

10. Новиков Н.Н. Формирование качества зерна хлебопекарной пшеницы при выращивании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве / Н.Н. Новиков // Известие ТСХА, 2010. – Вып. 1. – С. 59-72.
11. Прогноз развития метеоситуаций на ближайшие десятилетия XXI века и реакция на них сельскохозяйственных культур: материалы межрегиональной научно-практической конференции. – Краснодар, 1999. – 92 с.
12. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата: мировой агроклиматический справочник / Г.Т. Селянинов. – Л. – М., 1977. – 220 с.

13. Система ведения сельского хозяйства в Дагестане. – Махачкала: Дагкнигоиздат, 1967. – 617 с.
14. Цугленок Н.В. Моделирование динамики продуктивности и биометрических показателей яровой пшеницы / Н.В. Цугленок, С.Н. Никулочкина, В.В. Матюшев, В.К. Ивченко // Вестник КрасГАУ, 2012. – №8. – С. 58-63.
15. Godon B. Proteines vegetales / B. Godon / Technique et documentation. – Lavoisier Apria, 1991. – 685 p.

THE MAIN INDICATORS OF BIOMETRICS AND QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN IN THE DRY STEPPE ZONE OF DAGESTAN

S.A. Teymurov, M.-R.A. Kaziev, K.M. Ibragimov

FSBSI «Federal agricultural research center of the Republic of Dagestan»

367014, MKR Nauchnyj gorodok, st. A. Shahbanova 30, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation,

e-mail: samteim@rambler.ru

In the irrigated conditions of Dagestan, the action of mineral fertilizers plays an important role in increasing the grain yield of agricultural crops, including winter wheat. The influence of nitrogen fertilization (N30, N60 and N90) on the background of P90 on the main biometric indicators and the quality of winter wheat grain of the Grom variety was studied on the territory of the Tersko-Sulak substructure. The data on the effectiveness of the use of mineral fertilizers on winter wheat crops on meadow-chestnut irrigated soils in the conditions of the dry-steppe zone of Dagestan are presented.

Keywords: biometrics, winter wheat, nitrogen fertilizing, climatic conditions, irrigation, meadow-chestnut soil, economic efficiency.

УДК 631.559:631.45:631.81

DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.16

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Н.А. Кирпичников, д.с.-х.н., Е.Н. Старостина, Г.А. Ивашенков, ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127434, Москва, ул. Прянишникова, 31А givashenkov@bk.ru

Изложены результаты исследований по применению систем удобрения в сочетании с препаратами (микроэлементы, регуляторы роста растений) нового поколения в технологиях возделывания ярового ячменя сорта Владимир в длительном полевом опыте на окультуренной дерново-подзолистой почве Центрального Нечерноземья. Применение химических средств защиты растений без удобрений (контроль) обеспечило получение в 2017-2022 г. средней урожайности 29,5 ц/га. Совместное применение удобрений с химическими средствами защиты увеличило урожайность на 18,6 ц/га, а при использовании современных комплексов микроудобрений (Микроэл, Аквамикс-СТ) и регуляторов роста растений (Мивал-агро, Мелафен, Зеребра-агро) – на 30,0 ц/га по сравнению с контролем. Их эффективность на фонах минеральной и органоминеральной систем практически равная. Окупаемость 1 кг NPK прибавкой зерна ярового ячменя при этом увеличилась с 7,2 до 11,7 кг/кг. Совместное применение удобрений, комплекса микроэлементов и регуляторов роста существенно (на 2 %) повышало содержание белка в зерне, достигая в среднем 12,1 %.

Ключевые слова: яровой ячмень, урожайность, качество зерна, система удобрения, микроэлементы, регуляторы роста, дерново-подзолистая почва.

Для цитирования: Кирпичников Н.А., Старостина Е.Н., Ивашенков Г.А. Эффективность комплексного применения средств химизации на дерново-подзолистой почве с использованием микроэлементов и регуляторов роста в посевах ярового ячменя // Плодородие. – 2023. – №2. – С. 63-66. DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.16.

Яровой ячмень – одна из основных зерновых культур Центрального Нечерноземья. Он отличается высокой требовательностью к плодородию почвы и минеральному питанию, а также к гидротермическим условиям [1].

Зона Центрального Нечерноземья располагает благоприятными природно-климатическими условиями для возделывания ярового ячменя. На окультуренных дерново-подзолистых почвах при оптимальной обеспеченности растений элементами питания и интегрированной системе защиты растений в этих условиях, формируется относительно высокая урожайность ярового ячменя – до 50-60 ц/га [2-5].

