

УДК 631.8

***АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЦЫ
ЯРОВОЙ***

Макаров М. Р.

Мл. научный сотрудник,

Тамбовский НИИСХ - филиал ФГБНУ «ФНЦ им. Мичурина»,

Россия, г. Тамбов

Макаров В.М.

Студент,

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,

Россия, г. Мичуринск

Аннотация. В статье отображены результаты трехлетних исследований, проводимых на черноземе типичном Тамбовской области. Исследования были направлены на оптимизацию питательного режима почвы, путем комплексного внесения классических минеральных удобрений и жидких минеральных удобрений включающих в свой состав микроэлементы, в том числе и в хелатной форме. Числовые данные полученные в результате исследований позволяют сделать некоторые выводы.

Ключевые слова: ячмень яровой, урожайность, масса 1000 зерен, натура, минеральные удобрения, некорневые подкормки.

***AGROBIOLOGICAL EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON YIELD AND
PHYSICAL PROPERTIES OF SPRING WHEAT***

Makarov M. R.

Jr. Researcher,

Tambov Research Institute of Agricultural Sciences - branch of the Federal State

Budgetary Budgetary Institution "FNC named after Michurina",

Russia, Tambov

Makarov V.M.

Student,

Michurinsky State Agrarian University,

Russia, Michurinsk

Abstract. The article presents the results of three years of research conducted on typical chernozem in the Tambov region. The research was aimed at optimizing the nutrient regime of the soil through the complex application of classical mineral fertilizers and liquid mineral fertilizers containing trace elements, including in chelated form. The numerical data obtained as a result of the research allows us to draw some conclusions.

Keywords: spring barley, yield, weight of 1000 grains, nature, mineral fertilizers, foliar fertilizers

Введение. Одной из основных задач сельского хозяйства по производству зерна является получение высокого урожая и требуемого качества продукции, возделываемой культуры.

Повышение урожайности качественных показателей яровой пшеницы без полноценного обеспечения растений всеми элементами питания невозможно [1].

Достичь сбалансированности продуктивных свойств и качественных признаков в одном сорте довольно трудно, но благодаря современному уровню развитию селекции вполне возможно. Селекционеры создали за последние годы ряд сильных и ценных по качеству сортов пшеницы. Но самые лучшие сорта и гибриды не могут формировать качественного зерна без создания необходимых условий для реализации их наследственных возможностей. При низкой культуре земледелия реализация потенциала затрудняется, что приводит к снижению урожайности и качества продукции. Поэтому необходим комплекс мероприятий, обеспечивающий выращивание высоких урожаев хорошего качества [2].

Яровая пшеница весьма требовательная культура к условиям минерального питания. Накопление азота в растениях пшеницы находится в

прямой зависимости от концентрации доступных форм этого элемента в корнеобитаемом слое почвы. При достаточной влажности почвы и низкой концентрации доступного азота, внесение его в нитратной форме стимулирует развитие корневой системы в удобренном слое почвы [3].

Применение удобрений при рациональном их внесении оказывает значительное влияние на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, качественные показатели и сохранение плодородия почвы [4].

Цель исследований - агрономическое и экономическое улучшение существующей системы удобрения яровой пшеницы путем корректировки комплексного использования классических минеральных удобрений и жидких минеральных удобрений, включающих в свой состав микроэлементы.

Задачи исследования:

- 1.Получение в полевых условиях необходимых образцов для определения урожайности с различных вариантов, для последующего анализа цифровых данных.
- 2.В лабораторных условиях определить факторы влияющие на качество зерна пшеницы яровой, для последующего анализа и соответствующих выводов.

Объект исследования- яровая пшеница сорта Дарья. Сорт мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Среднеспелый, среднерослый, устойчив к полеганию. Районирован по Центрально-Черноземному региону [5].

Практическая значимость. Рекомендации производителю сельскохозяйственной продукции по улучшению питательного режима яровой пшеницы и оптимизации как агрономических, так и экономических факторов производства.

Материалы и методы проводимых исследований. Длительный стационарный опыт был заложен на базе отдела земледелия Тамбовского НИИСХ-филиал ФГБНУ «ФНЦ им.И.В.Мичурина», согласно одной из классических методик по закладке такого рода опытов [6].

Место для закладки опыта было выбрано с учетом почвенных условий характерных для Тамбовской области [7].

Почва выбранного участка характеризовалась, как типичный чернозем с максимальным содержанием гумуса – 7,1% отмечается в пахотном горизонте со снижением его до 5,8 % в подпахотном горизонте.

Емкость поглощения (S) уменьшается сверху 40,3 мг\экв. на 100г почвы, вниз до 38,3 мг/экв. на 100г почвы.

