

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ БЮДЖЕТНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТР АГРОХИМИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ «РОСТОВСКИЙ»



**Результаты демонстрационного
опыта по оценке эффективности
разных форм фосфорсодержащих
удобрений, внесенных при посеве
озимой пшеницы урожая 2022 года**

п. Рассвет 2023 год

В рамках подготовки к ежегодной выставке – демонстрации «День Донского поля 2022» осенью 2021 года специалистами ФГБУ ГЦАС «Ростовский» был заложен опыт по оценке эффективности разных форм фосфорсодержащих минеральных удобрений, внесенных при посеве озимой пшеницы урожая 2022 года.

Таблица 1

Схема опыта

Способ внесения/ Вариант		Контроль	Диаммофоска + аммиачная селитра	Азофоска	Аммофос + аммиачная селитра	Сульфоаммофос	
До посева	Доза кг/га д.в.	01.10.2021					
		N	-	30	30	30	30
		P	-	30	30	30	30
	K	-	30	30	-	-	
Подкормка ранне-весенняя ам.селитра	Доза кг/га д.в.	07.03.2021					
		N	34	34	34	34	34

Все варианты опыта были выравнены по азоту и фосфору. Предшественник пар.

Перед посевом на опытных делянках были отобраны образцы почвы для определения запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы, нитратного азота, фосфора и калия в слое 0-20 и 20-40 см.

Таблица 2

Запасы продуктивной влаги перед посевом, мм

Слой почвы, см	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	0-100
Запасы продуктивной влаги, мм	8,5	9,1	12,7	13,0	14,3	14,5	14,2	14,6	15,3	15,7	131,9

Таблица 3

Запасы нитратного азота перед посевом, мг/кг

Слой почвы, см	Контроль	Диаммофоска + аммиачная селитра	Азофоска	Аммофос + аммиачная селитра	Сульфоаммофос
0-20	14,1	14,5	16,5	18,1	14,5
20-40	14,4	14,0	13,9	13,1	11,4
0-40	28,5	28,5	30,4	31,2	25,9

Степень увлажнения почвы в слое почвы 0-100 см перед посевом озимой пшеницы была хорошая (120-150 мм), в слое почвы 0-20 см – удовлетворительная (16-20 мм). Степень обеспеченности нитратным азотом в слое 0-40 см на всех делянках – низкая (< 60 мг/кг).

Таблица 4

Содержание подвижного фосфора и обменного калия на опытных делянках перед посевом

Вариант	Глубина отбора, см	Подвижные соединения фосфора P ₂ O ₅ , мг/кг	Обменные соединения калия K ₂ O, мг/кг
		ГОСТ 26205-91	
Контроль	0-20	24,0	300
	20-40	19,1	280
Диаммофоска + Аммиачная селитра	0-20	24,7	330
	20-40	23,1	310
Азофоска	0-20	26,5	360
	20-40	18,2	280
Аммофос + Аммиачная селитра	0-20	34,4	410
	20-40	15,2	235
Сульфоаммофос	0-20	24,9	330
	20-40	22,0	225

Таблица 5

Группировка почв по содержанию подвижного фосфора и обменного калия:

Содержание	По методу Мачигина, мг/кг	
	P ₂ O ₅	K ₂ O
Очень низкое	<10	<100
Низкое	11-15	101-200
Среднее	16-30	201-300
Повышенное	31-45	301-500
Высокое	46-60	501-700
Очень высокое	>60	>700

Обеспеченность подвижным фосфором в слое 0-20 см средняя (\approx 25 мг/кг) за исключением одной делянки – Аммофос + аммиачная селитра (34,4 мг/кг). Однако, содержание фосфора в слое 20-40 см, на этой делянке ниже, чем на остальных. Содержание обменного калия на всех делянках, кроме Контроля повышенное, на контрольной делянке – среднее. Учитывая то, что значения показателей лежат у крайних границ соседних градаций, разницу в содержании

подвижных соединений фосфора и обменного калия по делянкам можно считать не существенной.

Сев на опытном поле провели 1-2 октября. В зиму растений ушли в стадии “Рост проростка” (ДК 11 – 14)



23.12.2021



11.03.2022

Таблица 6

Метеорологические условия вегетации озимой пшеницы урожая 2022 г. по данным «Ростовский ЦГМС – Р» на метеостанции в г. Зерноград

Период	Количество осадков за месяц, мм	% от нормы	Температура средняя за месяц, °С	Отклонение
август	51	106	25.8	4.1
сентябрь	29	60	16.1	-0.2
октябрь	4	11	9.4	-0.1
1.08-31.10	84	63		
ноябрь	42	84	5.6	3.8
декабрь	124	210	1.8	2.9
1.11-31.12	166	152		
январь	67	149	-0.7	3.3
февраль	43	116	3.5	6.7
март	29	81	1.0	-1.1
1.11-31.03	305	134		
апрель	67	134	12.7	2.3
май	30	54	14.8	-1.7
июнь	6	16	23.2	2.5
июль	66	129	24.1	-0.2
1.04 -31.07	173	82		

