным лимитирующим фактором. Наряду с этим, на его эффективность могут значительно влиять и другие факторы. Вследствие тенденции к уменьшению содержания в пахотных почвах подвижного фосфора из-за недостаточного внесения фосфоросодержащих удобрений снижается действие азотных удобрений на урожайность яровой пшеницы [1].

**Цель исследований** — изучить влияние содержания подвижного фосфора в дерново-подзолистой почве на эффективность применения азотных удобрений под яровую пшеницу.

**Методика.** Исследования выполнялись в 2021-2023 г. в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Объект исследований — сорт мягкой яровой пшеницы Тризо немецкой селекции. Сорт среднепоздний, среднерослый, продолжительность вегетационного периода 85-92 дня. Включен в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Северо-Западном, Центральном и Центрально-Черноземном регионах.

Почва для исследований взята с ЦОС ВНИИА. Ее отбирали ежегодно с делянок полевых опытов, различающихся по содержанию подвижных форм фосфора. Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице 1.

**1. Агрохимические показатели почвы в опыте  
(в среднем за 2021-2023 г.)**

Показатель	Почва 1	Почва 2	Почва 3
$pH_{KCl}$	4,64	4,60	5,43
$H^+$ , мг-экв/100 г	2,39	2,35	1,44
$P_2O_5$ , мг/кг	43	69	172
$K_2O$ , мг/кг	186	183	294
$S$ , мг-экв/100 г	11,63	10,97	13,20
$T$ , мг-экв/100 г	14,02	13,26	14,64
$V$ , %	83	82	90

Анализ почвы проводился общепринятыми методами. Величину pH солевой вытяжки определяли по ГОСТ 26483-85, гидролитическую кислотность — по методу Каппена (ГОСТ 26212-91), сумму поглощенных оснований — по методу Каппена (ГОСТ 27821-88), содержание подвижных форм фосфора и калия — по методу Кирсанова (ГОСТ Р 54650-2011).

Схема опыта состояла из девяти вариантов: пять в нормальных условиях и четыре в условиях засухи. Условия засухи создавали искусственно, в 5-6 фазах органогенеза, сосуды, обозначенные в схеме опыта номерами 6-9, не поливали 14 дней, поскольку такой срок является оптимальным для создания стрессовых условий, затем водный режим восстанавливался. Эта часть схемы опыта была добавлена в целях испытания степени засухоустойчивости яровой пшеницы сорта Тризо при обработке семян силикатом натрия ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) при посеве.

Схема опыта

Вариант опыта	Условия вегетации
1. Контроль (б/у)	Естественные
2. N <sub>50</sub>	
3. N <sub>150</sub>	
4. N <sub>150</sub> + Si	
5. N <sub>250</sub>	
6. Контроль (б/у)	Засуха
7. N <sub>150</sub>	
8. 0 + Si – контроль	
9. N <sub>150</sub> + Si	

Повторность опыта четырехкратная. Посев семян осуществляли в оптимальные агротехнические сроки. Опыт проводили в сосудах Митчерлиха, вмещающих 5 кг почвы. Зерна высевали изначально в количестве 30 шт/сосуд, далее растения прореживали до 20 шт/сосуд. Удобрения вносили вручную в виде раствора. В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру.

**Результаты и их обсуждение.** Данные по содержанию основной и побочной продукции, указанные в таблицах 2, 3, свидетельствуют, что в 2021-2023 г. урожайность пшеницы заметно различалась в зависимости от содержания подвижного фосфора в почве. Увеличение дозы азотных удобрений также способствовало росту урожайности.

## 2. Урожайность яровой пшеницы сорта Тризо в зависимости от содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в почве и азотных удобрений

Вариант опыта	Условия вегетации	Урожай (среднее за 3 года), г/сосуд			Прибавка, г/сосуд		
		Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
		низкое	среднее	высокое	низкое	среднее	высокое
Контроль (б/у)	Естественные	2,27	2,31	2,95	-	-	-
N <sub>50</sub>		9,79	10,66	10,05	7,52	8,36	7,09
N <sub>150</sub>		13,21	15,84	16,24	10,93	13,54	13,29
N <sub>150</sub> + Si		13,33	14,58	15,50	11,06	12,28	12,54
N <sub>250</sub>		11,40	14,42	17,79	9,13	12,12	14,84
Контроль (б/у)	Засуха	2,3	2,6	2,6	-	-	-
N <sub>150</sub>		10,5	12,8	13,8	8,1	10,2	11,2
0 + Si – контроль		2,8	3,0	2,4	-	-	-
N <sub>150</sub> + Si		10,8	12,4	13,2	8,0	9,4	10,8
НСР <sub>0,95</sub>		0,8	1,5	0,9	-	-	-
Ошибка, %		3,3	5,0	2,8	-	-	-

