

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ГИДРОСОРБЕНТА НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**М. Ф. Амиров, Р. Р. Сулейманов, И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов, П. Г. Семенов**

Реферат. В условиях ограниченного водоснабжения повышение эффективности возделывания ярового ячменя остаётся значимой задачей. Цель исследований – анализ воздействия минеральных удобрений и влагосорбента на рост, развитие и урожайность культуры. Работу выполняли на серых лесных почвах в Республике Татарстан в 2022–2024 годах в различных агрометеорологических условиях. Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов: без удобрений и гидрогеля (контроль); $N_{37}P_{60}K_{73}$; гидрогеля Аквасин 50 кг/га; $N_{37}P_{60}K_{73}$ + Аквасин 50 кг/га; Аквасин 100 кг/га; $N_{37}P_{60}K_{73}$ + Аквасин 100 кг/га. Яровой ячмень высевали с нормой 4,5 млн всхожих семян на 1 га. Наблюдения за ростом и развитием растений проводили по методикам Государственного сортоиспытания. Уборку урожая проводили поделочно прямым обмолотом, учёт урожайности осуществляли с пересчётом на 14%-ную влажность и 100%-ную чистоту зерна. В годы исследований более высокий листовой фотосинтетический потенциал формировали посевы в вариантах с внесением $N_{37}P_{60}K_{73}$ в сочетании с 50 кг/га и 100 кг/га гидрогеля, величина этого показателя возрастала, по сравнению с контролем, соответственно на 41% и 50%. При использовании удобрений суммарное водопотребление оказалось выше, а коэффициенты водопотребления были ниже контроля, особенно при внесении гидрогеля. Применение $N_{37}P_{60}K_{73}$ в среднем за три года обеспечило повышение урожайности зерна ячменя по отношению к контролю на 24,5%. При дополнительном внесении 50 кг/га гидрогеля прибавка составила 31,2%, а 100 кг/га гидрогеля – 36,7%.

Ключевые слова: яровой ячмень (*Hordeum sativum* L.), площадь листьев, минеральные удобрения, гидросорбент, урожайность.

Введение. Ячмень – ценнейшая продовольственная культура, которая используется для различных целей (корма, пивоварение, крупа и др.) и которая в условиях Средневолжского региона может обеспечивать получение высоких урожаев [1, 2, 3]. Огромным преимуществом этой культуры выступает короткий вегетационный период, скороспелость и засухоустойчивость, вследствие чего экономно расходуется влага [4, 5, 6]. Эта культура, особенно двурядный ячмень при достаточном количестве продуктивной влаги на глубине залегания узловых корней хорошо кустится и может образовать несколько продуктивных побегов до наступления засушливой погоды во второй половине лета. Несмотря на перечисленные положительные стороны этой культуры, нужно отметить, что в засушливых условиях урожайность ячменя может быть низкой [7, 8, 9]. В связи с этим сельскохозяйственным товаропроизводителям необходимо уделить внимание технологиям накопления влаги, в том числе применению суперабсорбентов – гидрогелей [10]. Исследования, проведённые по изучению гидрогеля, выявили, что его внесение не только сохраняло влагу в корнеобитаемом слое, но и увеличивало урожайность зерновых, овощных и ягодных культур [11, 12, 13].

Цель исследования – изучить влияние минеральных удобрений и влагосорбента, внесенных в почву, на рост, развитие и урожайность ярового двурядного ячменя для совершенствования технологии возделывания культуры.

Условия, материалы и методы. Работу выполняли в 2022–2024 годах на серых

лесных почвах ООО «Агробiotехнопарк» при ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Агрохимические показатели участка: содержание гумуса – 3,6%, подвижных фосфора и калия по Кирсанову – соответственно 256...270 и 121...125 мг/кг, кислотность почвы – близкая к нейтральной (рН в солевой вытяжке = 6,2 ед.).

