

УДК 631. 89

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СЛОЖНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, ЯЧМЕНЯ И ОЗИМОЙ РЖИ

© 2022 Р.В. Науметов

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.С. Немцева,
г. Ульяновск, Россия

Статья поступила в редакцию 15.08.2022

В процессе исследований была проведена сравнительная оценка эффективности применения сложных удобрений аммофоса, нитроаммофоса и двойного суперфосфата в рядки при посеве на продуктивность и качество полученной зерновой продукции яровой пшеницы, ячменя и озимой ржи на неудобренном и удобренном фоне. Результаты исследований дают основания для вывода, что внесение двойного суперфосфата в рядки при посеве зерновых на почвах с высоким содержанием фосфора на фоне без азотных удобрений малоэффективно. Внесение сложных удобрений в рядки при посеве более эффективно на неудобренном фоне. Рядковое удобрение оказывает положительное влияние на качество зерна. Наиболее высококачественное зерно формируется при внесении в рядки сложных удобрений (нитроаммофоса).

Ключевые слова: сложные удобрения, аммофос, нитроаммофос, двойной гранулированный суперфосфат, дозы удобрений, урожай, качество зерна, яровая пшеница, ячмень, озимая рожь, сырой протеин, сырая клейковина, стекловидность.

DOI: 10.37313/2782-6562-2022-1-2-56-61

ВВЕДЕНИЕ

Одним из способов рационального использования минеральных удобрений является внесение их в рядки при посеве. Исследования, проведенные в разных зонах страны, показывают, что при рядковом внесении в 3 – 4 раза сокращается норма расхода удобрений и 2 – 3 раза повышается их эффективность. В связи с этим нами были изучены влияние сложных азотосодержащих удобрений при рядковом внесении на урожай и качество зерна озимой ржи, яровой пшеницы и ячменя [1, 4, 7, 11, 12].

Эффективным видом фосфорсодержащих удобрений является – аммофос. Это высококонцентрированное комплексное азотно-фосфорное удобрение, общее содержание действующих веществ в котором достигает 64%, в том числе на долю азота приходится 12%, фосфора – 52%. Аммофос успешно применяется как основное, предпосевное и особенно как рядковое удобрение под различные сельскохозяйственные культуры во всех почвенно-климатических зонах страны [5, 6, 8, 9].

Нитроаммофос, азотно-фосфорное сложное удобрение. Гранулированное, гигроскопичное, растворяется в воде, содержит 23% N и 23% P₂O₅. Применяют на почвах всех типов под различные сельскохозяйственные культуры [2, 10].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Эффективность сложных удобрений (нитроаммофоса и аммофоса) при внесении в рядки на удобренном и неудобренном фонах сравнивалась с двойным гранулированным суперфосфатом в посевах озимой ржи, яровой пшеницы и ячменя.

При посеве яровой пшеницы и ячменя двойной суперфосфат вносился в рядки в дозе 28 кг/га (P₁₂), нитроаммофос – 80 кг/га (N₁₈ P₁₈), аммофос – 50 кг/га (N₅ P₂₀), 70 кг/га (N₇ P₃₀) и 90 кг/га (N₁₀ P₄₀) на удобренном (N₄₅ P₄₅ K₄₅), и неудобренном фоне. При посеве озимой ржи двойной суперфосфат вносился в рядки в дозе 28 кг/га (P₁₂), нитроаммофос – 50 кг/га (N₁₂ P₁₂), нитроаммофос – 100 кг/га (N₂₃ P₂₃), на удобренном (N₃₀ P₆₀ K₄₅), и неудобренном фоне.

Почва опытного участка – среднемощный тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем со следующими агрохимическими показателями: pH 6,8 – 7,2, гидролитическая кислотность 0,78 – 1,20 мг-эк/100 г почвы, содержание гумуса по Тюрину 5,48 – 7,17%, фосфора 18,6 – 20,3 и калия 6,5 – 9,0 (по Чирикову) мг/100 г почвы [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эффективность сложных удобрений (нитроаммофоса и аммофоса) при внесении в рядки на удобренном и неудобренном фонах сравнивалась с двойным гранулированным суперфосфатом.