## 3. Сбор соломы яровой пшеницы в зависимости от содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и азотных удобрений

Вариант опыта	Условия вегетации	Масса соломы (среднее за 3 года), г/сосуд			Прибавка, г/сосуд		
		Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
		низкое	среднее	высокое	низкое	среднее	высокое
Контроль (б/у)	Естественные	3,9	4,4	4,2	-	-	-
N <sub>50</sub>		8,8	11,8	12,3	4,9	7,5	8,1
N <sub>150</sub>		10,4	13,5	16,4	6,5	9,1	12,1
N <sub>150</sub> + Si		10,2	14,2	16,6	6,3	9,8	12,4
N <sub>250</sub>		8,8	13,6	18,2	4,9	9,2	14,0
Контроль (б/у)	Засуха	3,9	3,8	4,1	-	-	-
N <sub>150</sub>		9,6	12,2	15,0	5,7	8,4	10,8
0 + Si – контроль		3,8	4,1	3,9	-	-	-
N <sub>150</sub> + Si		10,0	11,5	14,6	6,3	7,4	10,6

Содержание азота в зерне при естественных условиях увлажнения увеличивалось по мере возрастания степени обеспеченности почвы подвижным фосфором и увеличения доз азота. Аналогично изменялось и его содержание в соломе (табл.4).

## 4. Содержание азота в зерне и соломе яровой пшеницы сорта Тризо (среднее за 3 года), %

Вариант опыта	Условия вегетации	Содержание подвижного P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					
		Низкое		Среднее		Высокое	
		Зерно	Солома	Зерно	Солома	Зерно	Солома
Контроль (б/у)	Естественные	1,88	0,25	2,17	0,27	1,81	0,25
N <sub>50</sub>		1,69	0,32	1,86	0,31	1,53	0,28
N <sub>150</sub>		2,24	0,37	2,56	0,33	2,28	0,61
N <sub>150</sub> + Si		2,23	0,44	2,28	0,38	2,2	0,62
N <sub>250</sub>		2,49	0,25	2,81	0,62	2,61	0,78
Контроль (б/у)	Засуха	1,99	0,3	2,53	0,37	2,06	0,33
N <sub>150</sub>		2,72	0,78	2,54	0,68	2,28	0,91
0 + Si – контроль		2,36	0,28	2,06	0,37	1,94	0,33
N <sub>150</sub> + Si		3,07	0,67	2,53	0,69	2,29	0,78

При определении содержания белка в урожае наблюдается наибольшее его количество на почве со средней обеспеченностью P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (табл.5).

## 5. Содержание белка в зерне яровой пшеницы сорта Тризо (в среднем за 2021-2023 г.), %

Вариант опыта	Условия вегетации	Содержание фосфора			Среднее содержание белка
		низкое	среднее	высокое	
Контроль (б/у)	Естественные	10,7	12,4	10,3	11,1
N <sub>50</sub>		9,6	10,6	8,7	9,7
N <sub>150</sub>		12,8	14,6	13,0	13,5
N <sub>150</sub> + Si		12,7	13,0	12,5	12,7
N <sub>250</sub>		14,2	16,0	14,9	15,0
Контроль (б/у)	Засуха	11,3	14,4	11,7	12,5
N <sub>150</sub>		15,5	14,5	13,0	14,3
0 + Si – контроль		13,5	11,7	11,1	12,1
N <sub>150</sub> + Si		17,5	14,4	13,1	15,0

**Заключение.** Применение азотных удобрений значительно влияет на увеличение урожая яровой пшеницы. Их внесение наиболее результативно на почвах с высокой обеспеченностью фосфором. Также наблюдается

тенденция к росту содержания азота в основной и побочной продукции в зависимости от увеличения доз азотных удобрений. Содержание белка в зерне растет в той же закономерности.

#### Литература

1. Афанасьев Р.А., Иванчик В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Нечерноземья при внесении минеральных удобрений // Плодородие. – 2019. – №6. – С. 11-13.
2. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // Агрохимия. – 2020. – № 6. – С. 3-13.
3. Сычев В.Г., Шафран С.А., Духанина Т. М. Научные основы и методика определения доз питательных веществ и прогнозирования

экономической эффективности применения минеральных удобрений. – М.: ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2020. – 152 с.