Схема опыта: без удобрений и гидрогеля (контроль); $N_{37}P_{60}K_{73}$; гидрогель Аквасин 50 кг/га; $N_{37}P_{60}K_{73}$ + Аквасин 50 кг/га; Аквасин 100 кг/га; $N_{37}P_{60}K_{73}$ + Аквасин 100 кг/га. Доза минеральных удобрений рассчитана на получение запланированного урожая 5 т/га зерна.

Площадь деланки общая – 26 м², учётная – 20 м². Повторность опыта – 4-кратная. Предшественник – озимая пшеница. Объектом исследования служил яровой двурядный ячмень сорт Раушан. Посев проводили рядовым способом нормой 4,5 млн всхожих семян на 1 га. Погодные условия в вегетационный период 2022 году были благоприятными для роста и развития ярового ячменя. За май выпала двойная норма осадков, а средняя температура воздуха была на 3,3°C ниже нормы (табл. 1). В июне их было треть месячной нормы, все они отмечены в первой декаде. В июле осадки выпали равные многолетним значениям, а температура воздуха была выше обычной. В августе средняя температура воздуха была выше нормы на 4,5°C при полном отсутствии осадков.

Метеорологические условия 2023 года для вегетации ярового ячменя были неблагоприятными. Сумма осадков в мае превысила климатическую норму, а температура воздуха – многолетние значения на 2,0°C. Июнь был

засушливым, гидротермический коэффициент (ГТК) снизился до 0,12. В июле осадки составили 53% от нормы, ГТК – 0,50. В августе

ГТК составил 0,33. В 2024 году май был холодным и влажным, ГТК составил 2,40. В июне ГТК составил 0,24.

Таблица 1 – Погодные условия в период вегетации ярового ячменя

Показатель	Месяц			
	V	VI	VII	VIII
2022 г.				
Осадки, мм	78	19	62	0
Температура воздуха, °С	10,7	18,6	21,3	22,5
Гидротермический коэффициент	3,70	0,35	0,93	0,00
2023 г.				
Осадки, мм	47	6	33	20
Температура воздуха, °С	16,0	16,3	21,5	20,2
Гидротермический коэффициент	2,40	0,12	0,50	0,33
2024 г.				
Осадки, мм	53	16	56	29
Температура воздуха, °С	11,0	21,7	22,1	18,4
Гидротермический коэффициент	2,40	0,24	0,82	0,50
Средние многолетние значения				
Осадки, мм	38	57	62	55
Температура воздуха, °С	14,0	18,3	20,5	18,0

Результаты и обсуждение. Применение минеральных удобрений оказывает положительное влияние на развитие листовой поверхности (табл. 2). Наибольший в опыте рост площади листьев отмечали в период от кушения до конца фазы выхода в трубку. Прекращение фотосинтеза и отмирание листьев начиналось в фазе молочной спелости и происходило до фазы восковой спелости. В среднем за 2022–2024 годы площадь листьев ярового ячменя в варианте с внесением $N_{37}P_{60}K_{73}$ в фазе кушения составила 26,3 тыс. м²/га, выхода в

трубку – 33,3, колошения – 41,2, молочной спелости – 13,7 тыс. м²/га, тогда как в контрольном варианте соответственно фазам развития – 18,0, 29,0, 35,2 и 9,7 тыс. м²/га. Использование минеральных удобрений и 50 кг/га гидрогеля способствовало увеличению площади листьев до 27,3 в фазе кушения, 35,0 – выхода в трубку, 42,8 – колошения и 13,8 тыс. м²/га – молочной спелости. Наибольшая в опыте листовая поверхность выявлена в варианте с совместным использованием $N_{37}P_{60}K_{73}$ и 100 кг/га гидрогеля.