Появление новых высокопродуктивных сортов ярового ячменя и использование интенсивных технологий усиливает потребность в микроэлементах (цинк, кобальт, марганец, медь, молибден, селен и т.д.), тем более что почвы зоны Нечерноземья в основном слабо обеспечены этими элементами питания растений. Поэтому здесь широко применяют комплексные удобрения, содержащие несколько микроэлементов [6].

Эффективным приёмом в интенсивных технологиях является также и применение регуляторов роста, которые прошли испытания в зоне Нечерноземья [7, 8].

Однако эффективность сочетания микроэлементов и регуляторов роста нового поколения в зависимости от

систем удобрения при возделывании ярового ячменя интенсивного типа на дерново-подзолистой суглинистой почве изучена недостаточно.

Цель исследований – определить эффективность применения микроэлементов в сочетании с регуляторами роста в зависимости от минеральной и органоминеральной систем удобрения при возделывании ярового ячменя сорта Владимир на дерново-подзолистой почве.

Методика. Опыт заложен в 1959-1961 г. в Московской области на ЦОС ВНИИА. Дерново-подзолистая почва на тяжелом суглинке изначально имела низкие агрохимические показатели: pH_{KCl} 4,3-4,5, гумус по Тюрину – 1,58 %, P_2O_5 и K_2O по Кирсанову, соответственно, 21 и 133 мг/кг почвы. Фитосанитарное состояние посевов было неблагоприятным из-за обилия сорных растений, болезней и вредителей, обитавших на данной территории. Для повышения окультуренности почвы периодически проводили известкование в дозе 14 т/га, вносили удобрения NPK, согласно рекомендуемым дозам в данной зоне, обрабатывали посевы новейшими гербицидами и фунгицидами для улучшения фитосанитарной обстановки агроценозов.

В опыте применяли полевой зернотравяной севооборот, который проводили на трех полях, последовательно закладываемых во времени, чтобы получать трехгодичные данные. Каждое поле делилось на две системы: ОМС (органоминеральная система) и МС (минеральная система), на которых вносили в среднем $N_{63}P_{41}K_{75}$ ежегодно; в органоминеральной системе наряду с минеральными удобрениями использовали промежуточные сидераты в качестве органического удобрения, а также навоз КРС ежегодно в дозе 9 т/га. Начиная с 2013 г., в вариантах ОМС в качестве органического удобрения использовали биомассу сидеральной культуры (горчица белая) после посева озимой пшеницы и солому зерновых культур. В последние годы (2017-2022 г.) парозанимаемой культурой под озимую пшеницу был горох на сидерат. Яровой ячмень сорта Владимир – среднеспелый, среднерослый, среднеустойчив к болезням.

Минеральные удобрения вносили в виде аммиачной селитры, суперфосфата и хлористого калия. Под яровой ячмень доза минеральных удобрений составила $N_{60}P_{50}K_{140}$. Химические средства защиты растений (ХСЗР) – гербициды, фунгициды, ретарданты, инсектициды, вносили общим фоном. Использовали современные пестициды, рекомендованные в данной зоне для возделывания ярового ячменя [6].

Препараты нового поколения, представленные комплексными микроудобрениями Микроэл и Аквамикс-СТ, применяли в норме 0,2 л/га и 1,2 кг/га соответственно. Микроэл – жидкое микроудобрение со следующими элементами питания: N – 0,4 %, K – 0,03, Mg – 1,32, S – 5,7, Fe – 0,3, B – 0,15, Mo – 0,2, Mn – 0,31, Cu – 0,6, Zn – 1,3, Co – 0,08 %. Аквамикс-СТ – микроудобрение в хелатной форме, содержащее 7 микроэлементов: Fe – 1,74 %, Mn – 2,57, Zn – 0,53, Cu – 0,53, Ca – 2,57, B – 0,52, Mo – 0,13 %. В разные годы посевы обрабатывали регуляторами роста – Мивал-агро (15 г/га), Мелафен (0,1 л/га), Зеребра-агро (0,15 л/га). Агрохимикаты вносили тракторным опрыскивателем ОП-600 в фазе начала выхода в трубку растений при норме расхода воды 150 л/га.