Науметов Раис Вакифович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия.
E-mail: rnaumetov@list.ru

Установлено, что на неудобренном фоне эффективнее вносить в рядки сложные удобрения нитроаммофос и аммофос. Так, при внесении в рядки 80 кг/га нитроаммофоса урожай яровой пшеницы в среднем за три года повышался на 0,45 т/га, при внесении 50 кг/га аммофоса – на 0,31, а при дозе аммофоса 70 кг/га – на 0,39 т/га. Дальнейшее повышение дозы аммофоса было неэффективным. От рядкового внесения гранулированного суперфосфата урожай зерна повышался на 0,13 ц/га. При внесении полного минерального удобрения с осени под вспашку эффективность рядкового удобрения практически не проявлялась (табл. 1). Внесение в рядки сложных удобрений на неудобренном и удобренном фоне способствовало более лучшему развитию растений. Растения на этих вариантах

лучше кустились и имели более развитую корневую систему. На почвах с высоким содержанием фосфора самой эффективной дозой внесенного аммофоса под яровую пшеницу является 70 кг/га ($N_7 P_{30}$).

Рядковое удобрение оказало значительное влияние на вынос питательных веществ с урожаем. На неудобренном фоне вынос элементов питания от внесения удобрений в рядки в среднем за три года относительно контрольных показателей увеличился и составил на вариантах опыта по азоту в пределах 7,8 – 19,8, фосфору 0,30 – 3,30 и калию 4,3 – 12,9 кг/га (табл. 2). На удобренном фоне отмечено снижение выноса азота на вариантах с предпосевным внесением двойного суперфосфата (28 кг/га) на 5,5 кг/га и нитроаммофоса (80 кг/га) на 7,7 кг/га. На вари-

Таблица 1. Влияние рядкового удобрения на урожай зерна яровой пшеницы

Варианты	Без удобрений		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	
	Урожай, т/га	Прибавка, т/га	Урожай, т/га	Прибавка, т/га
Без рядкового удобрения (контроль)	3,41	-	3,92	-
Двойной гранулированный суперфосфат, 28 кг/га (P ₁₂)	3,54	+0,13	3,94	+ 0,02
Нитроаммофос, 80 кг/га (N ₁₈ P ₁₈)	3,86	+0,45	3,93	+0,01
Аммофос, 50 кг/га (N ₅ P ₂₀)	3,72	+0,31	3,87	-0,05
Аммофос, 70 кг/га (N ₇ P ₃₀)	3,80	+0,39	3,87	-0,05
Аммофос, 90 кг/га (N ₁₀ P ₄₀)	3,46	+0,05	3,89	-0,03
P, %	1,3 – 1,8		2,6- 3,2	
НСР ₀₅ т/га	0,15 – 0,20		0,33 – 0,35	

Таблица 2. Общий вынос азота, фосфора и калия (кг/га) с урожаем яровой пшеницей

Варианты	Без удобрений			N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без рядкового удобрения (контроль)	72,8	37,3	83,0	90,4	41,1	100,3
Двойной гранулированный суперфосфат, 28 кг/га (P ₁₂)	84,5	37,6	88,8	84,9	40,2	104,2
Нитроаммофос, 80 кг/га (N ₁₈ P ₁₈)	92,6	40,6	95,9	82,7	41,2	105,0
Аммофос, 50 кг/га (N ₅ P ₂₀)	85,5	38,0	87,3	90,5	42,1	109,5
Аммофос, 70 кг/га (N ₇ P ₃₀)	82,1	39,7	89,7	92,4	39,1	102,5
Аммофос, 90 кг/га (N ₁₀ P ₄₀)	80,6	39,9	87,7	92,9	38,6	109,2

антах с внесением аммофоса в дозах 70 и 90 кг/га вынос азота с урожаем несколько увеличился и составил соответственно 2,0, 2,5 кг/га.

