

Тема НИР **«Исследование агроэкологической эффективности комплексных гранулированных органоминеральных удобрений на основе навоза КРС на посевах ярового ячменя»**

Бокова Анна
Аспирант кафедры «Агрохимия, почвоведение и агроэкология»

Цель работы - провести агроэкологическую оценку эффективности комплексных органоминеральных удобрений при внесении под посевы ярового ячменя на черноземе обыкновенном центральной агроэкологической зоны Самарской области.

*В **задачи исследований*** входило:

- выявить влияние различных норм удобрений на полевую всхожесть и сохранность растений ячменя, особенности роста и развития растений, формирование элементов структуры урожая и продуктивность посевов;

- установить степень влияния различных норм органоминеральных удобрений на агрохимические показатели плодородия почвы, динамику основных макроэлементов, особенности накопления валовых и подвижных форм цинка (Zn), свинца (Pb), железа (Fe), меди (Cu), марганца (Mn) и кадмия (Cd) в пахотном горизонте;

- провести экономическую оценку целесообразности внесения органоминеральных удобрений в различных нормах на черноземе обыкновенном под посевы ярового ячменя;

- обобщить данные полевого опыта, сделать соответствующие выводы и предложения.

Схема опыта

Таблица 1

№	Вариант опыта, норма внесения	Способ и сроки внесения, особенности применения
1	Контроль (без удобрений)	Внесение минеральных и органоминеральных удобрений под обработку, перед посевом культуры. (удобрения вносились при посеве ручным разбрасывателем)
2	МУ* $N_{50}P_{50}$	
3	ОМУ** $N_{50}P_{50}$	
4	МУ $N_{100}P_{100}$	
5	ОМУ $N_{100}P_{100}$	
6	МУ $N_{150}P_{150}$	
7	ОМУ $N_{150}P_{150}$	
1	Контроль (без удобрений)	Внесение минеральных и органоминеральных удобрений под обработку, одновременно с посевом культуры. (удобрения вносились посевным комплексом)
2	Фон (аммиачная селитра N_{20})	
3	ФОН+ МУ $N_{20}P_{20}$	
4	ФОН+МУ $N_{40}P_{40}$	
5	ФОН+МУ $N_{60}P_{60}$	
6	ФОН+МУ $N_{80}P_{80}$	
7	ФОН+ОМУ $N_{20}P_{20}$	
8	ФОН+ОМУ $N_{40}P_{40}$	
9	ФОН+ОМУ $N_{60}P_{60}$	
10	ФОН+ОМУ $N_{80}P_{80}$	



Рис. 1 Загрузка удобрений в посевной комплекс Salford



Рис. 2 Внесение удобрений в почву с помощью ручного разбрасывателя



Рис. 3 Культивация опытного участка (заделка удобрений)