Площадь посевной делянки 90 м², учетной – 24 м². Учет, наблюдения и методы анализа почвы и растений в опыте соответствуют рекомендованным методикам и ГОСТам: содержание белка в зерне определяли по ГОСТу 10846-91, натурную массу зерна – по ГОСТу 10840-64, массу 1000 зерен – по ГОСТу 10842-89.

Уборку осуществляли комбайном «Сампо». Дисперсионный анализ данных проводили по Б. А. Доспехову.

Результаты и их обсуждение. Многолетнее внесение удобрений и известкование в опыте значительно улучшили агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы (pH_{KCl} 5,2-5,6, гумус по Тюрину – 1,95-2,0 %, подвижные формы фосфора и калия по Кирсанову 212 и 228 мг/кг почвы соответственно).

Урожайность и качество зерна ярового ячменя во многом зависели от погодных условий в период вегетации. Наиболее благоприятные условия для роста и развития растений сложились в 2017, 2018 и 2022 г. (табл. 1 и 2). Так, в 2022 г. урожайность достигала 89,5 ц/га.

Метеорологические условия других лет (2019-2021 г.) характеризовались повышенным количеством атмосферных осадков весной и отсутствием их в летний период (фазы цветения и налива зерна) при высокой температуре воздуха (до 30-33 °С). Эти условия отрицательно сказались на формировании урожайности ярового ячменя, которая в лучших вариантах опыта составила 37,3-50 ц/га. Применяемые системы удобрения продемонстрировали высокие результаты во все годы исследований. Минеральная система, как и органоминеральная, повысили урожайность в среднем за 2017-2019 г. – в 1,5 раза, за 2020-2022 г. – в 1,7 раз, при уровнях на контроле (без удобрений) 32,5 и 27,1 ц/га соответственно.

1. Влияние систем удобрения, комплекса микроэлементов и регуляторов роста растений на урожайность ярового ячменя и окупаемость удобрений (за 2017-2019 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка, ц/га		Окупаемость (1 кг NPK зерном, кг)
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее за 3 года	от систем удобрения	от микроэлементов и регуляторов роста	
Контроль (только ХСЗР)	31,6	37,0	29,0	32,5	-	-	-
МС	63,5	50,4	38,3	50,7	18,2	-	7,3
МС + Микроэл	65,5	56,8	39,0	53,8		3,1	8,5
МС + Микроэл + Мивал-Агро + Мелафен	66,4	62,5	44,5	57,8		7,1	10,1
ОМС	63,7	49,8	38,2	50,6	18,1	-	7,2
ОМС + микроэл	65,7	57,8	42,2	55,2		4,6	9,0
ОМС + микроэл + Мивал-Агро + Мелафен	68,1	64,4	50,0	60,8		10,2	11,5
НСР ₀₅	2,6	3,4	2,2				

Примечание. ХСЗР – химические средства защиты растений, МС – минеральная система, ОМС – органоминеральная система.

2. Влияние систем удобрения, комплекса микроэлементов и регуляторов роста растений на урожайность ярового ячменя и окупаемость удобрений (за 2020-2022 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка, ц/га		Окупаемость (1 кг NPK зерном, кг)
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее за 3 года	от систем удобрения	от микроэле- ментов и регуляторов роста	
Контроль (только ХСЗР)	14,0	19,3	48,1	27,1	-	-	-
МС	29,4	32,5	77,0	46,3	19,2	-	7,7
МС + Аквамикс-СТ	34,4	36,8	84,4	51,9		5,6	9,9
МС + Аквамикс-СТ + Мелафен + Зеребра-Агро	38,8	42,1	84,9	55,3		9,0	11,3
ОМС	28,0	33,6	75,2	45,6	18,5	-	7,4
ОМС + Аквамикс-СТ	32,4	37,0	85,7	51,7		6,1	9,7
ОМС + Аквамикс-СТ + Мелафен + Зеребра-Агро	37,3	43,0	89,5	56,6		11,0	11,8
НСП ₀₅	3,2	2,7	4,1				

Применение агрохимикатов приводило к дальнейшему повышению урожайности. Внесение одних микроэлементов в виде комплекса Микроэл обеспечивало среднюю за 2017-2019 г. прибавку на фоне минеральной системы 3,1 ц/га, на фоне органоминеральной – 4,6 ц/га. Применение комплекса микроэлементов Аквамикс – СТ в условиях 2020-2022 г. повышало урожайность ярового ячменя на 5,6 и 6,1 ц/га соответственно. Внесение регуляторов роста растений Мивал-Агро + Мелафен – в 2017-2019 г., и Мелафен + Зеребра-Агро – в 2020-2022 г. достоверно увеличивало урожайность во все годы исследований с некоторым преимуществом на фоне органоминеральной системы удобрения. При сочетании микроэлементов и регуляторов роста растений урожайность повышалась на

фоне минеральной системы на 14-20 %, органоминеральной – 20-24 %.