При этом pH(KCl) солевой вытяжки имеет слабокислую реакцию с 6,1 до 6,6. Гидролитическая кислотность (Нг.) с глубиной падает с 4,6 до 2,5 мг/экв. на 100 г почвы. Содержание подвижных форм азота и фосфора снижается сверху вниз. Обменный калий распределен по профилю почвы более равномерно (табл.1).

Таблица 1-Агрохимические показатели почвы

Показатели	Единицы измерения	Слой, см	Годы			
			2022	2023	2024	Среднее
Гумус	%	0-30	7,1	6,8	6,9	6,9
		30-50	5,8	5,9	5,8	5,8
рН _(KCl)	-	0-30	6,2	6,1	6,2	6,2
		30-50	6,5	6,6	6,5	6,5
Н _г	мг\экв. на 100г почвы	0-30	3,1	4,6	3,9	3,9
		30-50	2,7	2,2	2,5	2,5
S	мг\экв. на 100г почвы	0-30	39,7	40,3	39,7	39,9
		30-50	38,3	40,0	38,9	39,1
V	%	0-30	92	90	91	91
		30-50	94	95	94	94
N-NO ₃	Мг\кг	0-30	4,4	5,3	4,8	4,8
		30-50	4,2	5,2	4,6	4,7
N-NH ₄		0-30	1,7	2,6	2,1	2,1
		30-50	1,5	1,8	1,6	1,6
P ₂ O ₅		0-30	63	68	68	66
		30-50	62	47	56	55
K ₂ O		0-30	240	242	243	242
		30-50	222	240	231	231

Исходя из числовых показателей агрохимического состава, можно считать, что почва опытного участка имеет довольно высокий потенциал плодородия и способна, при надлежащей агротехнике, обеспечивать высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Высокое содержание гумуса и питательных веществ позволяет получать, при благоприятных погодных условиях, высокие урожаи с/х культур.

Климатические показатели в месте проведения исследований являются умеренно континентальными с неустойчивым увлажнением [8].

Погодные условия по годам, в период проведения опыта, и за время вегетации растений, определяют значительные колебания урожая и эффективность удобрений.

Лимитирующим фактором формирующим урожай в Тамбовской области являются осадки [9].

Среднесуточная температура составляет 6,4⁰С, абсолютный минимум зафиксирован в январе (2006), минус 38⁰С, абсолютный максимум зафиксирован в июле (2010), плюс 41,1⁰С. Самый теплый месяц июль, а самый холодный февраль. Сумма эффективных температур, /выше 10⁰С/- 2400 ⁰С. Безморозный период – 145 дней. Гидротермический коэффициент (ГТК) равен 0,9-1,3 с широкими изменениями в засушливые и влажные годы.

Среднемноголетнее годовое количество осадков составляет 511 мм, месячный максимум в 1995 году – 801 мм, месячный минимум 2014 году- 334,0 мм.

Максимум осадков приходится на апрель - октябрь, и составляет до 70% годовой нормы [8].

Анализируя метеорологические условия в годы проведения исследований по периодам вегетации, температурный режим и выпадение осадков были различными (табл.2).

Таблица 2- Метеорологические условия в годы проведения исследований

Годы	Месяцы						Апрель- сентябрь	За год
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь		
Средняя месячная температура, °С								
Ср.многолетняя(1845-2021 гг.)	7,7	15,0	18,5	20,7	19,1	13,2	15,5	6,4
2022	9,3	10,7	19,3	20,6	22,6	11,2	15,6	7,2
2023	10,0	14,0	16,5	20,0	20,7	14,9	16,0	7,5
2024	13,9	12,0	20,8	20,4	19,7	17,0	17,3	7,9
Количество выпавших осадков, мм рт.ст.								
Ср.многолетняя(1936-2021 гг.)	29	43	66	55	43	44	280	511
2022	51	35	23	98	22	66	295	596
2023	17	29	60	143	19	5	273	592
2024	19	17	26	55	26	0	143	372

Оценивая числовые данные из таблицы можно заключить, что в годы проведения исследований, температура не существенно отличалась от средних многолетних, т.е. от нормы.

Количество выпавших осадков несколько колебалась по годам, но в целом это не помешало нам провести необходимые исследования.

Предшественником яровой пшеницы являлся подсолнечник.

Обработка поля осенью включала в себя дискование растительных остатков подсолнечника под разными углами, зяблевую вспашку на глубину 27 см, ранневесеннее боронование и предпосевную культивацию.

Посев проводили семенами обработанными против болезней и вредителей, рекомендованной производителем семян нормой высева сеялкой СЗ-5,4. Посевы прикатывали гладкими катками.

Уход за посевами состоял из химической обработки гербицидами, а также против болезней и вредителей по мере наступления порога вредоносности.

Уборку проводили малогабаритным комбайном САМПО 500.