Вынос фосфора и калия с урожаем этой культуры на вариантах опыта хотя и имели различия относительно контроля, но они были не значительны.

Рядковое удобрение оказывает положительное влияние на качество полученной зерновой продукции. Так, на удобренном фоне стекловидность зерна колебалась от 63,8 до 64,7%, содержание сырой клейковины от 23,1 до 25,1%, сырого протеина от 11,5 до 12,5%. На удобренном фоне стекловидность повышалась от 71,1 до 73,3%, сырая клейковина от 24,8 до 26,4%, сырой протеин от 12,4 до 12,9% (табл.3).

На ячмене, так же как и на яровой пшенице, на удобренном фоне лучше вносить в рядки при посеве сложные удобрения: нитроаммофос в дозе 80 кг/га (N₁₈ P₁₈) и аммофос - 90 кг/га (N₁₀ P₄₀). Урожай ячменя от этих доз в среднем за три года повышался на 0,65 – 0,63 т/га. Двойной

гранулированный суперфосфат обеспечил прибавку зерна лишь на уровне 0,20 т/га (табл. 4).

На фоне основного удобрения ячмень в отличие от яровой пшеницы хорошо отзывался на сложные удобрения, которые вносились в рядки. В среднем за три года на фоне основного удобрения урожай от рядкового внесения нитроаммофоса повышался на 0,26, от аммофоса на 0,08, а от двойного гранулированного суперфосфата на 0,04 т/га.

Урожай ячменя повышался в основном за счет густоты продуктивного стеблестоя и крупности зерна. Так, количество продуктивных стеблей на удобренном фоне увеличилось от рядкового удобрения по сравнению с контролем на 80 – 105,4 шт., масса 1000 зерен на 0,9 – 4,1 грамм. На удобренном фоне количество продуктивных стеблей возросло на 79,6 – 140,8, масса 1000 зерен – на 0,3 – 1,3 грамм.

Высокая эффективность сложных удобрений на ячмене, как на удобренном фоне, так и на

Таблица 3. Влияние рядкового удобрения на качество зерна яровой пшеницы

Варианты	Без удобрений			N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅		
	Стекло-видность, %	Сырая клейковина, %	Протеин, %	Стекло-видность, %	Сырая клейковина, %	Протеин, %
Без рядкового удобрения (контроль)	63,8	23,1	11,5	71,1	24,8	12,4
Двойной гранулированный суперфосфат, 28 кг/га (P ₁₂)	65,5	23,8	11,8	72,4	25,9	11,7
Нитроаммофос, 80 кг/га (N ₁₈ P ₁₈)	63,8	25,1	12,5	73,3	25,9	12,7
Аммофос, 50 кг/га (N ₅ P ₂₀)	64,7	24,6	12,1	72,6	26,4	12,7
Аммофос, 70 кг/га (N ₇ P ₃₀)	64,2	24,3	12,3	71,7	26,1	12,5
Аммофос, 90 кг/га (N ₁₀ P ₄₀)	64,6	24,2	12,3	71,2	25,7	12,9

Таблица 4. Влияние рядкового удобрения на урожай зерна ячменя

Варианты	Без удобрений		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	
	Урожай, т/га	Прибавка, т/га	Урожай, т/га	Прибавка, т/га
Без рядкового удобрения (контроль)	3,21	-	4,43	-
Двойной гранулированный суперфосфат, 28 кг/га (P ₁₂)	3,41	+0,20	4,47	+0,04
Нитроаммофос, 80 кг/га (N ₁₈ P ₁₈)	3,86	+0,65	4,69	+0,26
Аммофос, 50 кг/га (N ₅ P ₂₀)	3,66	+0,45	4,44	+0,01
Аммофос, 70 кг/га (N ₇ P ₃₀)	3,77	+0,56	4,44	+0,01
Аммофос, 90 кг/га (N ₁₀ P ₄₀)	3,84	+0,63	4,45	+0,08