Максимальная урожайность ярового ячменя формировалась при использовании комплекса микроэлементов и регуляторов роста растений и составила в условиях 2017-2019 г. на фоне минеральной системы 57,8 ц/га, на фоне органоминеральной системы удобрения – 60,8 ц/га. Это превышает уровень контроля (без удобрений) в 1,8 и 1,9 раза, соответственно, а в условиях 2020-2022 г. – почти в 2 раза. При совместном применении микроэлементов и регуляторов роста окупаемость удобрений прибавкой зерна превышает уровень фонов на 40 и 57% в условиях 2017-2019 г., и на 47 и 60% в условиях 2020-2022 г. Урожайность ярового ячменя определялась его структурой (табл. 3).

3. Структура урожая и качество зерна ярового ячменя

Вариант	Структура урожая			Качество зерна	
	число зерен в колосе	масса 1000 зерен, г	K _{хоз} урожая	содержа- ние бел- ка, %	экстрак- тив- ность, %
<i>В среднем за 2017-2019 г.</i>					
Контроль (только ХСЗР)	13,9	40,6	0,49	10,4	68,1
МС	19,4	48,5	0,52	11,6	65,9
МС + Микроэл	20,6	50,0	0,53	11,9	65,4
МС + Микроэл + Мивал-Агро + Мелафен	22,5	50,6	0,55	12,2	65,0
ОМС	20,7	48,6	0,53	11,5	65,9
ОМС + микроэл	21,3	49,9	0,53	11,8	65,5
ОМС + Микроэл + Мивал-Агро + Мелафен	23,8	53,0	0,56	12,4	64,5
НСП ₀₅	2,9	4,8	-	1,8	
<i>В среднем за 2020-2022 г.</i>					
Контроль (только ХСЗР)	14,7	37,6	0,53	9,8	69,0
МС	18,2	40,7	0,55	11,0	67,5
МС + Аквамикс-СТ	19,5	42,7	0,55	11,3	67,0
МС + Аквамикс-СТ + Мелафен + Зеребра-Агро	21,5	45,1	0,60	11,6	66,4
ОМС	17,6	40,9	0,54	11,1	67,5
ОМС + Аквамикс-СТ	20,4	42,8	0,55	11,4	66,9
ОМС + Аквамикс-СТ + Мелафен + Зеребра-Агро	22,3	46,4	0,59	11,7	66,1
НСП ₀₅	3,0	5,2	-	1,7	

Так, число зерен в колосе изменялось в зависимости от варианта. Масса 1000 зерен колебалась в 2017-2019 г. и в 2020-2022 г. на 24 и 30 % соответственно. На минеральной системе эти показатели изменялись до 40%, а на органоминеральной – до 50 %. При сочетании комплекса микроэлементов с регуляторами роста достоверно повышались количество зерен в колосе и масса 1000 зерен. Число продуктивных стеблей (600-650), как и урожайность зерна ярового ячменя, было максимальным при комплексном применении средств химизации. При этом хозяйственный коэффициент урожая (K_{хоз}) – отношение массы зерна к общей массе (солома + зерно) – также несколько увеличивался. Это свидетельствует о

положительном влиянии систем удобрения в сочетании с другими агрохимикатами (микроэлементами и регуляторами роста) на зерновую часть урожая в большей мере, чем на побочную продукцию (солома).

Внесение микроэлементов и регуляторов роста растений не приводило к существенному повышению содержания белка в зерне по сравнению с фонами удобрений, оно достоверно увеличивалось на 1,8-2,0% в результате комплексного применения средств химизации при уровне на контроле 9,8 и 10,4%. По мере повышения содержания белка экстрактивность зерна ярового ячменя снижалась по сравнению с контролем.

Выращенное в опыте зерно ярового ячменя согласно ГОСТу 5060-86 относится к кормовому.