Учет поделяночный.

Качественные показатели проводили в лабораторных условиях.

В опыте использовали классические минеральные удобрения: азофоска ($N_{16}P_{16}K_{16}$), аммиачная селитра (N_{34}), мочевины (N_{46}), а также жидкое

минеральное удобрение для предпосевной обработки семян «Мегамикс-семена», для некорневой подкормки «Мегамикс-профи».

В состав «Мегамикс-семена» входят микроэлементы (В – 4,6; Cu – 33,0; Zn – 31,0; Mn – 3,0; Fe – 4,0; Mo – 7,0; Co – 2,8; Cr – 0,5; Ni – 0,1; Se – 0,1; N – 58,0; P – 6,0; K – 58; S – 50,0; Mg – 22,0. Обработка семян проводили из расчета 2 л/т.

Для некорневой подкормки использовали «Мегамикс-профи» в составе: В – 1,7; Cu – 7,0; Zn – 14,0; Mn – 3,5; Fe – 3,0; Mo – 4,6; Co – 1,0; Cr – 0,3; Se – 0,1; Ni – 0,1; N – 6,0; S – 29,0; Mg – 15,0). Некорневую подкормку проводили из расчета 1л/га.

Схема опыта выглядела следующим образом:

1. Контроль (без удобрений)

2. $N_{40}P_{40}K_{40}$

3. N_{30}^{10}

4. N_{30}^7

5. $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{30}^{10}$

6. $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{30}^{10} + M_3$

7. $N_{40}P_{40}K_{40} + M_3$

*Примечание: N_{30}^{10} -аммиачная селитра в предпосевную культивацию. 7. N_{30}^7 -водный раствор мочевины в фазу кущения, M_3 –«мегамикс» в фазу кущения. В схеме опыта N_{30} -доза внесения, число 10 означает аммиачную селитру, т.к. присутствует другое удобрение карбамид N_{30} , означаемое числом 7.

Посевная площадь делянки 207,2 м² , учетная 140 м² .

Результаты исследований и обсуждение. Все варианты с внесением минеральных удобрений, показали прибавку, относительно контроля, без удобрений (табл.3).

Таблица 3- Урожайность яровой пшеницы

Варианты	Урожайность, т/га				Прибавка, т/га			
	2022	2023	2024	Сред	2022	2023	2024	Сред
1. Контроль (без удобрений)	3,22	3,45	2,00	2,89	-	-	-	-
2. N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	3,49	3,72	2,21	3,14	0,27	0,27	0,21	0,25
3. N ₃₀ ¹⁰	3,40	3,64	2,11	3,05	0,18	0,19	0,11	0,16
4. N ₃₀ ⁷	3,29	3,96	2,04	3,1	0,07	0,51	0,04	0,21
5. N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + N ₃₀ ¹⁰	3,81	4,09	2,49	3,46	0,59	0,64	0,49	0,57
6. N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + N ₃₀ ¹⁰ + M ₃	3,91	4,18	2,60	3,56	0,69	0,73	0,60	0,67
7. N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + M ₃	3,68	3,94	2,38	3,33	0,46	0,49	0,38	0,44
НСР ₀₅	0,22	0,1	0,26					

Максимальную урожайность 3,56 т/га, в среднем за три года, показал вариант 6, с внесением основного удобрения азофоска, N₄₀P₄₀K₄₀, аммиачной селитры под предпосевную культивацию, N₃₀ и некорневой подкормкой жидким минеральным удобрением «мегамикс», в фазу кущения. Прибавка к контролю, без удобрений, составила 0,67 т/га.

Одним из основных технологических показателей является масса 1000 зерен (ГОСТ – 12042 – 80). С помощью этого показателя возможна оценка запасов питательных веществ в семенах, т.е. чем выше масса 1000 семян одной и той же культуры, тем выше содержание в ней питательных веществ [10].

Максимальную массу 1000 зерен, показал вариант 7, с внесением основного удобрения, азофоска, в дозе N₄₀P₄₀K₄₀ и некорневой подкормкой жидким минеральным удобрением, содержащим микроэлементы - «мегамикс». Результат составил 37,3 грамма, с прибавкой к контролю, без удобрений, 5,2 грамма.

Понятие натуры определяет массу 1 л семян, выраженную в граммах. Значение натуры зависит от влияния многих факторов: сферичности, крупности, плотности, наличия примесей в зерновой массе, их вида и т.д. Натура приближенно показывает степень выполненности зерна. Зерно выполненное, полновесное имеет повышенную натуру.

Максимальная натура, в среднем за три года – 771,8 г/л, была в варианте 7, с основным внесением удобрения $N_{40}P_{40}K_{40}$ и некорневой подкормкой жидким минеральным удобрением в фазу весеннего кущения. Прибавка к контролю, без удобрений, составила 10,2 грамма.