Погодные условия вегетации озимой пшеницы урожая 2022 года были достаточно благоприятными. Опасных явлений для перезимовки не наблюдалось. Среднесуточные температуры с ноября по март были выше среднемноголетних значений, это позволило растениям слабо вегетировать. К моменту окончания периода вынужденного покоя растения находились в стадии “Кущение” (ДК 21). Запасы продуктивной влаги в почве пополнились за счет осадков зимнего периода, количество которых было выше нормы. Нарастание температур в начале вегетации было постепенным, что положительно сказалось на вегетации.

Таблица 7

Запасы продуктивной влаги и нитратного азота
в слое 0-100 см перед возобновлением вегетации

Контроль	Диаммофоска + аммиачная селитра	Азофоска	Аммофос + аммиачная селитра	Сульфоаммофос
Степень обеспеченности отличная (>160 мм)				
196,4	187,2	199,6	209,0	185,5
Степень обеспеченности плохая (20-50) и удовлетворительная (60-90)				
64,8	60,9	31,1	88,7	33,2

Ранневесенняя подкормка по мерзлоталой почве была проведена 7 марта аммиачной селитрой дозой 100 кг/га в физическом весе.

Результаты листовой диагностики в периоды “Выход в трубку” и “Колошение” показали, что внесение фосфорсодержащих минеральных удобрений не повлияло на содержание фосфора в растениях, на всех вариантах оно было в пределах оптимальных значений. При этом содержание азота на Контроле ниже оптимальных значений, тогда как на вариантах с внесением удобрений при посеве, оно было оптимальным.

Достаточное для вегетации озимой пшеницы содержание подвижного фосфора в корнеобитаемом слое почвы составляет 25-35 мг/кг – таким содержанием характеризуется опытный участок. Внесение дополнительно доступного для растений фосфора на вариантах с удобрениями способствовало формированию более мощной корневой системы, которая в условиях дефицита азотного питания весной обеспечила растения лучше, чем на контрольной делянке.

Таблица 8

Результаты листовых диагностик

Вариант	Выход в трубку 28.04.21			Колошение 24.05.21		
	N	P	K	N	P	K
Контроль	3,22	0,40	3,42	2,87	0,36	2,40
Диаммофоска + Аммиачная селитра	3,62	0,42	3,21	3,37	0,36	2,48
Азофоска	3,62	0,42	3,21	3,73	0,38	2,64
Аммофос + Аммиачная селитра	3,49	0,40	3,19	3,98	0,36	2,66
Сульфоаммофос	3,49	0,40	3,19	3,32	0,37	2,61
Оптимальное содержание	3,5-4,5	0,40-0,50	2,8-3,4	3,0-4,0	0,30-0,44	2,5-2,9

Основными показателями, по которым можно оценить урожай до созревания зерна, являются продуктивная кустистость (количество колосьев) и количество колосков в колосе. Учет, проведенный в фазе «Начало цветения» показал, что максимальная продуктивная кустистость была на делянке с припосевным внесением аммофоса, минимальная на вариантах Диаммофоска и Азофоска. Длина колоса и количество колосков в колосе на всех вариантах с удобрениями выше, чем на контроле, максимальные – на варианте Сульфоаммофос.

Таблица 9

Биометрические показатели растений в фазе начало цветения

Вариант	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Количество стеблей	Количество колосьев	Количество колосков
Контроль	72,0	6,2	1,4	1,2	14,4
Диаммофоска + Аммиачная селитра	73,5	6,5	1,3	1,1	15,1
Азофоска	74,4	6,7	1,4	1,1	15,3
Аммофос + Аммиачная селитра	76,0	6,9	1,6	1,4	15,7
Сульфоаммофос	64,4	7,7	1,3	1,2	18,0

После созревания зерна наряду с продуктивной кустистостью и количеством колосков в колосе, показателем определяющим урожайность является масса 1000 зерен. В нашем опыте самым высоким этот показатель получен на варианте Азофоска – 48,6 г., самый низкий на вариантах с удобрениями – 37,6 г. (Диаммофоска) и минимальный 36,7 г. – на Контроле.