4. Сычев В.Г., Шафран С.А., Ильющенко И.В. Применение минеральных удобрений и их эффективность в различных зонах России // Плодородие. – 2022. – № 3. – С. 3-6.
5. Сычев В. Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования / В. Г. Сычев. – М.: Российская академия наук, 2019. – 328 с.
6. Шафран С.А. Баланс азота в земледелии России и его регулирование в современных условиях // Агрохимия. – 2020. – № 6. – С. 14-21.
7. Шафран С.А., Духанина Т.М. Значение комплексного агрохимического окультуривания почв в повышении эффективности применения азотных удобрений под пшеницу // Агрохимия. – 2017. – № 11. – С. 21-30.

### THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF NITROGEN FERTILIZERS FOR SPRING WHEAT WITH DIFFERENT SOIL AVAILABILITY OF MOBILE PHOSPHORUS

*A.I. Semenova, All-Russian Scientific and Research Institute of Agrochemistry named by D.N. Pryanishnikov, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia. E-mail: [anastasiya.semenova96@list.ru](mailto:anastasiya.semenova96@list.ru).*

*The work was done under the supervision of Doctor of Agricultural Sciences S.A. Shafran*

*Since spring wheat is most sensitive to the content of nutrients in the soil and the nitrogen content significantly affects the cultivation of spring wheat, as well as due to a decrease in the content of mobile phosphorus in arable soils due to insufficient application of phosphorus-containing fertilizers, studies have been conducted to study the effect of mobile phosphorus content in sod-podzolic soil on the effectiveness of nitrogen fertilizers for spring wheat. In 2021-2023, in the vegetation house of the Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology of the Federal State Budgetary Educational Institution of the Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev's soft spring wheat of the Trizo variety was grown in Mitcherlich vessels on soils with low, medium and high phosphorus content. The soil for research was taken from the Central Experimental Station of the All-Russian Scientific and Research Institute of Agrochemistry named by D.N. Pryanishnikov.*

*The results of the study indicate that the highest grain yield of 17.79 g/vessel was achieved on soil with a high phosphorus content when N250 was applied. The yield in this variant was 83% higher than the option without the use of fertilizers. The highest protein content was observed with the addition of N150+Si and N250.*

*Keywords: doses of nitrogen fertilizers, sod-podzolic soil, vegetation experience, spring wheat.*

УДК 631.895. 633.854.78

DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.06

## ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**В.Г. Сычев, д.с.-х.н., ак. РАН,**

**Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова  
127434, Москва, ул. Прянишникова, 31а, Россия**

**И.М. Ханиева, д.с.-х.н., А.Л. Бозиев, к.с.-х.н.,**

**ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный  
университет им. В.М. Кокова» [imhanieva@mail.ru](mailto:imhanieva@mail.ru), [boziev\\_alim@mail.ru](mailto:boziev_alim@mail.ru)**

**360030 Россия, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1в,**

**В.П. Егоров, ФГБУ ГЦАС "Ставропольский", 356241,**

**Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 65, [stavhim@mail.ru](mailto:stavhim@mail.ru)**

**М.Ж. Аширбеков, д.с.-х.н., НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева  
150000, Республика Казахстан, Северо-Казахстанская область, г. Петропавловск, ул. Пушкина 86**

**А.А. Одижеев, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет  
им. В.М. Кокова», 360030 Россия, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1в, [odizhev.andemirkan@mail.ru](mailto:odizhev.andemirkan@mail.ru)**

Приведены результаты исследования по влиянию применения комплексных хелатных удобрений в качестве фоллиарных обработок на показатели роста, развития растений подсолнечника, его продуктивность и качество при выращивании на обыкновенных черноземах в зоне неустойчивого увлажнения Шпаковского района Ставропольского края. Установлено, что максимальные урожайность – 4,05 т/га и прибавка урожая в условиях проведения исследований отмечены в варианте совместного применения комплексного хелатного удобрения Ревитаплант для предпосевной обработки семян и комплексного хелатного удобрения Гуттафол масличный для фоллиарной обработки посевов подсолнечника на фоне внесения минерального удобрения в дозе  $K_{90}P_{60}$ , прибавка урожая составила – 1,25 т/га, или 44,6 %. В условиях проведения опытов наибольший сбор масла был зафиксирован в варианте совместного применения предпосевного минерального удобрения в дозе  $K_{90}P_{60}$  и комплексных жидких хелатных микроудобрений Ревитаплант и Гуттафол масличный – 2,16 т/га, в контрольном варианте значение этого показателя – 1,41 т/га.