Рис. 4 Процесс взвешивания удобрений



Рис. 5 Проведение закладки опыта



Рис. 6. Осмотр полевых и производственных опытов

Фенологические наблюдения

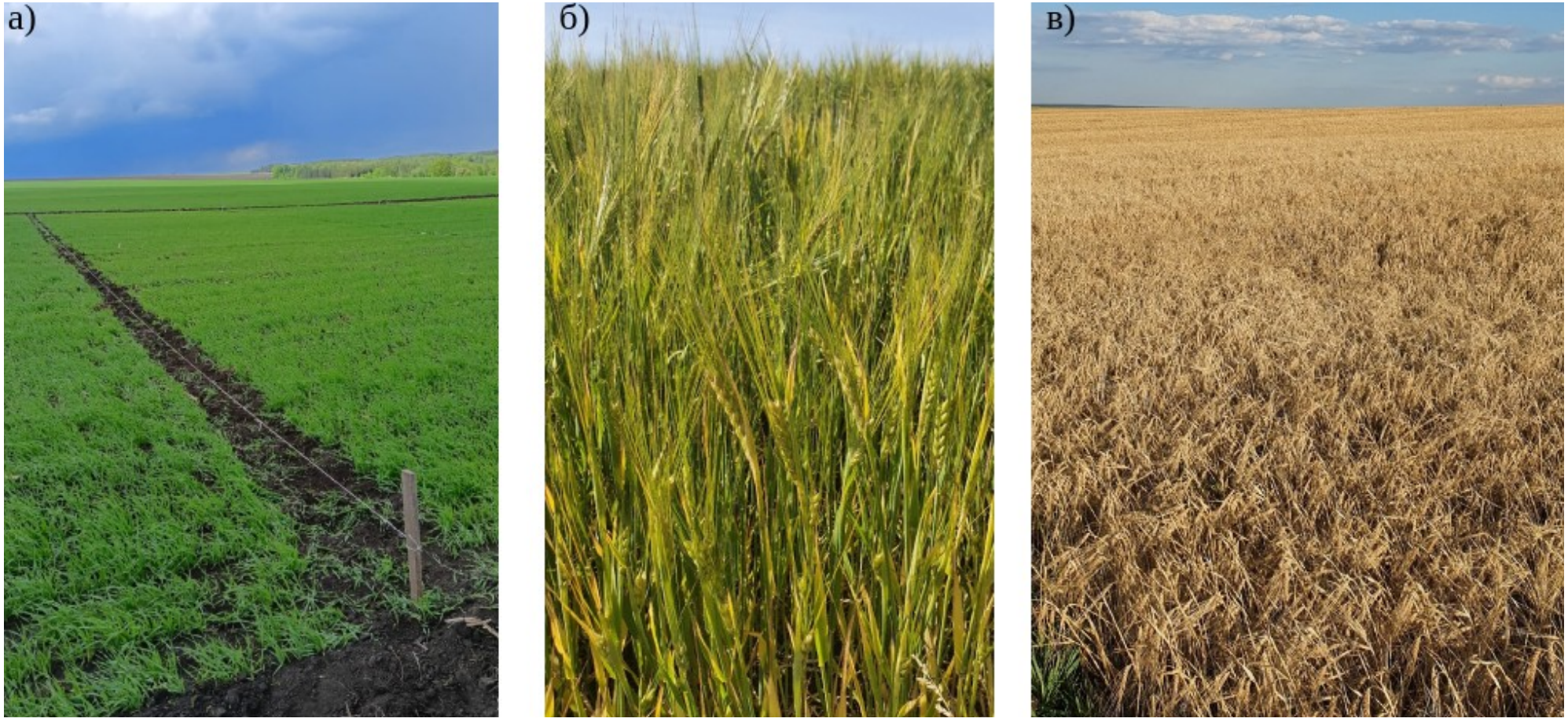


Рис. 7. Фазы: а) кущения; б) колошения; в) полной спелости растений ярового ячменя

Таблица 2

Фенологические наблюдения в полевом опыте 2023 г.

№	Вариант опыта	Фаза развития, дата							Длинна вегет. периода, дней
		Посева	Полных всходов	Кущения	Выход в трубку	Колошения	Молочно-восковой спелости	Полной спелости	
1	Контроль (без удобрений)	12.04	22.04	05.05	13.05	10.06	29.06	11.07	80
2	МУ $N_{50}P_{50}$	12.04	22.04	05.05	14.05	11.06	01.07	13.07	82
3	ОМУ $N_{50}P_{50}$	12.04	22.04	05.05	14.05	12.06	02.07	14.07	83
4	МУ $N_{100}P_{100}$	12.04	22.04	05.05	14.05	12.06	02.07	14.07	83
5	ОМУ $N_{100}P_{100}$	12.04	22.04	05.05	14.05	12.06	03.07	15.07	84
6	МУ $N_{150}P_{150}$	12.04	22.04	05.05	14.05	13.06	03.07	15.07	84
7	ОМУ $N_{150}P_{150}$	12.04	22.04	05.05	15.05	14.06	04.07	16.07	85

Таблица 3

Фенологические наблюдения в производственном опыте 2023 г.