Таблица 2 – Динамика формирования площади листьев ярового ячменя в зависимости от фона питания и гидросорбента, тыс. м²/га

Вариант	Фаза вегетации растений			
	кушение	выход в трубку	колошение	молочная спелость
2022 г.				
Без удобрений (контроль)	18,5	29,6	36,1	10,6
$N_{37}P_{60}K_{73}$	27,0	34,5	43,0	14,5
50 кг/га гидрогеля	19,0	30,3	36,4	11,0
$N_{37}P_{60}K_{73}$ + 50 кг/га гидрогеля	29,6	36,6	44,3	14,7
100 кг/га гидрогеля	20,6	30,5	36,8	11,5
$N_{37}P_{60}K_{73}$ + 100 кг/га гидрогеля	30,6	37,0	45,8	15,0
HCP_{05}	0,6	0,8	0,6	0,3
2023 г.				
Без удобрений (контроль)	17,4	28,3	34,4	9,0
$N_{37}P_{60}K_{73}$	25,5	32,1	38,3	12,9
50 кг/га гидрогеля	17,7	29,0	35,0	9,2
$N_{37}P_{60}K_{73}$ + 50 кг/га гидрогеля	25,5	33,1	40,4	12,6
100 кг/га гидрогеля	18,0	29,0	35,5	9,5
$N_{37}P_{60}K_{73}$ + 100 кг/га гидрогеля	26,3	34,4	41,4	13,6
HCP_{05}	0,5	0,6	0,8	0,3
2024 г.				
Без удобрений (контроль)	18,0	29,0	35,0	9,5
$N_{37}P_{60}K_{73}$	26,4	33,4	42,4	13,8
50 кг/га гидрогеля	18,5	29,5	36,0	9,7
$N_{37}P_{60}K_{73}$ + 50 кг/га гидрогеля	26,9	35,2	43,8	14,1
100 кг/га гидрогеля	18,7	31,5	36,7	10,5
$N_{37}P_{60}K_{73}$ + 100 кг/га гидрогеля	27,7	36,3	43,9	14,7
HCP_{05}	0,5	0,6	0,8	0,3

Учёт продолжительности деятельности листовой поверхности дает более емкое представление, выражаемое как фотосинтетический потенциал посева (табл. 3). В варианте с внесением $N_{37}P_{60}K_{73}$ листовой фотосинтетический потенциал был выше контроля на 34%. Использование 50 кг/га гидрогеля увеличило

листовой потенциал на 4,8%, а 100 кг/га – на 9,4%. Сравнительно высокий листовой фотосинтетический потенциал выявлен при использовании $N_{37}P_{60}K_{73}$ и 50 кг/га гидрогеля, превышавший контроль на 41%. При внесении $N_{37}P_{60}K_{73}$ и 100 кг/га гидрогеля он был выше контроля на 50%.

Таблица 3 – Листовой фотосинтетический потенциал за вегетацию ярового ячменя в зависимости от фона минерального питания и гидросорбента, тыс. m^2 /сут на 1 га

Вариант	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
Без удобрений (контроль)	1549,2	1435,6	1502,8	1495,5
$N_{37}P_{60}K_{73}$	2097,5	1887,2	2039,1	2007,7
50 кг/га гидрогеля	1658,7	1496,2	1549,3	1567,3
$N_{37}P_{60}K_{73}$ + 50 кг/га гидрогеля	2232,6	1975,0	2138,4	2114,3
100 кг/га гидрогеля	1759,3	1523,3	1629,9	1636,4
$N_{37}P_{60}K_{73}$ + 100 кг/га гидрогеля	2375,8	2112,7	2226,8	2237,5
$HCSP_{05}$	5,03	4,50	4,78	

При фотосинтезе происходит накопление и увеличение органической массы растения. Соотношение сухой биомассы к листовой поверхности определяют, как чистую продуктивность фотосинтеза (табл. 4). В 2022 году чистая продуктивность фотосинтеза в среднем за вегетационный период оказалась заметно выше, чем в последующие годы. Хотя динамика

чистой продуктивности фотосинтеза ярового ячменя различалась по вариантам, существенных различий в средневзвешенных значениях за вегетацию не выявлено. Однако можно отметить, что в вариантах с применением $N_{37}P_{60}K_{73}$ и $N_{37}P_{60}K_{73}$ + 50 кг/га гидрогеля продуктивность была выше, по сравнению с контролем.

