

DOI

УДК 633.16:631.82:631.559

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И УРОЖАЙНОСТИ ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЕЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ЛИСТОВОЙ ПОДКОРМКИ РАСТЕНИЙ

С. С. Якомаскин, В. И. Каргин, А. А. Зубарев

Реферат. Цель исследования – изучение влияния уровня минерального питания и некорневой подкормки жидким комплексным удобрением (ЖКУ) «Агрис» марки «АзотКалий» на структуру урожая и урожайность ячменя. Работу выполняли в 2020–2022 годы в Республике Мордовия. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: основное внесение минеральных удобрений (фактор А): без удобрений (0), $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$; некорневая подкормка ЖКУ (фактор В): без подкормки (0), ЖКУ 2 л/га, ЖКУ 4 л/га, ЖКУ 6 л/га. Почва опытного участка – аллювиальная среднегумусная (5,5%), слабокислая (pH_{KCl} 5,3) со средним содержанием подвижного (по Кирсанову) фосфора (91 мг/кг) и высоким – калия (170 мг/кг). Внесение минеральных удобрений увеличивало продуктивную кустистость растений на 19,0...33,0%, количество зерен в колосе – на 6,8...16,0%, массу зерна с колоса – на 13,1...24,6%, урожайность ячменя – на 15,3...25,7% (0,46...0,77 т/га). Лучшие параметры структуры и урожайности зерна отмечены в варианте с $N_{60}P_{60}K_{60}$. Некорневая подкормка растений ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» в дозе 4 л/га обеспечила увеличение количества зерен в колосе на 7,3...12,8%, массы зерна с колоса – на 12,7...17,5%, урожайности ячменя – на 11,7...15,9% (0,37...0,50 т/га). Дальнейшее увеличение дозы ЖКУ до 6 л/га не привело к существенному изменению изучаемых показателей. Таким образом, наиболее благоприятные в опыте условия для развития растений складывались в варианте с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и некорневой подкормкой ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» в количестве 4 л/га. Урожайность ячменя здесь составила 3,92 т/га.

Ключевые слова: ячмень (*Hordeum vulgare* L.), урожайность, минеральные удобрения, жидкие комплексные удобрения, аллювиальная почва.

Введение. Урожайность ячменя – зависит от густоты стояния растений и их продуктивности. В свою очередь продуктивность ячменя определяют элементы структуры урожая, количество продуктивных стеблей, число и масса зерна с колоса [1, 2].

В период вегетации растения потребляют различное количество элементов минерального питания [3, 4, 5], каждый из которых имеет определенное функциональное назначение. Поэтому заменить один из них на другой невозможно (закон незаменимости, равнозначности и совокупного действия факторов). Для сбалансированного питания растений необходимо сочетание комплекса макро, мезо и микроэлементов. Поэтому в схему питания растений включают основное внесение органических (если есть такая возможность) и минеральных удобрений, а также некорневые (листовые) подкормки растений [6, 7].

Для наиболее эффективного потребления питательных элементов, важно оптимальное сочетание биологических факторов жизни растений (температура, влага, свет, аэрация почвы). Результаты, полученные при проведении исследований различными авторами подтверждают, что положительное влияние на урожайность и качественные показатели любой сельскохозяйственной культуры оказывают различные виды удобрений [8, 9], регуляторы роста и применение бактериальных биопрепаратов [10, 11, 12].

Цель исследования – изучение влияния уровня минерального питания и некорневой подкормки жидким комплексным удобрением (ЖКУ) «Агрис» марки «АзотКалий» на структуру урожая и урожайность ячменя.

Условия, материалы и методы. Работу выполняли в ООО Сельхозпредприятие «Богдановское» Старошайговского района Республики Мордовия. Полевой опыт заложен и проведен в трех повторениях во времени в 2020–2022 годы.

Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов: основное внесение минеральных удобрений (фактор А) – без удобрений (0), $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$; некорневая подкормка жидкими комплексными удобрениями (фактор В) – без подкормки (0), ЖКУ 2 л/га, ЖКУ 4 л/га, ЖКУ 6 л/га.