№	Вариант опыта	Фаза развития, дата							Длинна вегет. периода, дней
		Посева	Полных всходов	Кущения	Выход в трубку	Колошения	Молочно-восковой спелости	Полной спелости	
1	Контроль	12.04	22.04	03.05	10.05	10.06	27.06	09.07	78
2	Фон (N_{20})	12.04	22.04	03.05	11.05	12.06	29.06	11.07	80
3	ФОН + МУ $N_{20}P_{20}$	12.04	22.04	03.05	11.05	12.06	29.06	11.07	80
4	ФОН + МУ $N_{40}P_{40}$	12.04	22.04	03.05	11.05	13.06	01.07	12.07	81
5	ФОН + МУ $N_{60}P_{60}$	12.04	22.04	03.05	12.05	13.06	02.07	14.07	83
6	ФОН + МУ $N_{80}P_{80}$	12.04	22.04	03.05	12.05	14.06	02.07	14.07	83
7	ФОН + ОМУ $N_{20}P_{20}$	12.04	22.04	03.05	11.05	13.06	02.07	11.07	80
8	ФОН + ОМУ $N_{40}P_{40}$	12.04	22.04	03.05	11.05	13.06	02.07	12.07	81
9	ФОН + ОМУ $N_{60}P_{60}$	12.04	22.04	03.05	12.05	13.06	03.07	13.07	82
10	ФОН + ОМУ $N_{80}P_{80}$	12.04	22.04	03.05	12.05	14.06	03.07	14.07	83

Таблица 4

Густота стояния и сохранность растений в полевом опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта,	Высеяно семян, шт./м^2	Густота всходов, шт./м^2	Полевая всхожесть, %	Густота стояния к уборке, шт./м^2	Сохранность, %
1	Контроль (без удобрений)	530	382	72,0	246	64,5
2	МУ $N_{50}P_{50}$	530	382	72,0	257	67,3
3	ОМУ $N_{50}P_{50}$	530	382	72,0	260	68,1
4	МУ $N_{100}P_{100}$	530	385	72,7	267	69,4
5	ОМУ $N_{100}P_{100}$	530	384	72,5	270	70,4
6	МУ $N_{150}P_{150}$	530	384	72,5	272	70,9
7	ОМУ $N_{150}P_{150}$	530	383	72,2	271	70,8

Таблица 5

Густота стояния и сохранность растений в производственном опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта,	Высеяно семян, шт./м^2	Густота всходов, шт./м^2	Полевая всхожесть, %	Густота стояния к уборке, шт./м^2	Сохранность, %
1	Контроль (без удобрений)	530	397	74,9	308	77,6
2	Фон (аммиачная селитра N_{20})	530	398	75,1	310	77,9
3	ФОН + МУ $N_{20}P_{20}$	530	397	74,9	315	79,3
4	ФОН + МУ $N_{40}P_{40}$	530	399	75,3	318	79,7
5	ФОН + МУ $N_{60}P_{60}$	530	399	75,3	320	80,2
6	ФОН + МУ $N_{80}P_{80}$	530	398	75,1	323	81,2
7	ФОН + ОМУ $N_{20}P_{20}$	530	397	74,9	310	78,1
8	ФОН + ОМУ $N_{40}P_{40}$	530	400	75,5	312	78,0
9	ФОН + ОМУ $N_{60}P_{60}$	530	398	75,1	315	79,1
10	ФОН + ОМУ $N_{80}P_{80}$	530	398	75,1	318	79,9

Динамика линейного роста растений



Рис. 8. Измерения длинны стеблей опытных растений

Таблица 6

Динамика линейного роста растений в полевом опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта	Дата						Высота растений перед уборкой
		28.05	08.06	18.06	29.06	10.07	21.07	
1	Контроль (без удобрений)	20	42	49	55	66	69	70
2	МУ $N_{50}P_{50}$	20	47	56	62	69	73	75
3	ОМУ $N_{50}P_{50}$	22	43	48	56	68	72	74
4	МУ $N_{100}P_{100}$	25	50	57	65	74	77	80
5	ОМУ $N_{100}P_{100}$	23	43	49	61	70	74	79
6	МУ $N_{150}P_{150}$	27	44	58	68	79	82	85
7	ОМУ $N_{150}P_{150}$	26	46	57	64	75	79	84

