

УДК 631.48

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯЧМЕНЯ**О.А. Васильев, А.Г. Ложкин, Н.Н. Зайцева***Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. Резервы повышения эффективности отрасли растениеводства в Чувашской Республике исследованы недостаточно, особенно это касается проблемы соответствия содержания подвижных форм микроэлементов в почве и в урожае зерновых культур. Даже высокое содержание подвижных форм цинка в пахотном слое почвы, влияющее на химический состав продукции растениеводства, все равно можно считать для нее недостаточным. Некорневая подкормка цинксодержащими микроудобрениями повышает урожайность ячменя и содержание цинка в зерне до требуемых норм. При недостаточном содержании подвижной формы соответствующего микроэлемента в почве наиболее эффективным является внесение некорневой подкормки с раствором микроудобрения.

Полевые опыты по изучению влияния некорневых подкормок водных растворов микроудобрений на урожайность и качество зерна ячменя были заложены в 2016 г. на светло-серой лесной тяжелосуглинистой почве. В опытах использовались 0,02 % водные растворы микроудобрений. Итак, обозначим химические формулы данных микроудобрений и названия веществ: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (сульфат меди), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (сульфат цинка), H_3BO_3 (борная кислота), $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (сульфат кобальта), $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (молибденовокислый аммоний), $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (сульфат марганца), а также жидкое биоудобрение производства ООО «Аталану» Канашского района. Половина площади каждой делянки была обработана дополнительно 2 % раствором мочевины. Экономическая эффективность производства ячменя при некорневой подкормке микроудобрениями повысилась, особенно в сочетании с мочевиной: если в контрольном варианте рентабельность составила 24,2 %, то в варианте с применением марганца и мочевины она оказалась выше почти на 31,7 %; цинка и мочевины – на 26,8 %. В варианте со смесью микроудобрений и мочевины – на 26,1 %, в варианте с борной кислотой и мочевиной – на 24,7 %. Проведенные исследования показали, что применение некорневых подкормок зерновых культур растворами микроэлементов в сочетании с мочевиной в серых лесных почвах Чувашии имеет хорошие перспективы для внедрения в сельскохозяйственное производство, что доказывают и более ранние исследования.

Ключевые слова: микроудобрение, микроэлементы, светло-серая лесная почва, сульфаты, некорневая подкормка, урожайность, химический состав.

Введение. Актуальность агрохимических мероприятий, повышающих качество продукции растениеводства, связана не только с изучением факторов, оказывающих влияние на сбалансированность питания населения и сельскохозяйственных животных, улучшение зоотехнических показателей кормов: содержание белка, жира, клетчатки, углеводов, фосфора, кормовых единиц и др. – но и с содержанием в урожае микроэлементов. Известно, что в зернофураже содержание цинка должно составлять 30-60 мг/кг, а меди – 5-10 мг/кг [1], [3]. При сравнении содержания подвижных микроэлементов в почве и в конечной продукции: зерне ячменя, пшеницы и др. зерновых культур, – можно отметить, что «среднее» и «высокое» содержание меди и цинка в почве не соответствует достаточно низкому их проценту в составе продукции растениеводства [5], [6].

Материалы и методы. Полевые опыты по изучению влияния некорневых подкормок в виде водных растворов микроудобрений и жидких отходов биогазовой установки ООО «Аталану» Канашского района на урожайность и качество зерна ячменя закладывались в 2009-2016 гг. в УНПЦ «Студенческий» Чувашской ГСХА [1], [2], [7].

Объектом исследований являлись посевы ячменя Биос-1, расположенные на опытном поле УНПЦ «Студгородок» Чувашской ГСХА. Почва опытного участка – светло-серая лесная, тяжелосуглинистая, на лессовидном суглинке. Содержание гумуса в почве составляло 2, 3 %, подвижной меди – 2,8 мг/кг (среднее), цинка – 2,3 мг/кг (очень высокое), кобальта – 1,6 мг/кг (низкое), бора – 0,27 мг/кг (низкое). Содержание микроэлементов было типичным для светло-серых лесных почв республики [2], [3], [4], [5].

Перед посевом ячменя весной в почву было внесено 100 кг/га нитроаммофоски в физическом весе со следующим содержанием действующих веществ: N:P:K=18:18:18.

Перед закладкой опыта участок был разбит на 9 вариантов; каждый вариант имел три делянки площадью 20 м². В опыте использовался метод расщепленных делянок: половина площади каждой делянки на другой день опрыскивалась 2 % раствором мочевины с расходом 0,5 л на 10 м². В итоге во время опыта было использовано 18 вариантов.

Некорневая подкормка микроэлементами ячменя Биос-1 производилась в начале фазы цветения, вечером 8 июля 2016 г., с 18-00 до 22-00 часов, а на другой день в это же время половина растений каждой делянки дополнительно подкармливалась раствором мочевины. При опрыскивании все делянки были огорожены

защитными бортиками из полиэтиленовой пленки. Контрольный вариант опрыскивался дистиллированной водой.