Таблица 4 – Чистая продуктивность фотосинтеза ярового ячменя в зависимости от фона минерального питания и гидросорбента, $г/м^2$ в сутки

Вариант	Год			Среднее
	2022	2023	2024	
Без удобрений (контроль)	4,50	3,14	3,31	3,65
$N_{37}P_{60}K_{73}$	4,60	3,17	3,34	3,70
50 кг/га гидрогеля	4,44	3,15	3,35	3,65
$N_{37}P_{60}K_{73}$ + 50 кг/га гидрогеля	4,53	3,15	3,35	3,68
100 кг/га гидрогеля	4,35	3,15	3,35	3,62
$N_{37}P_{60}K_{73}$ + 100 кг/га гидрогеля	4,43	3,08	3,33	3,61
$HCSP_{05}$	0,01	0,01	0,01	

Влага служит очень важным фактором, влияющим на рост и развитие ярового ячменя (табл. 5). В 2022 году перед посевом в слое 0...100 см почвы накопилось 183...185 мм доступной растениям влаги. К фазе выхода в трубку ярового ячменя запасы продуктивной влаги оставались хорошими — 121...133 мм. К концу вегетации или к моменту уборки запасы продуктивной влаги снизились до 101...123 мм. В 2023 году количество продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом, в фазе выхода в трубку и к моменту уборки было наименьшим в опыте.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом в 2024 году составили 171...173 мм, к фазе выхода в трубку ярового ячменя уменьшились до 108...122 мм. Во все годы исследований на всех вариантах к концу вегетации запасы продуктивной влаги уменьшались. Эти изменения обуславливаются помимо гидротермических условий, использованием

влаги на создание массы урожая. В удобренных вариантах использованная растениями влага оказалась больше, а соотношение использованной влаги к урожайности — меньше, особенно при использовании гидрогеля. Эффективное использование продуктивной влаги установлено в 2022 году, когда были зафиксированы наименьшие в опыте коэффициенты водопотребления — 418...530 $m^3/т$.

Урожайность ярового ячменя сорта Раушан в 2022 году без применения минеральных удобрений составила 4,23...4,32 т/га, а при внесении расчётной дозы удобрений $N_{37}P_{60}K_{73}$ для получения 5 т/га зерна — 5,34...5,77 т/га. (табл. 6). В среднем за 2022–2024 годы применение минеральных удобрений $N_{37}P_{60}K_{73}$ привело к росту урожайности на 24,5%. При добавлении 50 кг/га гидрогеля к $N_{37}P_{60}K_{73}$ урожайность увеличилась на 31,2%, а при внесении 100 кг/га гидрогеля совместно с $N_{37}P_{60}K_{73}$ — на 36,7%, по отношению к контролю.

Таблица 5 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0...100 см под посевами ярового ячменя в зависимости от фона минерального питания и гидросорбента, мм

Вариант	Срок определения			Соотношение использованной влаги к урожайности, м³/т	Использованная растениями влага, м³/га
	до посева	выход в трубку	уборка		
2022 г.					
Без удобрений (контроль)	183	130	118	530	2240
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃	184	121	101	453	2420
50 кг/га гидрогеля	184	132	121	517	2220
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃ + 50 кг/га гидрогеля	185	128	108	418	2360
100 кг/га гидрогеля	183	133	123	507	2190
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃ + 100 кг/га гидрогеля	185	129	110	406	2340
HCP ₀₅	4	4	2	11	52
2023 г.					
Без удобрений (контроль)	165	110	68	670	1830
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃	166	101	53	592	1990
50 кг/га гидрогеля	166	112	72	623	1800
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃ + 50 кг/га гидрогеля	167	107	57	546	1960
100 кг/га гидрогеля	165	114	74	604	1770
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃ + 100 кг/га гидрогеля	167	111	60	530	1930
HCP ₀₅	4	2	2	13	42
2024 г.					
Без удобрений (контроль)	171	118	71	719	2050
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃	172	108	56	628	2210
50 кг/га гидрогеля	173	120	74	694	2040
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃ + 50 кг/га гидрогеля	173	115	60	599	2180
100 кг/га гидрогеля	172	122	77	645	2000
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃ + 100 кг/га гидрогеля	173	119	63	538	2150
HCP ₀₅	4	5	2	14	48