Минеральные удобрения (диаммофоска, аммиачная селитра) вносили весной под предпосевную обработку почвы, согласно схеме опыта, подкормку растений жидкими комплексными удобрениями «Агрис» марка «АзотКалий» проводили в фазе кущение – начало выхода в трубку совместно с гербицидной обработкой препаратом Опричник – 2,4 Д (300 г/л) + флорасулам (6,25 г/л). В состав (ЖКУ) «Агрис» марка «АзотКалий», входят следующие компоненты, г/л: K_2O – 110, N – NH_2 – 100, ZnO – 1,6, CuO – 1,6, MnO – 1,6, SO_3 – 1,1, MgO – 1,1, FeO – 0,2, B – 0,2, Mo – 0,5, Co – 0,1, Se – 0,3, комплекс аминокислот – 20. Почва опытного участка – аллювиальная среднегумусная (5,5%), слабокислая (pH_{KCl} 5,3) (табл. 1). В опыте выращивали сорт ячменя – Нур, первой репродукции. Предшественник – кукуруза на зеленую массу. Перед посевом семян протравливали протравителем (фунгицид) Аттик, КЭ (1 л/т) совместно с ЖКУ «Агрис» марка «Форсаж» (1 л/т). Норма высева – 4,5 млн шт./га на глубину 4...5 см.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы (в среднем за 2020–2022 годы)

Тип почвы	pH (KCl)	Гумус, %	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	MnO, мг/кг	ZnO, мг/кг	B, мг/кг
Аллювиальная	5,3	5,5	91	170	53,7	1,6	1,9

Размер делянок первого порядка (минеральные удобрения) – 1280 м² (учетная 960 м²), второго (ЖКУ) – 320 м² (учетная 240 м²). Повторность опыта четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное. Эксперименты, наблюдения и лабораторные

анализы проводили в соответствии с действующими методическими указаниями (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.).

Таблица 2 – Метеорологические условия в период вегетации растений в 2020–2022 годы

Год	Май	Июнь	Июль	Август
Средняя температура воздуха, °С				
2020	12,3	17,3	20,4	16,8
2021	16,6	20,3	21,7	21,4
2022	9,1	17,9	20,0	21,9
Среднегодовья	13,3	17,5	19,5	17,5
Количество осадков, мм				
2020	103	41	41	45
2021	41	36	43	45
2022	51	35	54	0
Среднегодовья	37	54	60	52
Гидротермический коэффициент по Селянинову (ГТК)				
2020	2,7	0,8	0,6	0,9
2021	1,1	0,7	0,6	0,6
2022	2,6	0,6	0,9	0
Среднегодовья	1,1	1,1	0,9	1,0

Метеоусловия 2020 и 2022 гг. обеспечивали формирование высоких урожаев культуры

(табл. 2). Менее благоприятными для роста и развития растений они были в 2021 году.

Таблица 3 – Влияние уровней минерального питания и некорневой подкормки ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» на продуктивную кустистость растений

Фактор		Продуктивная кустистость растений, шт./раст.				Роль факторов			
основное внесение (А)	подкормка ЖКУ (В)	2020 г.	2021 г.	2022 г.	в среднем	А		В	
						шт./раст	%	шт./раст	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
без удобрений (0)	0	2,03	1,65	2,25	1,98	0	0	0	0
	ЖКУ 2 л/га	2,14	1,60	2,30	2,01	0	0	0,03	1,5
	ЖКУ 4 л/га	2,05	1,63	2,33	2,00	0	0	0,02	1,0
	ЖКУ 6 л/га	2,09	1,70	2,30	2,03	0	0	0,05	2,5
	среднее	2,08	1,64	2,29	2,00				
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0	2,47	2,08	2,60	2,38	0,40	20,2	0	0
	ЖКУ 2 л/га	2,40	2,15	2,64	2,40	0,39	19,4	0,02	0,8
	ЖКУ 4 л/га	2,45	2,13	2,58	2,39	0,39	19,5	0,01	0,4
	ЖКУ 6 л/га	2,43	2,06	2,55	2,35	0,32	15,8	-0,03	-1,3
	среднее	2,44	2,11	2,59	2,38				
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0	2,75	2,34	2,88	2,66	0,68	34,3	0	0
	ЖКУ 2 л/га	2,68	2,41	2,83	2,64	0,63	31,3	-0,02	-0,8
	ЖКУ 4 л/га	2,64	2,38	2,87	2,63	0,63	31,5	-0,03	-1,1
	ЖКУ 6 л/га	2,68	2,35	2,86	2,63	0,60	29,6	-0,03	-1,1
	среднее	2,69	2,37	2,86	2,64				
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0	2,78	2,33	2,92	2,68	0,70	35,4	0	0
	ЖКУ 2 л/га	2,71	2,30	2,96	2,66	0,65	32,3	-0,02	-0,7
	ЖКУ 4 л/га	2,74	2,37	2,92	2,68	0,68	34,0	0,00	0,0
	ЖКУ 6 л/га	2,69	2,34	2,89	2,64	0,61	30,0	-0,04	-1,5
	среднее	2,73	2,34	2,92	2,66				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднее	0	2,08	1,64	2,29	2,00	0	0	0	0
	ЖКУ 2 л/га	2,44	2,11	2,59	2,38	0,38	19,0	0,01	0,4
	ЖКУ 4 л/га	2,69	2,37	2,86	2,64	0,64	32,0	0	0
	ЖКУ 6 л/га	2,73	2,34	2,92	2,66	0,66	33,0	-0,01	-0,4
	среднее	2,49	2,11	2,67	2,42				
НСР ₀₅ частных различий	0,35	0,12	0,16	0,18					
НСР ₀₅ по фактору А	0,18	0,06	0,08	0,09					
НСР ₀₅ по фактору В	0,18	0,06	0,08	0,09					