Таблица 10

Масса 1000 зерен и урожайность на вариантах опыта

Вариант	Масса 1000 зерен, г	Прибавка массы 1000 зерен на вариантах с удобрениями		Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности на вариантах с удобрениями	
		г	%		ц/га	%
Контроль	36,7	-	-	51,0	-	-
Диаммофоска + аммиачная селитра	37,6	0,9	2,5	55,4	4,4	8,6
Азофоска	48,6	11,9	32	59,6	8,6	16,9
Аммофос + аммиачная селитра	42,9	6,2	13	59,6	8,6	16,9
Сульфоаммофос	44,8	8,1	19	59,8	8,8	17,3

На всех вариантах, где при посеве вносили фосфорсодержащие удобрения, урожайность получена выше, чем на Контроле. Прибавка урожайности на вариантах Азофоска, Аммофос и Сульфоаммофос составила 8,6 – 8,8 ц/га – около 17%, на варианте Диаммофоска – 4,4 ц/га (8,6%).

Таблица 11

Показатели качества зерна на вариантах опыта

Вариант	Массовая доля белка, в пересчете на сухое вещество, %	Клейковина, %	ИДК, у.е.	Стекловидность, %	Число падения, сек.	Натура зерна, г/л
Контроль	12,3	22,5	93,0	70,0	425,0	800,0
Диаммофоска + аммиачная селитра	11,6	23,2	91,0	68,0	426,0	799,0
Азофоска	11,9	23,9	92,0	66,0	434,0	798,0
Аммофос + аммиачная селитра	11,9	23,5	93,0	69,0	420,0	799,0
Сульфоаммофос	12,0	23,0	90,0	64,0	420,0	799,0

По показателям качества зерно существенно не отличалось, разница между значениями на вариантах находилась в пределах погрешности определения.

Таблица 12

Экономическая оценка эффективности внесения фосфорсодержащих удобрений при посеве озимой пшеницы урожая 2022 года

Вариант	Прибавка урожая, ц/га	Стоимость прибавки урожая, руб/га	Стоимость удобрений, руб/га	Эффективность применения, руб/га	Окупаемость затрат, рублей на вложенный рубль
Диаммофоска+ Аммиачная селитра	4,4	5720	8291,6	-2571,6	-0,31
Азофоска	8,6	11180	8194,6	2985,4	0,36
Аммофос + Аммиачная селитра	8,6	11180	6906,7	4273,3	0,62
Сульфоаммофос	8,8	11440	7745,1	3694,9	0,48

Стоимость прибавки урожая рассчитана исходя из стоимости зерна озимой пшеницы 3 класса на 28.11.2022 по данным zerno.ru – 13000 руб/тн. Стоимость удобрений – средняя по области за июль-август 2021 года. Анализ полученных данных показывает, несмотря на то, что аммофос стоит дороже, благодаря более высокому содержанию действующего вещества, окупаемость затрат на его внесение выше по сравнению с другими фосфорсодержащими удобрениями. Это не значит, что при посеве озимой пшеницы нужно применять только аммофос. У каждого удобрения есть своя ниша: в составе азофоски и диаммофоски есть калий, в составе сульфоаммофоса – сера. При выборе необходимо учитывать конкретные условия – содержание элементов питания в почве, влагообеспеченность, предшественник, сроки сева, стоимость удобрений. Отрицательная окупаемость диаммофоски в данном опыте не означает, что ее внесение под озимую пшеницу менее эффективно. В других условиях возможны другие результаты. Подобные опыты на День Донского поля Центр проводит с 2018 года.

В предыдущие годы проводили учет только биологической урожайности в период колошения непосредственно перед проведением выставки – демонстрации «День Донского поля» (табл. 13).

Биологическая урожайность озимой пшеницы на опыте с 2018 г.

Год	Контроль	Аммофос	Диаммофоска	Сульфоаммофос	Азофоска
Биологическая урожайность, ц/га					
2018	49,9	63,8	61,7	58,0	
2019	68,4	78,2	75,3	83,1	
2020	62,7	74,8	73,6	70,3	
2021	54,1	72,1	58,1	61,9	
2022	54,9	73,9	59,3	72,1	60,4
Прибавка урожайности на вариантах с удобрениями, % к контролю					
2018	-	28	18	13	
2019	-	14	9	20	
2020	-	19	15	10	
2021	-	33	6	13	
2022	-	35	6	29	8

Так как зерновки в этот период только формируются, при расчете использовали массу 1000 зерен одинаковую для всех вариантов. Биологическая и фактическая урожайность в 2022 году отличается из-за того, что этот показатель по вариантам существенно отличается. Но, даже без учета массы 1000 зерен, результаты с 2018 года показывают что:

- во-первых, при любых условиях внесение фосфорсодержащих удобрений обеспечивает прибавку урожайности;
- во-вторых, в разных условиях наиболее эффективны разные формы фосфорсодержащих удобрений;
- в-третьих, внесение фосфорсодержащих удобрений при посеве позволяет отчасти компенсировать вынос элементов из почвы с урожаем.