Таблица 6 – Урожайность ярового ячменя сорта Раушан в зависимости от фона минерального питания и гидросорбента, т/га

Вариант	Год			Среднее
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	
Без удобрений (контроль)	4,23	2,73	2,85	3,27
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃	5,34	3,36	3,52	4,07
50 кг/га гидрогеля	4,29	2,89	2,94	3,37
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃ + 50 кг/га гидрогеля	5,65	3,59	3,64	4,29
100 кг/га гидрогеля	4,32	2,93	3,10	3,45
N ₃₇ P ₆₀ K ₇₃ + 100 кг/га гидрогеля	5,77	3,64	4,00	4,47
HCP ₀₅	0,07	0,05	0,05	

Выводы. Использование гидрогеля и минеральных удобрений в дозе N₃₇P₆₀K₇₃ способствовало увеличению площади листьев, листового фотосинтетического потенциала ярового ячменя и более эффективному расходованию продуктивной влаги. Максимальная в опыте урожайность 4,47 т/га

отмечена при внесении N₃₇P₆₀K₇₃ и 100 кг/га гидрогеля, при уменьшении дозы гидрогеля до 50 кг/га величина этого показателя снижалась до 4,29 т/га. Прибавка к варианту с использованием только удобрений составила соответственно 0,40 и 0,22 т/га, к контролю – 1,20 и 1,02 т/га.

Литература

1. Оценка зерновой продуктивности и адаптивности отечественных и зарубежных сортов ярового ячменя в условиях Нечернозёмной зоны РФ / О. В. Левакова, Л. М. Ерошенко, А. Н. Ерошенко и др. // Аграрный научный журнал. 2021. № 3. С. 30–33. doi: 10.28983/asj.y2021i3pp30-33.
2. Шалаева Л. В. Тенденции производства и потребления ячменя в Российской Федерации // Продовольственная политика и безопасность. 2023. Т. 10. № 4. С. 719–734. doi: 10.18334/ppib.10.4.117196.
3. Урожайность ярового ячменя в зависимости от метеорологических факторов и фона питания / П. А. Постников, В. В. Попова, О. В. Васина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2025. Т. 39. № 2. С. 19–24. doi: 10.53859/02352451_2025_39_2_19.
4. Амиров М. Ф., Сулейманов Р. Р., Шаракова Г. И. Отзывчивость многорядного ярового ячменя на различные дозы удобрений в условиях Предкамья Республики // Роль аграрной науки в решении проблем современного земледелия: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Казань, 05-06 апреля 2023 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2024. С. 142–149.