Результаты и обсуждение. Продуктивная кустистость растений с внесением минеральных удобрений увеличивалась в зависимости от уровня минерального питания на 0,38...0,66 шт./раст., или на 19,0...33,0% (табл. 3).

Наибольшая в опыте продуктивная кустистость отмечена в варианте с N₆₀P₆₀K₆₀ – 2,64 шт./раст., увеличение уровня минерального питания до N₉₀P₉₀K₉₀ не привело к существенному изменению изучаемого показателя, величина которого составила 2,66 шт./раст.

Некорневая подкормка растений

ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» не оказала существенного влияния на продуктивную кустистость растений на всех уровнях минерального питания.

Улучшение условий минерального питания в среднем за три года увеличивало количество зерен в колосе на 1,1...2,6 шт., или на 6,8...16,0%. Некорневая подкормка ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» повышала величину этого показателя на 7,3...12,8%, а наибольшее среднее значение (18,5 шт.) было отмечено в варианте с внесением ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» 4 л/га (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние уровней минерального питания и некорневой подкормки ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» на число зерен в колосе

Фактор		Число зерен в колосе, шт.				Роль факторов			
основное внесение (А)	подкормка ЖКУ (В)	2020 г.	2021 г.	2022 г.	в среднем	А		В	
						шт.	%	шт.	%
без удобрений (0)	0	14,8	14,0	15,1	14,6	0	0	0	0
	ЖКУ 2 л/га	15,9	15,4	16,2	15,8	0	0	1,2	8,2
	ЖКУ 4 л/га	17,3	16,7	17,9	17,3	0	0	2,7	18,5
	ЖКУ 6 л/га	17,3	16,1	18,0	17,1	0	0	2,5	17,1
	среднее	16,3	15,5	16,8	16,2				
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0	16,2	15,8	16,9	16,3	1,7	11,6	0	0
	ЖКУ 2 л/га	17,3	16,8	17,7	17,3	1,5	9,5	1,0	6,1
	ЖКУ 4 л/га	17,9	17,3	18,2	17,8	0,5	2,9	1,5	9,2
	ЖКУ 6 л/га	17,8	17,3	18,9	18,0	0,9	5,3	1,7	10,4
	среднее	17,3	16,8	17,9	17,3				
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0	16,9	16,8	18,3	17,3	2,7	18,5	0	0
	ЖКУ 2 л/га	18,0	17,7	19,8	18,5	2,7	17,1	1,2	6,9
	ЖКУ 4 л/га	18,8	18,3	20,4	19,2	1,9	11,0	1,9	11,0
	ЖКУ 6 л/га	18,4	18,5	20,7	19,2	2,1	12,3	1,9	11,0
	среднее	18,0	17,9	19,8	18,6				
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0	17,3	16,7	18,6	17,5	2,9	19,9	0	0
	ЖКУ 2 л/га	18,7	17,5	20,1	18,8	3,0	19,0	1,3	7,4
	ЖКУ 4 л/га	19,6	18,0	21,0	19,6	2,3	13,3	2,1	12,0
	ЖКУ 6 л/га	19,7	17,7	20,6	19,3	2,2	12,9	1,8	10,3
	среднее	18,8	17,5	20,1	18,8				
Среднее	0	16,3	15,5	16,8	16,2	0	0	0	0
	ЖКУ 2 л/га	17,3	16,8	17,9	17,3	1,1	6,8	1,2	7,3
	ЖКУ 4 л/га	18,0	17,9	19,8	18,6	2,4	14,8	2,1	12,8
	ЖКУ 6 л/га	18,8	17,5	20,1	18,8	2,6	16,0	2,0	12,2
	среднее	17,6	16,9	18,7	17,7				
НСР ₀₅ частных различий	2,41	0,84	0,83	1,22					
НСР ₀₅ по фактору А	1,21	0,42	0,41	0,61					
НСР ₀₅ по фактору В	1,21	0,42	0,41	0,61					