Таблица 7

Динамика линейного роста растений в производственном опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта	Дата						Перед уборкой
		28.05	08.06	18.06	29.06	10.07	21.07	
1	Контроль (без удобрений)	20	37	44	49	59	63	66
2	Фон N_{20}	24	45	53	58	67	70	71
3	ФОН + МУ $N_{20}P_{20}$	26	50	54	58	65	70	73
4	ФОН +МУ $N_{40}P_{40}$	26	51	59	65	70	73	76
5	ФОН +МУ $N_{60}P_{60}$	28	51	58	65	73	76	78
6	ФОН +МУ $N_{80}P_{80}$	29	53	61	66	75	78	80
7	ФОН +ОМУ $N_{20}P_{20}$	20	39	45	53	68	71	73
8	ФОН +ОМУ $N_{40}P_{40}$	20	38	46	54	68	73	74
9	ФОН +ОМУ $N_{60}P_{60}$	26	43	52	58	72	75	77
10	ФОН +ОМУ $N_{80}P_{80}$	27	46	54	61	73	76	78

Урожайность зерна



Рис. 9 Уборка урожая зерна комбайном



Рис. 10 Поделяночная уборка опытных посевов

Таблица 8

Урожайность зерна в полевом опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта, норма внесения	Урожайность зерна, т/га	Прибавка по отношению к контролю	
			т/га	%
1	Контроль (без удобрений)	3,34	-	-
2	МУ $N_{50}P_{50}$	3,88	0,54	16,1
3	ОМУ $N_{50}P_{50}$	3,71	0,37	11,1
4	МУ $N_{100}P_{100}$	4,18	0,84	25,2
5	ОМУ $N_{100}P_{100}$	4,00	0,66	19,8
6	МУ $N_{150}P_{150}$	4,37	1,03	30,8
7	ОМУ $N_{150}P_{150}$	4,28	0,94	28,1
$НСР_{05}$		0,12	-	-

Таблица 9

Урожайность зерна в производственном опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта, норма внесения	Урожайность зерна, т/га	Прибавка по отношению к контролю	
			т/га	%
1	Контроль (без удобрений)	2,68	-	-
2	Фон N_{20}	2,78	0,10	3,7
3	ФОН + МУ $N_{20}P_{20}$	3,78	1,10	41,1
4	ФОН + МУ $N_{40}P_{40}$	3,87	1,19	44,4
5	ФОН + МУ $N_{60}P_{60}$	3,89	1,21	45,2
6	ФОН + МУ $N_{80}P_{80}$	4,28	1,60	59,7
7	ФОН + ОМУ $N_{20}P_{20}$	2,88	0,20	7,5
8	ФОН + ОМУ $N_{40}P_{40}$	3,53	0,85	31,7
9	ФОН + ОМУ $N_{60}P_{60}$	3,79	1,11	41,4
10	ФОН + ОМУ $N_{80}P_{80}$	4,03	1,35	50,4
$НСР_{05}$		0,12	-	-

Структура урожая







Рис. 11. Процесс отбора снопов для определения структуры урожая

Таблица 10

Показатели структуры урожая зерна в полевом опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта, норма внесения	Число растений к уборке, шт./м^2	Число стеблей к уборке, шт./м^2	Число продуктивных стеблей, шт./м^2	Коэф. продуктивного кущения
1	Контроль (без удобрений)	246	594	553	2,2
2	МУ $N_{50}P_{50}$	257	650	555	2,2
3	ОМУ $N_{50}P_{50}$	260	724	615	2,4
4	МУ $N_{100}P_{100}$	267	603	574	2,1
5	ОМУ $N_{100}P_{100}$	270	750	647	2,4
6	МУ $N_{150}P_{150}$	272	642	561	2,1
7	ОМУ $N_{150}P_{150}$	271	759	684	2,5