5. Отзывчивость сорта ярового ячменя Камашевский на норму посева / В. И. Блохин, И. М. Сержанов, М. А. Ланочкина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 39–44.
6. Анисимова Н. Н., Ионова Е. В. Морфологические критерии оценки продуктивности и засухоустойчивости ярового ячменя // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 4 (12). С. 39–42.
7. Амиров М. Ф., Сулейманов Р. Р., Шаракова Г. И. Пути повышения эффективного использования продуктивной влаги на посевах ярового ячменя в условиях Предкамья Республики Татарстан // Роль аграрной науки в решении проблем современного земледелия: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Казань, 05-06 апреля 2023 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2024. С. 66–74.
8. Зайцева Г. А., Ряскова О. М., Пономарев П. Н. Влияние наименьшей влагоёмкости почвы на урожайность ячменя // Наука и Образование. 2023. Т. 6. № 1. С. 86–91.
9. Семинченко Е. В. Влияние погодных условий на урожайность ярового ячменя в зоне влияния лесной полосы // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13. № 2. С. 114–127. doi: 10.12731/2658-6649-2021-13-2-114-127.
10. Пулатов Я. Э., Бахриев С. Х., Пулатов Ш. Я. Инновационная влагосберегающая технология: гидрогель и устройство для его внесения в почву // Водные ресурсы, энергетика и экология. 2022. Т. 2. № 3. С. 52–58.
11. Ревенко, В. Ю., Агафонов О. М. Использование гидрогелей в растениеводстве // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 11-2. С. 59–65. doi: 10.24411/2500-1000-2018-10193.
12. Цепляев А. Н., Семененко С. Я., Куприянов А. А. Комплексное решение проблемы ресурсосбережения при выращивании картофеля на орошении с использованием гидросорбентов // Мелиорация и гидротехника. 2024. Т. 14. № 3. С. 31–45. doi: 10.31774/2712-9357-2024-14-3-31-45.
13. Янченко А. В., Федосов А. Ю., Меньших А. М. Полимерные гели в овощеводстве // Агрофизика. 2023. № 2. С. 52–62. doi: 10.25695/AGRPH.2023.02.08.

Сведения об авторах:

Амиров Марат Фуатович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой растениеводства и плодовоовощеводства, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru
 Сулейманов Рузаль Разяпович – аспирант, e-mail: ruzal.suleymanov@mail.ru
 Сержанов Игорь Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и плодовоовощеводства, e-mail: igor.serzhanov@mail.ru
 Шайхутдинов Фарит Шарипович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и плодовоовощеводства, e-mail: faritshay@kazgau.com
 Семенов Павел Геннадьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры растениеводства и плодовоовощеводства, e-mail: sem_pavel_97@mail.ru
 Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

SPRING BARLEY CROP FORMATION USING MINERAL FERTILIZERS AND HYDROSORBENT ON GRAY FOREST SOILS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

M. F. Amirov, R. R. Suleymanov, I. M. Serzhanov, F. Sh. Shaykhutdinov, P. G. Semenov

Abstract. In conditions of limited water supply, increasing the efficiency of spring barley cultivation remains a significant challenge. The objective of the study was to analyze the impact of mineral fertilizers and a moisture sorbent on growth, development and yield of the crop. The study was carried out on gray forest soils in the Republic of Tatarstan from 2022 to 2024 under various agrometeorological conditions. The experimental design involved studying the following variants: without fertilizers and hydrogel (control); $N_{37}P_{60}K_{73}$; Akvasin hydrogel 50 kg/ha; $N_{37}P_{60}K_{73}$ + Akvasin 50 kg/ha; Akvasin 100 kg/ha; $N_{37}P_{60}K_{73}$ + Akvasin 100 kg/ha. Spring barley was sown at a rate of 4.5 million viable seeds per 1 ha. Observations of plant growth and development were carried out according to the methods of State variety testing. The crop was harvested in plots by direct threshing, the yield was recorded recalculated for 14% moisture content and 100% grain purity. During the research years, higher foliar photosynthetic potential was formed by crops in the variants with the introduction of $N_{37}P_{60}K_{73}$ in combination with 50 kg/ha and 100 kg/ha of hydrogel; the value of this indicator increased, compared to the control, by 41% and 50%, respectively. With fertilizer application, total water consumption was higher and water consumption coefficients were lower than the control, especially with hydrogel application. Application of $N_{37}P_{60}K_{73}$ resulted in an average 24.5% increase in barley grain yield over three years compared to the control. With an additional application of 50 kg/ha of hydrogel, the increase was 31.2%, and with 100 kg/ha of hydrogel, 36.7%.

Key words: spring barley (*Hordeum sativum* L.), leaf area, mineral fertilizers, hydrosorbent, yield.