Масса зерна с колоса находилась в прямой зависимости от уровней минерального питания и некорневой подкормки растений (табл. 5). В среднем за три года наибольшая величина этого показателя (0,69...0,78 г) отмечена в варианте N₆₀P₆₀K₆₀, прибавка к контролю составила 0,14 г, или

23,6%. Дальнейшее повышение уровня минерального питания до N₉₀P₉₀K₉₀ не привело к существенному изменению массы зерна с колоса. Некорневая подкормка растений увеличивала массу зерна с колоса в зависимости от уровней минерального питания на 0,07...0,13 г, или на 10,1...21,3 %.

Таблица 5 – Влияние уровней минерального питания и некорневой подкормки ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» на массу зерна с колоса

Фактор		Масса зерна с колоса, г				Роль факторов			
основное внесение (А)	подкормка ЖКУ (В)	2020 г.	2021 г.	2022 г.	в среднем за 3 года	А		В	
						г	%	г	%
без удобрений (0)	0	0,53	0,47	0,61	0,54	0	0	0	0
	ЖКУ 2 л/га	0,62	0,54	0,66	0,61	0	0	0,07	13,0
	ЖКУ 4 л/га	0,66	0,57	0,69	0,64	0	0	0,10	18,5
	ЖКУ 6 л/га	0,65	0,58	0,71	0,65	0	0	0,11	20,4
	среднее	0,61	0,54	0,67	0,61				
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0	0,62	0,53	0,68	0,61	0,07	13,0	0	0
	ЖКУ 2 л/га	0,69	0,61	0,78	0,69	0,08	13,1	0,08	13,1
	ЖКУ 4 л/га	0,72	0,65	0,82	0,73	0,09	14,1	0,12	19,7
	ЖКУ 6 л/га	0,71	0,67	0,83	0,74	0,09	13,8	0,13	21,3
	среднее	0,69	0,61	0,78	0,69				
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0	0,68	0,61	0,78	0,69	0,15	27,8	0	0
	ЖКУ 2 л/га	0,74	0,69	0,84	0,76	0,15	24,6	0,07	10,1
	ЖКУ 4 л/га	0,77	0,71	0,87	0,78	0,14	21,9	0,09	13,0
	ЖКУ 6 л/га	0,79	0,71	0,85	0,78	0,13	20,0	0,09	13,0
	среднее	0,74	0,68	0,84	0,75				
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0	0,67	0,62	0,80	0,70	0,16	29,6	0	0
	ЖКУ 2 л/га	0,76	0,71	0,86	0,78	0,17	27,9	0,08	11,4
	ЖКУ 4 л/га	0,78	0,73	0,89	0,80	0,16	25,0	0,10	14,3
	ЖКУ 6 л/га	0,77	0,70	0,90	0,79	0,14	21,5	0,09	12,9
	среднее	0,74	0,69	0,86	0,76				
Среднее	0	0,61	0,54	0,67	0,61	0	0	0	0
	ЖКУ 2 л/га	0,69	0,61	0,78	0,69	0,08	13,1	0,08	12,7
	ЖКУ 4 л/га	0,74	0,68	0,84	0,75	0,14	22,9	0,11	17,5
	ЖКУ 6 л/га	0,74	0,69	0,86	0,76	0,15	24,6	0,11	17,5
	среднее	0,69	0,63	0,79	0,70				
НСР ₀₅ частных различий		0,09	0,04	0,04	0,05				
НСР ₀₅ по фактору А		0,04	0,02	0,02	0,02				
НСР ₀₅ по фактору В		0,04	0,02	0,02	0,02				

Минеральные удобрения в среднем за три года увеличивали урожайность ячменя на 0,46...0,77 т/га, или на

15,3...25,7% (табл. 6). Наибольшей (3,77 т/га) она была в варианте с внесение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀.