Рис. 12. Определение биометрических показателей снопового материала



Рис. 13. Определение показателей продуктивности зерна

Продолжение таблицы 10

№	Вариант опыта, норма внесения	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна колоса, г	Масса всех зерен с 1 м^2/г	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
1	Контроль (без удобрений)	11,9	0,67	369	53,53	3,69
2	МУ $N_{50}P_{50}$	13,0	0,78	432	59,56	4,32
3	ОМУ $N_{50}P_{50}$	11,9	0,68	415	56,21	4,15
4	МУ $N_{100}P_{100}$	13,5	0,80	460	59,86	4,60
5	ОМУ $N_{100}P_{100}$	12,2	0,69	446	56,51	4,46
6	МУ $N_{150}P_{150}$	14,1	0,86	480	60,82	4,80
7	ОМУ $N_{150}P_{150}$	12,5	0,69	473	56,81	4,73

Таблица 11

Показатели структуры урожая зерна в производственном опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта, норма внесения	Число растений к уборке, шт./м^2	Число стеблей к уборке, шт./м^2	Число продуктивных стеблей, шт./м^2	Коэффициент продуктивного кущения	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна колоса, г	Масса всех зерен с 1 м^2/г	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
1	Контроль	308	538	511	1,7	10,9	0,570	291	51,50	2,91
2	Фон N_{20}	310	571	516	1,7	11,3	0,610	315	54,80	3,15
3	ФОН + МУ $N_{20}P_{20}$	315	669	648	2,1	11,8	0,650	421	54,83	4,21
4	ФОН +МУ $N_{40}P_{40}$	318	672	631	2,0	12,2	0,681	430	55,89	4,30
5	ФОН +МУ $N_{60}P_{60}$	320	670	628	2,0	12,4	0,693	435	56,17	4,35
6	ФОН +МУ $N_{80}P_{80}$	323	698	661	2,0	12,7	0,719	475	56,76	4,75
7	ФОН +ОМУ $N_{20}P_{20}$	310	659	550	1,8	11,2	0,582	320	52,62	3,20
8	ФОН +ОМУ $N_{40}P_{40}$	312	675	621	2,0	11,7	0,631	392	53,86	3,92
9	ФОН +ОМУ $N_{60}P_{60}$	315	696	660	2,1	11,6	0,638	421	55,06	4,21
10	ФОН +ОМУ $N_{80}P_{80}$	318	702	669	2,1	11,9	0,671	449	56,27	4,49

Качество зерна ячменя

Таблица 12

Качество зерна ячменя в полевом опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта,	Химический состав зерна, в абсолютно сухом веществе, %				
		белок	клетчатка	жир	зола	БЭВ
1	Контроль (без удобрений)	14,95	5,54	3,15	0,53	73,2
2	МУ $N_{50}P_{50}$	13,85	5,07	3,84	0,58	73,4
3	ОМУ $N_{50}P_{50}$	13,62	4,05	4,05	0,68	74,2
4	МУ $N_{100}P_{100}$	12,83	4,33	3,55	0,99	75,7
5	ОМУ $N_{100}P_{100}$	12,08	4,01	4,14	0,81	75,6
6	МУ $N_{150}P_{150}$	11,34	5,54	3,41	0,59	76,3
7	ОМУ $N_{150}P_{150}$	11,17	5,27	4,11	0,58	75,3