References

1. Levakova OV, Eroshenko LM, Eroshenko AN. [Evaluation of grain productivity and adaptability of domestic and foreign varieties of spring barley in Non-Chernozem zone of the Russian Federation]. Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2021; 3. 30-33 p. doi: 10.28983/asj.y2021i3pp30-33.
2. Shalaeva LV. [Trends in barley production and consumption in the Russian Federation]. Prodovolstvennaya politika i bezopasnost. 2023; Vol.10. 4. 719-734 p. doi: 10.18334/ppib.10.4.117196.
3. Postnikov PA, Popova VV, Vasina OV. [Spring barley yield depending on meteorological factors and nutritional background]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2025; Vol.39. 2. 19-24 p. doi: 10.53859/02352451_2025_39_2_19.
4. Amirov MF, Suleymanov RR, Sharakova GI. [Response of multi-row spring barley to different doses of fertilizers in the conditions of Kama region of the Republic. The role of agricultural science in solving problems of modern agriculture]. Nauchnye trudy vserossiyskoy (natsionalnoy) nauchno-prakticheskoy konferentsii, Kazan, 05-06 aprelya 2023 goda. Kazan: Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2024; 142-149 p.
5. Blokhin VI, Serzhanov IM, Lanochkina MA. [Responsiveness of Kamashevskiy spring barley variety to seeding rate]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019; Vol.33. 5. 39-44 p.
6. Anisimova NN, Ionova EV. [Morphological criteria for assessing the productivity and drought resistance of spring barley]. Zernobobovye i krupyanye kultury. 2014; 4 (12). 39-42 p.
7. Amirov MF, Suleymanov RR, Sharakova GI. [Ways to increase the efficient use of productive moisture in spring barley crops in the conditions of Kama region of the Republic of Tatarstan. The role of agricultural science in solving problems of modern agriculture]. Nauchnye trudy vserossiyskoy (natsionalnoy) nauchno-prakticheskoy konferentsii,

Kazan, 05-06 aprelya 2023 goda. Kazan: Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2024; 66-74 p.

8. Zaytseva GA, Ryaskova OM, Ponomarev PN. [The influence of the least soil moisture capacity on barley yield]. *Nauka i Obrazovanie*. 2023; Vol.6. 1. 86-91 p.

9. Seminchenko EV. [Influence of weather conditions on spring barley productivity in the zone of influence of the forest belt]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021; Vol.13. 2. 114-127 p. doi: 10.12731/2658-6649-2021-13-2-114-127.

10. Pulatov YaE, Bakhriev SKh, Pulatov ShYa. [Innovative moisture-saving technology: hydrogel and a device for its introduction into the soil]. *Vodnye resursy, energetika i ekologiya*. 2022; Vol.2. 3. 52-58 p.

11. Revenko VYu, Agafonov OM. [Use of hydrogels in plant growing]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2018; 11-2. 59-65 p. doi: 10.24411/2500-1000-2018-10193.

12. Tseplyaev AN, Semenenko SYa, Kupriyanov AA. [Comprehensive solution to resource conservation problem in growing potatoes under irrigation using hydrosorbents]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*. 2024; Vol.14. 3. 31-45 p. doi: 10.31774/2712-9357-2024-14-3-31-45.

13. Yanchenko AV, Fedosov AYU, Menshikh AM. [Polymer gels in vegetable growing]. *Agrofizika*. 2023; 2. 52-62 p. doi: 10.25695/AGRPH.2023.02.08.

Authors:

Amirov Marat Fuatovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Plant Growing and Horticulture Department, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru

Suleymanov Ruzal Razyapovich – post-graduate student, e-mail: ruzal.suleymanov@mail.ru

Serzhanov Igor Mikhaylovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Plant Growing and Horticulture Department, e-mail: igor.serzhanov@mail.ru

Shaykhutdinov Farit Sharipovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Plant Growing and Horticulture Department, e-mail: faritshay@kazgau.com

Semenov Pavel Gennadevich – Ph.D. of Agricultural Sciences, senior lecturer of Plant Growing and Horticulture Department, e-mail: sem_pavel_97@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.