Таблица 6 – Влияние уровней минерального питания и некорневой подкормки ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» на урожайность зерна ячменя

Фактор		Урожайность зерна, т/га				Роль факторов			
основное внесение (А)	подкормка ЖКУ (В)	2020 г.	2021 г.	2022 г.	в среднем	А		В	
						т/га	%	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
без удобрений (0)	0	2,78	2,24	3,12	2,71	0	0	0	0
	ЖКУ 2 л/га	3,04	2,55	3,47	3,02	0	0	0,31	11,4
	ЖКУ 4 л/га	3,13	2,64	3,59	3,12	0	0	0,41	15,1
	ЖКУ 6 л/га	3,11	2,68	3,62	3,14	0	0	0,43	15,9
	среднее	3,02	2,53	3,45	3,00				
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0	3,12	2,73	3,54	3,13	0,42	15,4	0	0
	ЖКУ 2 л/га	3,45	3,12	3,92	3,49	0,47	15,6	0,36	11,5
	ЖКУ 4 л/га	3,57	3,24	4,07	3,63	0,51	16,3	0,50	16,0
	ЖКУ 6 л/га	3,55	3,22	4,04	3,60	0,46	14,6	0,47	15,0
	среднее	3,42	3,08	3,89	3,46				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0	3,47	2,86	3,87	3,40	0,69	25,5	0	0
	ЖКУ 2 л/га	3,77	3,33	4,30	3,80	0,78	25,8	0,40	11,8
	ЖКУ 4 л/га	3,89	3,44	4,44	3,92	0,80	25,6	0,52	15,3
	ЖКУ 6 л/га	3,93	3,47	4,46	3,95	0,81	25,8	0,55	16,2
	среднее	3,76	3,28	4,27	3,77				
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0	3,45	2,93	3,71	3,36	0,65	23,9	0	0
	ЖКУ 2 л/га	3,75	3,37	4,12	3,75	0,73	24,2	0,39	11,6
	ЖКУ 4 л/га	3,91	3,49	4,27	3,89	0,77	24,7	0,53	15,8
	ЖКУ 6 л/га	3,95	3,54	4,26	3,92	0,78	24,8	0,56	16,7
	среднее	3,76	3,33	4,09	3,73				
Среднее	0	3,02	2,53	3,45	3,00	0	0	0	0
	ЖКУ 2 л/га	3,42	3,08	3,89	3,46	0,46	15,3	0,37	11,7
	ЖКУ 4 л/га	3,76	3,28	4,27	3,77	0,77	25,7	0,49	15,5
	ЖКУ 6 л/га	3,76	3,33	4,09	3,73	0,73	24,3	0,50	15,9
	среднее	3,49	3,06	3,93	3,49				
НСР ₀₅ частных различий		0,47	0,15	0,18	0,24				
НСР ₀₅ по фактору А		0,23	0,08	0,09	0,12				
НСР ₀₅ по фактору В		0,23	0,08	0,09	0,12				

Некорневая подкормка балансировала питание растений, что повышало урожайность ячменя в зависимости от варианта опыта на 0,37...0,50 т/га, или на 11,7...15,9%.

Выводы. Внесение минеральных удобрений увеличивало продуктивную кустистость растений на 0,38...0,66 шт./раст., количество зерен в колосе – на 1,1...2,6 шт., массу зерна с колоса – на 0,08...0,15 г и урожайность ячменя – на 0,46...0,77 т/га. Некорневая подкормка растений ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» не оказывала существенного влияния на

продуктивную кустистость растений.

При этом отмечено увеличение количества зерен в колосе – на 1,2...2,1 г, массы зерна с колоса – на 0,08...0,11 г и урожайность ячменя – на 0,37...0,50 т/га. Наиболее благоприятные в опыте условия для развития растений складывались в варианте с внесением минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ и некорневой подкормкой ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» в количестве 4 л/га. Урожайность ячменя в этом варианте составила 3,92 т/га.