фоне без удобрений объясняется особенностями этой культуры. Ячмень очень требовательный к плодородию почвы и хорошо отзывается на вносимые удобрения, особенно азотные, характеризуется высокой засухоустойчивостью, более экономно расходует влагу и питательные элементы на формирование высококачественного урожая зерна.

На фоне основного удобрения рядковое удобрение улучшало качество зерна, содержание сырого протеина увеличилось на 0,4 – 1,3%. Зерно лучшего качества на удобренном фоне формировалось при внесении в рядки сложных удобрений. Без основного удобрения качество зерна не улучшалось. Азот рядкового удобрения расходовался в основном на создание урожая.

При возделывании озимой ржи по занятым парам на фоне без удобрений лучше вносить в рядки, так же как и на яровых, сложные удобрения (табл.5).

фоса повышался на 0,05 – 0,10 т/га, от двойного гранулированного суперфосфата – на 0,24 т/га.

ВЫВОДЫ

Таким образом, внесение двойного гранулированного суперфосфата при посеве зерновых на почвах с высоким содержанием фосфора на фоне без азотных удобрений малоэффективно. При внесении полного минерального удобрения эффективность рядкового внесения суперфосфата повышается за счет азота и фосфора в почве. Внесение сложных удобрений в рядки при посеве яровой пшеницы и ячменя и озимой ржи более эффективно на неудобренном фоне. На фоне основного удобрения эффективность сложных удобрений снижается. На ячмене, в отличие от других зерновых культур, при основном удобрении сложные рядковые удобрения эффективнее двойного гранулированного

Таблица 5. Влияние рядкового удобрения на урожай зерна озимой ржи

Варианты	Без удобрений			N ₃₀ P ₆₀ K ₄₅		
	Урожай, т/га	Прибавки, т/га		Урожай, т/га	Прибавки, т/га	
		От подкормки	От рядкового удобрения		От подкормки	От рядкового удобрения
Без рядкового удобрения и подкормки (контроль)	2,63	-	-	2,66	-	-
Азотная подкормка, N ₉₀ (фон)	2,88	+ 0,25	-	2,92	+ 0,26	-
Фон + Двойной гранулированный суперфосфат, 28 кг/га (P ₁₂)	2,88	+ 0,25	0	3,16	+ 0,50	+ 0,24
Фон + нитроаммофос 50кг/га (N ₁₂ P ₁₂)	2,96	+ 0,33	+ 0,08	2,97	+ 0,31	+ 0,50
Фон + нитроаммофос 100кг/га (N ₂₃ P ₂₃)	3,04	+ 0,41	+ 0,16	3,02	+ 0,36	+ 0,10
P, %	2,6 – 5,5			2,6 – 3,6		
НСР ₀₅ т/га	0,14 – 0,29			0,20 – 0,24		

Так, при внесении в рядки нитроаммофоса в дозе 50 кг/га в сочетании с азотной подкормкой (N₉₀) урожай от нитроаммофоса в среднем за три года в опытах повышался на 0,08т/га а при дозе нитроаммофоса 100 кг/га – на 0,16 т/га. От двойного гранулированного суперфосфата урожай не повышался. Он был на уровне азотной подкормки, где удобрение в рядки не вносились

При основном удобрении внесение нитроаммофоса в рядки, так же как и на яровой пшенице было менее эффективным, чем внесение двойного гранулированного суперфосфата. В среднем по опыту урожай зерна от нитроаммо-

суперфосфата. Рядковое удобрение оказывает положительное влияние на качество зерна. На яровой пшенице и ячмене и озимой ржи наиболее высококачественное зерно формируется при внесении в рядки сложных удобрений (нитроаммофос).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиров, М.Ф. Влияние уровня минерального питания и микроэлементов на формирование урожая яровой пшеницы / М.Ф. Амиров, Д.И. Толочков // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – № 5(33). – С. 18-20.