Таблица 13

Качество зерна ячменя в производственном опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта, норма внесения	Химический состав зерна, в абсолютно сухом веществе, %				
		белок	клетчатка	жир	зола	БЭВ
1	Контроль	11,03	5,44	3,46	0,33	79,7
2	Фон N_{20}	11,09	4,19	3,11	0,37	81,2
3	ФОН + МУ $N_{20}P_{20}$	10,57	4,21	3,70	0,37	81,2
4	ФОН +МУ $N_{40}P_{40}$	10,55	5,35	3,84	0,42	79,8
5	ФОН +МУ $N_{60}P_{60}$	10,43	5,14	3,50	0,42	80,5
6	ФОН +МУ $N_{80}P_{80}$	10,07	5,02	3,60	0,79	80,5
7	ФОН +ОМУ $N_{20}P_{20}$	10,24	4,91	3,87	0,46	80,5
8	ФОН +ОМУ $N_{40}P_{40}$	10,14	4,40	3,88	1,67	79,9
9	ФОН +ОМУ $N_{60}P_{60}$	10,12	4,78	3,99	1,02	80,1
10	ФОН +ОМУ $N_{80}P_{80}$	9,90	3,57	3,30	0,61	82,6

Агрохимические анализы почвы



Рис. 14. Отбор и подготовка почвенных образцов

Таблица 14

Агрохимические показатели почвы опытного участка в полевом опыте

№	Вариант опыта	$pH_{вод}$	$pH_{сол}$	Гумус, %
1	Контроль	6,5	6,3	5,1
2	МУ $N_{50}P_{50}$	6,4	5,9	5,1
3	ОМУ $N_{50}P_{50}$	6,4	5,8	5,6
4	МУ $N_{100}P_{100}$	6,2	5,8	6,9
5	ОМУ $N_{100}P_{100}$	6,4	5,5	6,2
6	МУ $N_{150}P_{150}$	6,5	6,0	7,0
7	ОМУ $N_{150}P_{150}$	6,2	5,8	6,3



Рис. 15 . Определение кислотности почвы при помощи pH-метра



Рис 16. Растворы для определения содержания гумуса в почве спектрофотометрическим способом

Продолжение таблицы 14

№	Вариант опыта	Подвижный фосфор, млн$^{-1}$	Подвижная сера, млн$^{-1}$	Азот нитратов, млн$^{-1}$	Обменный аммоний, млн$^{-1}$	Азот аммония, млн$^{-1}$
1	Контроль	174,8	9,1	0,9	2,5	1,94
2	МУ $N_{50}P_{50}$	175,6	14,7	1,1	3,4	2,64
3	ОМУ $N_{50}P_{50}$	175,3	9,5	0,7	3,5	2,72
4	МУ $N_{100}P_{100}$	205,4	24,1	0,9	4,4	3,42
5	ОМУ $N_{100}P_{100}$	188,1	13,9	0,7	4,4	3,42
6	МУ $N_{150}P_{150}$	209,1	26,1	1,2	8,5	6,60
7	ОМУ $N_{150}P_{150}$	204,7	19,4	1,1	4,5	3,50