Литература

1. Еряшев А. П., Железнов А. С., Еряшев П. А. Рост и развитие многозерного ячменя сорта «гелиус» в зависимости от элементов технологии // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (46). С. 40–45.
2. Eryashev A. P., Eryashev P. A. Changing the quality of grace malting barley seeds from fertilizers and seeding rates // Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. 2021. No. 22 (17-18). P. 95–101.
3. Изменение стрессовой ситуации растений яровой пшеницы при внекорневой подкормке удобрениями и биопрепаратами / Е. П. Денисов, А. П. Солодовников, Б. З. Шагиев и др. // Аграрный научный журнал. 2018. № 4. С. 9–12.
4. Цыкора А. А., Каменев Р. А., Каменева В. К. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность озимого ячменя в условиях Ростовской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (67). С. 99–103.
5. Raimanová I., Haberle J. The effects of differentiated water supply after anthesis and nitrogen fertilization on 15N of wheat grain // Rapid communications in mass spectrometry: RCM. 2010. Vol. 24. P. 261–266.
6. Камалихин В.Е., Иванова Н.Н., Каргин В.И. Влияние сроков внесения био- и гуминовых препаратов на продуктивность ярового многозерного ячменя // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2 (50). С. 36–41.
7. Осипов А. И. Роль удобрений в плодородии почв и питании растений // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2020. Т. 15. № 2. С. 874–887.
8. Агрофизические, водно-физические факторы и погодные условия, определяющие урожайность зерна ячменя на темно-каштановой почве Заволжья / А. П. Солодовников, А. С. Линьков, С. А. Преймак и др. // Аграрный научный журнал. 2022. № 8. С. 29–32.
9. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна озимого ячменя, выращиваемого в условиях южной зоны Ростовской области / Е. В. Хронюк, В. Б. Хронюк, К. И. Пимонов и др. // Аграрный научный журнал. 2021. № 4. С. 30–33.
10. Применение биопрепаратов с ассоциативными азотфиксаторами при выращивании озимого ячменя в условиях Нижнего Дона / А. А. Цыкора, Р. А. Каменев, В. В. Турчин и др. // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (45). С. 39–45.
11. Haberle J., Svoboda P. The Importance of features of the root system for the effective use of water and nutrient reserves from the soil profile (Current chapters from plant physiology and agricultural research 2011). Prague: 2012, P. 138–145.
12. Гидротермические показатели межфазных периодов и урожайность сортов ячменя различных групп спелости / В. И. Блохин, И. Ю. Никифорова, И. С. Ганиева и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 5. С. 8–12.

Сведения об авторах:

Якомаскин Степан Степанович – аспирант, e-mail: stepan.yakomaskin@yandex.ru
 Каргин Василий Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, e-mail: karginvi@yandex.ru
 Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, Саранск, Россия
 Зубарев Алексей Алексеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель руководителя по научной работе, e-mail: alexei.zubarew2014@yandex.ru
 Агрохимическая компания «Союзхим», Москва, Россия

**CHANGES IN THE INDICATORS OF THE CROP STRUCTURE AND BARLEY PRODUCTIVITY
 DEPENDING ON THE LEVELS OF MINERAL NUTRITION AND LEAF FEEDING OF PLANTS**

S. S. Yakomaskin, V. I. Kargin, A. A. Zubarev

Abstract. The purpose of the study is to study the effect of the level of mineral nutrition and foliar fertilization with liquid complex fertilizer (ZhKU) «Agris» of “Azotkaliy” brand on the structure of the crop and yield of barley. The work was carried out in 2020-2022 in the Republic of Mordovia. The scheme of the experiment provided for the study of the following options: basic application of mineral fertilizers (factor A): without fertilizers (0), N₃₀P₃₀K₃₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀; foliar top dressing with liquid complex fertilizers (factor B): without top dressing (0), housing 2 l/ha, housing 4 l/ha, housing 6 l/ha. The soil of the experimental site is alluvial medium humus (5.5%), slightly acidic (pH_{KCl} 5.3), in the arable layer was characterized by an average content of mobile (Kirsanov method, GOST 54650.) phosphorus (91 mg/kg) and manganese (53.7 mg/kg), high – potassium (170 mg/kg), zinc (1.6 mg/kg) and boron (1.9 mg/kg). During the growing season, the best weather conditions were in 2020 and 2022, and 2021 was less favorable for the growth and development of plants. The application of mineral fertilizers on average for three years increased the productive bushiness of plants by 0.38...0.66 pcs./rast. (by 19.0...33.0%), the number of grains in the ear by 1.1...2.6 pcs. (by 6.8...16.0%), grain weight per ear by 0.08...0.15 g (by 13.1...24.6%), barley yield by 0.46...0.77 t/ha (by 15.3...25.7%). The best parameters of the crop structure and grain yield are noted in the N₆₀P₆₀K₆₀ variant. A further increase in the level of mineral nutrition to N₉₀P₉₀K₉₀ did not lead to a significant change in the studied indicators. Non-root fertilizing of plants of the housing and communal services “Agris” of “Azotkaliy” brand did not have a significant impact on the productive bushiness of plants. Its introduction at a dose of 4 l/ha provided an increase in the number of grains in the ear by 7.3...12.8%, the weight of grain from the ear by 0.08...0.11 g (by 12.7...17.5%), the yield of barley by 0.37...0.50 t/ha (by 11.7...15.9%). A further increase in the dose of LCU to 6 l/ha did not lead to a significant change in the studied indicators. Thus, the most favorable conditions for the development of plants in the experiment were formed in the variant with the introduction of mineral fertilizers at a dose of N₆₀P₆₀K₆₀ and foliar top dressing of the housing and communal services “Agris” of “Azotkaliy” brand in the amount of 4 l/ha. The productivity of barley here was 3.92 t/ha.