2. *Гармаш, Г.А.* Гуматизированные удобрения и их эффективность / Г.А. Гармаш, Н. Ю. Гармаш, А.В. Берестова // *Агрохимический вестник*. – 2013. – № 2. – С. 11-13.
3. *Науметов, Р.В.* Агроэкологические и экономические аспекты возделывания сидеральных культур в лесостепной зоне Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Кинель, 1997. 27 с.
4. *Ненайденко, Г.Н.* Удобрение и повышение качества зерна пшеницы в Верхневолжье / Г.Н. Ненайденко // *Земледелие, агрохимия и почвоведение*. – 2018. – № 2(84). – С. 20-27.
5. *Никитин, С.Н.* Влияние средств химизации и биологизации на эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте / С.Н. Никитин, А.И. Якунин // *Достижения науки и техники АПК*. – 2016. – № 11(30). – С. 28-32.
6. *Никитин, С.Н.* Влияние удобрений и биопрепаратов на продуктивность зернопарового севооборота, потоки элементов питания и свойства чернозема выщелоченного в лесостепи Среднего Поволжья / С. Н. Никитин, А. А. Завалин // *Агрохимия*. – 2017. – № 6. – С. 12-29.
7. *Сабирзянов, А.М.* Отзывчивость яровой пшеницы на фоны питания и приемы основной обработки почвы / А.М. Сабирзянов, И.П. Таланов, Т.Г. Хадеев // *Плодородие*. – 2020. – № 3(114). – С. 20-22.
8. *Волынкина, О.В.* Системы удобрения в агротехнологиях Зауралья / О. В. Волынкина [и др.]; под ред. О. В. Волынкиной. Куртамыш. – 2017. – 284 с.
9. *Сорокина, О.А.* Оценка акваринов и традиционных комплексных удобрений при внутрипочвенном внесении под горох / О.А. Сорокина, А.А. Труфанова // *Агрохимический вестник*. – 2013. – № 3. – С. 34-37.
10. *Целуйко, О.А.* Эффективность систематического длительного внесения удобрений в зернопаропропашном севообороте на черноземе обыкновенном / О.А. Целуйко, С.В. Пасько, В.И. Медведева // *Земледелие*. – 2015. – №7. – С. 11-13.
11. *Шафран С.А.* Продуктивность ярового ячменя и окупаемость минеральных удобрений в зависимости от содержания элементов питания в основных типах почв России / С.А. Шафран, Е.С. Козеичева // *Агрохимия*. – 2016. – № 3. – С. 11-22.
12. *Шпанев, А.М.* Эффективность комплексного применения средств химизации при возделывании ярового ячменя на Северо-Западе РФ / А.М. Шпанев, М.А. Фесенко, В.В. Смур // *Агрохимия*. – 2019. – № 12. – С. 47-55.

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF COMPLEX FERTILIZERS ON THE YIELD AND GRAIN QUALITY OF SPRING WHEAT, BARLEY AND WINTER RYE

© 2022 R.V. Naumetov

Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Ulyanovsk Scientific Research Agriculture Institute named after N.S. Nemtsev, Ulyanovsk, Russia

The research was comparative estimation of the effectiveness of the application of compound fertilizers monoammonium phosphate, nitroammofosa and double superphosphate at sowing in rows on the productivity and the quality of the grain production of spring wheat, barley and winter rye on fertilizer and fertilized background. Research findings suggest that the introduction of double superphosphate in rows during sowing grain on soils with a high content of phosphorus in the background without nitrogen fertilizer inefficiently. The introduction of complex fertilizers in rows at crop fertilizer more effectively at the background. Row fertilizer has a positive impact on the quality of the grain. The most high-quality grain is formed by the rows of compound fertilizers (nitroammofosa).