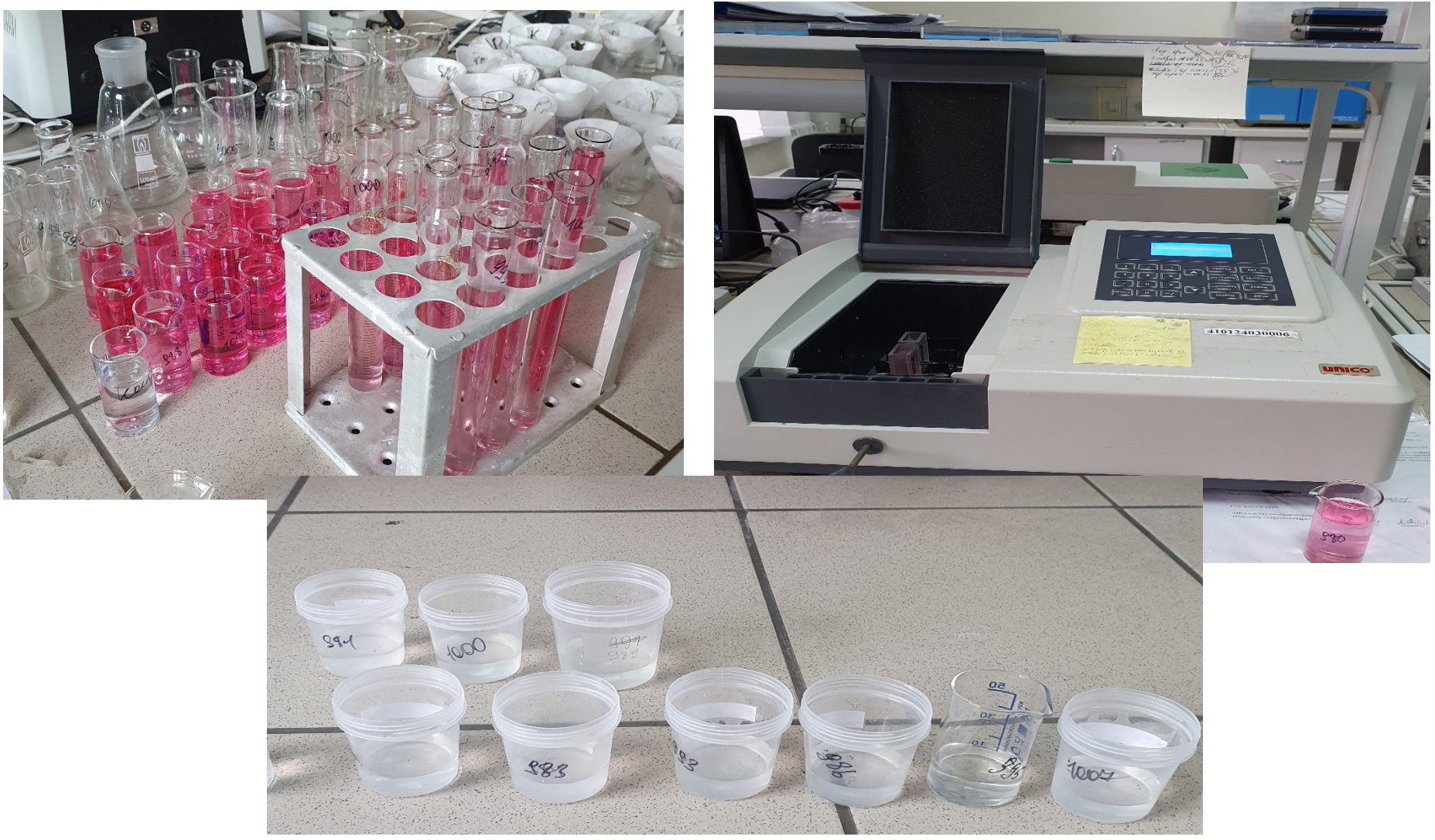


Рис. 17. Определение содержания нитратного азота и подвижной серы в почве

Таблица 15

Агрохимические показатели почвы опытного участка в производственном опыте

№	Вариант опыта	$pH_{вод}$	$pH_{сол}$	Гумус, %	Подвижный фосфор, $млн^{-1}$	Подвижная сера, $млн^{-1}$	Азот нитратов, $млн^{-1}$	Обменный аммоний, $млн^{-1}$	Азот аммония, $млн^{-1}$
1	Контроль	6,3	6,0	4,7	148,8	8,6	0,7	4,2	3,3
2	Фон N_{20}	6,4	6,0	5,0	176,2	9,2	1,3	5,5	4,3
3	ФОН + МУ $N_{20}P_{20}$	6,5	6,1	5,2	179,2	8,8	0,7	5,0	3,9
4	ФОН +МУ $N_{40}P_{40}$	6,5	6,1	4,9	181,5	9,8	0,9	5,8	4,5
5	ФОН +МУ $N_{60}P_{60}$	6,1	6,0	4,8	201,1	12,7	1,1	6,7	5,2
6	ФОН +МУ $N_{80}P_{80}$	6,2	5,7	7,0	217,6	13,0	1,1	6,4	5,0
7	ФОН +ОМУ $N_{20}P_{20}$	6,5	6,0	5,1	192,4	8,8	0,7	5,6	4,4
8	ФОН +ОМУ $N_{40}P_{40}$	6,4	6,1	5,2	225,8	9,9	0,9	7,5	5,8
9	ФОН +ОМУ $N_{60}P_{60}$	6,4	6,0	5,3	240,2	10,2	1,1	20,7	16,1
10	ФОН +ОМУ $N_{80}P_{80}$	6,0	5,8	6,7	250,3	10,9	1,0	45,2	35,1