Таблица 4 - Масса 1000 зерен и натура в зависимости от удобрений, г ; г/л.

Вариант	2022		2023		2024		Средние	
	Масса 1000 зерен	Натура	Масса 1000 зерен	Натура	Масса 1000 зерен	Натура	Масса 1000 зерен	Натура
1. Контроль (без удобрений)	33,0	782,3	32,0	758,8	31,4	743,6	32,1	761,6
2. $N_{40}P_{40}K_{40}$	38,0	782,3	36,9	735,3	36,2	720,6	37,0	746,1
3. N_{30}^{10}	36,0	775,4	34,9	752,1	34,2	737,1	35,0	754,9
4. N_{30}^7	36,0	785,6	35,0	762,0	34,3	746,8	35,1	764,8
5. $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{30}^{10}$	37,5	785,3	36,4	761,4	35,7	746,2	36,5	764,3
6. $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{30}^{10} + M_3$	36,5	780,5	35,4	757,1	34,7	757,1	35,5	764,9
7. $N_{40}P_{40}K_{40} + M_3$	37,0	787,6	37,9	763,9	37,1	763,9	37,3	771,8

Заключение. Таким образом числовые результаты, полученные в результате полевых и лабораторных исследований, позволяют сделать некоторые выводы:

1. Все варианты с применением минеральных удобрений, показали положительную прибавку к урожайности, относительно контроля, без удобрений. Максимальная урожайность составила 3,56 т\га. Прибавка к контролю, без удобрений 0,67 т\га.
2. Показатели массы 1000 зерен и натуры так же зависели от внесения минеральных удобрений и колебались по вариантам. Максимальная масса 1000 зерен 37,3 грамма. Прибавка к контролю 5,2 грамма. Максимальная натура 771,8 г/л. Прибавка к контролю, без удобрений 10,2 грамма.

Полученные числовые данные показали агрономическую эффективность внесения основных минеральных удобрений при возделывании пшеницы яровой, в совокупности с внесением аммиачной селитры под предпосевную культивацию и некорневой подкормкой в фазу кущения жидким минеральным удобрением «мегамикс». Исследования показали необходимость увеличения количества азота непосредственно в период посева, т.е. в предпосевную культивацию, а также необходимость в некорневой подкормке яровой пшеницы в фазу кущения.

Конкретные и конечные дозы внесения удобрений определяет агроном хозяйства, в зависимости от агрохимического состава почвы конкретного участка.

Библиографический список:

1. Гамзиков Г.П. Почвенная диагностика азотного питания растений и применения азотных удобрений в севооборотах / Г.П. Гамзиков // Плодородие. 2018. № 1 (100). – С. 8-14
2. Алабушев А. В., Донцова А. А., Марченко Д. М. Проблемы производства качественного зерна пшеницы в России // Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО–2017): материалы V Междунар. науч.-практ. конф. Ростов н/Д., 2017. С. 357–362.
3. Козьмина Н. П. Зерноведение (с основами биохимии растений). – М.: Колос, 2006. – 464 с.
4. Рассадин А.Я. Урожайность зерновых культур при ресурсосберегающей обработке почвы // Сберегающее земледелие: будущее сельского хозяйства России: матер. IV Междунар. науч.-практич. конф. – М., 2006. – 307 с
5. Дарья // пшеница мягкая яровая. Характеристики и отзывы[сайт] — режим доступа: <https://direct.farm/knowledge/plant/pshenica-myagkaya-yarovaya/236> свободный (дата обращения: 16.05.2025).
6. Доспехов Б.А. Методики полевого опыта. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. – 416 с.

7. Тамбовская область. Природа. Большая российская энциклопедия // bigenc.ru[сайт] — режим доступа: <https://bigenc.ru/c/tambovskaia-oblast-priroda-10c558> свободный (дата обращения: 16.05.2025)
8. Калущкова Н. Н., Т. К. и др. Тамбовская область // Большая российская энциклопедия. Электронная версия (2021); <https://old.bigenc.ru/geography/text/5782386> Дата обращения: 19.05.2025
9. Макаров, Р.Ф. Влияние удобрений на потребление подсолнечником питательных веществ по фазам развития, распределение их в растении и вынос с урожаем / Р. Ф. Макаров, Р. И. Фролова // Агрохимия. –М.: 1975. – № 2. – С. 88-91.
10. Алтыбаева А. К. Зависимость показателей масса 1000 семян, натура зерна сортов мягкой яровой пшеницы от года возделывания на примере засушливых условий Павлодарской области (РК) / А. К. Алтыбаева // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: сборник трудов конференции. Часть 1. – 2023. – С. 3-6.

Оригинальность 76%