Key words: barley (*Hordeum vulgare L.*), yield, mineral fertilizers, liquid complex fertilizers, alluvial soil.

References

1. Eryashev AP, Zhelezov AS, Eryashev PA. [Growth and development of multi-row barley of the Helios variety depending on the elements of technology]. Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaistvennoy akademii. 2019; 2 (46). 40-45 p.
2. Eryashev AP, Eryashev PA. Changing the quality of grace malting barley seeds from fertilizers and seeding rates. Plant cell Biotechnology and molecular Biology. 2021; 22(17-18). 95-101 p.
3. Denisov EP, Solodovnikov AP, Shagiev BZ, Stepanov DS, Poletaev IS, Kudashova AO. [Changing the stress situation of spring wheat plants during foliar fertilizing with fertilizers and biological products]. Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2018; 4. 9-12 p.
4. Tsykora AA, Kamenev RA, Kameneva VK. [The effect of mineral fertilizers and bacterial preparations on the yield of winter barley in the Rostov region]. Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; 4 (67). 99-103 p.
5. Raimanová I, Haberle J. The effects of differentiated water supply after anthesis and nitrogen fertilization on 15N of wheat grain. Rapid communications in mass spectrometry: RCM. 2010; Vol.24. 261-266 p.
6. Kamalikhin VE, Ivanova NN, Kargin VI. [The effect of the timing of the introduction of bio- and humic preparations on the productivity of spring multi-row barley]. Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaistvennoy akademii. 2020; 2 (50). 36-41 p.
7. Osipov AI. [The role of fertilizers in soil fertility and plant nutrition] Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya. 2020; Vol.15. 2. 874-887 p.
8. Solodovnikov AP, Linkov AS, Preymak SA, Fisunov NV. [Agrophysical, water-physical factors and weather conditions determining the yield of barley grain on the dark chestnut soil of the Volga region]. Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2022; 8. 29-32 p.
9. Khronyuk EV, Khronyuk VB, Pimonov KI. [Influence of fertilizers on the yield and grain quality of winter barley grown in the conditions of the southern zone of Rostov region]. Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2021; 4. 30-33 p.
10. Tsykora AA, Kamenev RA, Turchin VV. [The use of biological products with associative nitrogen fixers in winter barley cultivation in the Lower Don territory]. Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; 3 (45). 39-45 p.
11. Haberle J, Svoboda P. The importance of features of the root system for the effective use of water and nutrient reserves from the soil profile (Current chapters from plant physiology and agricultural research 2011). Prague: 2012; 138-145 p.
12. Blokhin VI, Nikiforova IYu, Ganieva IS. [Hydrothermal indicators of interphase periods and yield of barley varieties of different ripeness groups]. Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2022; 5. 8-12 p.

Authors:

Yakomaskin Stepan Stepanovich – post-graduate student, e-mail: stepan.yakomaskin@yandex.ru
 Kargin Vasily Ivanovich - Doctor of Agricultural Sciences, Head of Department of Agricultural products production and processing technology, e-mail: karginvi@yandex.ru
 National Research Mordovia State University, Saransk, Russia
 Zubarev Aleksey Alekseevich – Ph.D. of Agricultural sciences, Deputy head of scientific research, e-mail: alexei.zubarew2014@yandex.ru
 Agrochemical company “Soyuzkhim”, Moscow, Russia.