Таблица 16

Содержание тяжелых металлов в почве, 2023

Вариант опыта	Концентрация элементов, мг/кг											
	Cd вал	Cd под	Pb вал	Pb под	Cu вал	Cu под	Zn вал	Zn под	Mn вал	Mn под	Fe вал	Fe под
Контроль	<1,0	<1,0	1,20	<1,0	3,1	1,9	8,7	6,0	215	178	3053	3008
МУ $N_{50}P_{50}$	<1,0	<1,0	1,90	1,50	3,1	2,3	8,3	7,2	212	181	3334	2768
ОМУ $N_{50}P_{50}$	<1,0	<1,0	1,70	1,59	2,3	2,2	10,5	8,5	291	206	3599	3407
МУ $N_{100}P_{100}$	<1,0	<1,0	3,20	1,90	7,2	2,0	10,7	8,1	512	201	3064	2347
ОМУ $N_{100}P_{100}$	<1,0	<1,0	2,20	1,42	6,9	2,3	11,1	8,5	279	200	4502	2894
МУ $N_{150}P_{150}$	<1,0	<1,0	1,35	1,20	5,5	2,0	10,8	8,3	270	252	3599	2631
ОМУ $N_{150}P_{150}$	<1,0	<1,0	4,40	1,80	6,7	2,1	12,8	8,6	602	240	>5000	3821
ФОН	<1,0	<1,0	2,60	1,80	5,0	2,4	10,3	9,5	332	311	2990	2916
ОДК	2,0		130		132		220		1500		38000	

Таблица 17

Экономическая эффективность применения удобрений
в полевом опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта, норма внесения	Урожайность зерна, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
1	Контроль (без удобрений)	3,34	46 760	9 548	37 212	389,7
2	МУ $N_{50}P_{50}$	3,88	54 320	12 412	41 908	337,6
3	ОМУ $N_{50}P_{50}$	3,71	51 940	11 648	40 292	345,9
4	МУ $N_{100}P_{100}$	4,18	58 520	15 276	43 244	283,1
5	ОМУ $N_{100}P_{100}$	4,00	56 000	14 799	41 201	278,4
6	МУ $N_{150}P_{150}$	4,37	61 180	17 186	**43 994**	256,0
7	ОМУ $N_{150}P_{150}$	4,28	59 920	15 850	**44 070**	278,0

Таблица 18

Экономическая эффективность применения удобрений в производственном опыте, 2023 г.

№	Вариант опыта, норма внесения	Урожайность т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
1	Контроль	2,68	37 520	9 548	27 972	292,3
2	Фон	2,78	38 920	11 700	27 220	232,6
3	ФОН+МУ $N_{20}P_{20}$	3,78	52 920	14 322	38 598	269,5
4	ФОН+МУ $N_{40}P_{40}$	3,87	54 180	15 278	38 902	254,6
5	ФОН+МУ $N_{60}P_{60}$	3,89	54 460	15 849	38 611	243,6
6	ФОН+МУ $N_{80}P_{80}$	4,28	59 920	16 200	**43 720**	269,8
7	ФОН+ОМУ $N_{20}P_{20}$	2,88	40 320	12 870	27 450	213,3
8	ФОН+ОМУ $N_{40}P_{40}$	3,53	49 420	13 412	36 008	268,5
9	ФОН+ОМУ $N_{60}P_{60}$	3,79	53 060	14 322	38 738	270,5
10	ФОН+ОМУ $N_{80}P_{80}$	4,03	56 420	16 231	**40 189**	247,6

Спасибо за внимание!