Keywords: complex fertilizers, ammophos, nitroammophos, double granulated superphosphate, doses of fertilizer, yield, grain quality, spring wheat, barley, rye, crude protein, crude gluten, vitrescence.

DOI: 10.37313/2782-6562-2022-1-2-56-61

REFERENCES

1. *Amirov, M.F.* Vliyaniye urovnya mineral'nogo pitaniya i mikroelementov na formirovaniye urozhaya yarovoj pshenicy / M.F. Amirov, D.I. Toloknov // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2019. – № 5(33). – С. 18-20.
2. *Garmash, G.A.* Gumatizirovannyye udobreniya i ih effektivnost' / G.A. Garmash, N. Yu. Garmash, A.V. Berestova // *Агрохимический вестник*. – 2013. – № 2. – С. 11-15.
3. *Naumetov, R.V.* Агроэкологические и экономические аспекты возделывания сидеральных культур в лесостепной зоне Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Кинель, 1997. – 27 с.
4. *Nenajdenko, G.N.* Удобрение и повышение качества зерна пшеницы в Верхневолжье / Г.Н. Ненайденко // *Земледелие, агрохимия и почвоведение*. – 2018. – № 2(84). – С. 20-27.
5. *Nikitin, S. N.* Vliyaniye sredstv himizatsii i biologizatsii na effektivnost' tekhnologij vozdelvaniya sel'skokozyajstvennykh kul'tur v sevooborote / S.N. Nikitin, A.I. Yakunin // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2016. – № 11(30). – С. 28-32.
6. *Nikitin, S.N.* Vliyaniye udobrenij i biopreparatov na produktivnost' zernoparovogo sevooborota, potoki elementov pitaniya i svojstva chernozema vyshchelochennogo v lesostepi Srednego Povolzh'ya / S.N. Nikitin, A. A. Zavalin // *Агрохимия*. – 2017. – № 6. – С. 12-29.
7. *Sabirzyanov, A.M.* Otzyvchivost' yarovoj pshenicy na fony pitaniya i priemy os-novnoj obrabotki pochvy / A.M. Sabirzyanov, I.P.Talanov, T.G. Hadeev // *Плодородие*. – 2020. – № 3(114). – С. 20-22.

8. Volynkina O.V. Sistemy udobreniya v agrotekhnologiyah Zaural'ya / O.V. Volynkina [i dr.]; pod red. O. V. Volynkinoy. Kurtamysh. – 2017. 284 s.
9. Sorokina, O.A. Ocenka akvarinov i tradicionnyh kompleksnyh udobrenij pri vnutripochvennom vnesenii pod goroh / O.A Sorokina, A.A. Trufanova // Agrohimijskij vestnik. – 2013. – № 3. – S. 34-37.
10. Celujko, O.A. Effektivnost' sistematičeskogo dlitel'nogo vneseniya udobrenij v zernoparopropashnom sevooborote na chernozeme obyknovennom / O.A. Celujko, S.V. Pas'ko, V.I. Medvedeva // Zemledelie. – 2015. – №7. – S. 11-13.
11. Shafran S.A., Produktivnost' yarovogo yachmenya i okupaemost' mineral'nyh udobrenij v zavisimosti ot soderzhaniya elementov pitaniya v osnovnyh tipah pochv Rossii / S.A. SHafran, E.S. Kozeičeva // Agrohimiya. – 2016. – № 3. – S. 11-22.
12. Shpanev, A.M. Effektivnost' kompleksnogo primeniya sredstv himizacii pri vzdelyvanii yarovogo yachmenya na Severo-Zapade RF / A.M. SHpa-nev, M.A Fesenko, V.V. Smuk // Agrohimiya. – 2019. – № 12. – S. 47-55.