Заключение. Проведенные исследования в длительном полевом опыте на окультуренной дерново-подзолистой почве Центрального Нечерноземья показали высокую эффективность комплексного применения средств химизации при возделывании ярового ячменя сорта Владимир. Применение химических средств защиты растений без удобрений (контроль) обеспечило получение в 2017-2022 г. средней урожайности 29,5 ц/га. Совместное применение удобрений с химическими средствами защиты растений увеличило урожайность на 18,6 ц/га, а при использовании современных микроудобрений (Микроэл, Аквамикс-СТ) и регуляторов роста растений (Мивал-агро, Мелафен, Зеребра-агро) – на 30,0 ц/га по сравнению с контролем. Окупаемость 1 кг NPK зерном также при этом увеличилась с 7,2 до 11,3 кг/кг. Совместное применение удобрений, комплекса микроэлементов и регуляторов роста существенно (на 2 %) повышало содержание белка в зерне, которое составило в среднем 12,1 %.

Литература

1. Пасынков А.В., Пасынкова Е.Н. Урожайность зерна ячменя и ее зависимость от минерального питания и гидротермических условий в

период вегетации // Агрохимический вестник. – 2019. – №2. – С. 33-38.

2. Кирпичников Н.А., Бижан С.П., Тованчев И.В. Влияние агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы на агроэкономическую эффективность удобрений при возделывании ярового ячменя в севообороте // Агрохимический вестник. – 2019. – №2. – С. 10-13.

3. Чухина О.В., Глазов Р.А., Смирнов Е.Н., Куликова Е.И. Влияние удобрений на продуктивность культур севооборота и вынос элементов питания в Вологодской области // Плодородие. – 2019. – №1. – С. 22-25.

4. Кузьмич М.А., Капранов В.Н., Кузьмич Л.С., Орлова Т.Г. Влияние удобрений и реакции почвенной среды на урожай и качество зерна ярового ячменя селекции Московского НИИСХ «Немчиновка» // Плодородие. – 2017. – №3. – С. 1-3.

5. Ваулина Г.И., Алиев А.М., Самойлов Л.Н. Роль комплексного применения средств химизации в повышении урожайности зерновых культур и окупаемости удобрений // Плодородие. – 2016. – №5. – С. 47-49.

6. Аристархов А.Н. Оптимизация полиэлементного состава в агроэкосистемах России. Эколого-агрохимическая оценка состояния дефицита, резервов, способов и средств его устранения // Под ред. Сычева В.Г. – М.: ВНИИА, 2019. – С. 201-255.

7. Синяшин О.Г., Шаповал О.А., Шулаева М.М. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. – 2016. – №5. – С. 38-42.

8. Бугаев П.Ф., Ламмас М.Е. Продуктивность и качество пивоваренного ячменя при применении защитно-стимулирующих комплексов и циркона в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Плодородие. – 2013. – №4. – С. 50-52.

THE EFFECTIVENESS OF THE COMPLEX APPLICATION OF FUNDS CHEMICALIZATION ON SOD-PODZOLIC SOIL USING TRACE ELEMENTS AND GROWTH REGULATORS IN SPRING BARLEY CROPS

*N.A. Kirpichnikov, Doctor of Agricultural Sciences, E.N. Starostina, G.A. Ivashenkov,
FGBNU "Research Institute of Agrochemistry"
127434, Moscow, Pryanishnikova str., 31 A givashenkov@bk.ru*

The results of research on the use of fertilizer systems in combination with preparations (microelements, plant growth regulators) of a new generation in the technologies of cultivation of spring barley of the Vladi-mir variety in a long field experiment on cultivated sod-podzolic soil of the Central Non-Chernozem region are presented. The use of chemical plant protection products without fertilizers (control) ensured an average yield of 29.5 c/ha in 2017-2022. The combined use of fertilizers with chemical means of protection increased the yield by 18.6 c/ha, and with the use of modern complexes of micro fertilizers (Microel, Aquamix-ST) and plant growth regulators (Mival-agro, Melafen, Zerebra-agro) – by 30.0 c/ha compared with the control. Their effectiveness on the backgrounds of mineral and organomineral systems is almost equal. The payback of 1 kg of NPK by the addition of spring barley grain at the same time increased from 7.2 to 11.7 kg/kg. The combined use of fertilizers, a complex of trace elements and growth regulators significantly (by 2%) increased the protein content in the grain, reaching an average of 12.1%.

Keywords: spring barley, yield, grain quality, fertilizer system, trace elements, growth regulators, sod-podzolic soil.