В опытах использовались 0,02% водные растворы микроудобрений. Итак, обозначим химические формулы данных микроудобрений и названия веществ: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (сульфат меди), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (сульфат цинка), H_3BO_3 (борная кислота), $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (сульфат кобальта), $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (молибденовокислый аммоний), $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (сульфат марганца), жидкое биоудобрение производства ООО «Аталану» Канашского района.

Каждый раствор соли какого-либо микроэлемента распылялся с помощью ручного опрыскивателя в отдельном варианте опыта с расходом 1 л на площадь одной делянки 20 м^2 , что соответствует расходу в 500 л/га.

Условия вегетационного периода 2016 г. были слабозасушливыми, преобладали в основном солнечные дни.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты некорневой подкормки ячменя в течение первых двух недель заметны не были. Однако ближе ко времени уборки было зафиксировано, что в вариантах с некорневой подкормкой колосья и стебли увеличились. Растения ячменя, расположенные на делянках, где осуществлялась некорневая подкормка растений раствором мочевины, имели более крупные размеры и отличались насыщенным зеленым цветом.

Уборка ячменя производилась 13 августа с 1 м^2 со всех делянок и сопровождалась вязанием снопов.

Результаты взвешивания собранного с делянок зерна и измерение его урожайности (ц/га) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние некорневой подкормки ячменя микроудобрениями и мочевиной (М) на структуру урожая, г

№ вар.	Вариант	Масса снопа с колосьями	Изменение массы снопа, (\pm)	Масса зерен в снопе	Изменение массы зерен, (\pm)
1	Контроль	491		255	
2	Контроль+Мочевина (М)	535	44	279	24
3	Сульфат меди	520	29	267	12
4	Сульфат меди + М*	565	74	312	57
5	Сульфат цинка	528	37	285	30
6	Сульфат цинка + М	555	64	335	80
7	Борная кислота	500	9	285	30
8	Борная кислота + М	551	60	330	75
9	Сульфат кобальта	510	19	275	20
10	Сульфат кобальта + М	590	99	300	45
11	Молибденовокислый аммоний	498	7	266	11
12	Молибденовокислый аммоний +М	555	64	315	60
13	Сульфат марганца	543	52	292	37
14	Сульфат марганца + М	615	124	345	90
15	Смесь микроудобрений	584	93	310	55
16	Смесь микроудобрений + М	577	86	335	80
17	Биоудобрение	518	27	280	25
18	Биоудобрение + М	562	71	293	38
	НСР ₀₅		33,2		21,4

Примечание: *М - мочевина

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что на величину массу снопов ячменя существенно повлияли варианты, в которых в качестве некорневой подкормки использовали сульфат цинка, сульфат марганца, смесь микроудобрений и биоудобрение.

Дополнительная некорневая подкормка растений ячменя 2% раствором мочевины вызвала существенную прибавку массы снопов во всех вариантах опыта.

Урожайность ячменя представлена в табл. 2.

На урожайность ячменя существенно повлияли 4 варианта следующих растворов микроудобрений: 5 (раствор сульфата цинка), 7 (раствор борной кислоты), 13 (раствор сульфата марганца), 15 (раствор смеси микроудобрений) и 17 – биоудобрение.

При применении раствора мочевины без внесения микроудобрений повышение урожайности ячменя было несущественным – она значительно увеличивалась в варианте с добавлением микроудобрений. Видимо, мочевина интенсифицирует поглощение листовой поверхностью ячменя микроэлементов.

Самым эффективным по влиянию на урожайность ячменя оказался вариант с некорневой подкормкой растений смесью сульфата марганца и мочевины, на втором месте – смесь микроэлементов и мочевины и на

третьем – борной кислоты и мочевины. Именно эти микроэлементы (марганец и бор) имеют, как было показано выше, наименьшую концентрацию в почве.

Таблица 2 – Средняя биологическая урожайность ячменя и превышение показателей контрольного варианта в вариантах опыта, т/га

№п.п.	Варианты	Биологическая урожайность	Изменение урожайности (±)
1	Контроль	2,55	
2	Контроль+Мочевина (М)	2,79	0,24
3	Сульфат меди	2,67	0,12
4	Сульфат меди + М*	3,12	0,57
5	Сульфат цинка	2,85	0,30
6	Сульфат цинка + М	3,35	0,80
7	Борная кислота	2,85	0,30
8	Борная кислота + М	3,30	0,75
9	Сульфат кобальта	2,75	0,20
10	Сульфат кобальта + М	3,00	0,45
11	Молибденовокислый аммоний	2,87	0,32
12	Молибденовокислый аммоний +М	3,15	0,60
13	Сульфат марганца	2,92	0,37
14	Сульфат марганца + М	3,45	0,90
15	Смесь микроудобрений	3,10	0,55
16	Смесь микроудобрений + М	3,35	0,80
17	Биоудобрение	2,80	0,25
18	Биоудобрение + М	2,93	0,38
	НСР ₀₅		0,21

Зоотехнический анализ зерна и соломы ячменя производился в ФГУ ГЦАС «Чувашский» (п. Опытный Цивильского района).

Таблица 3 – Влияние некорневой подкормки на химический состав зерна ячменя

Варианты опыта	Влага, %	Сухое вещество, %	Содержится в корме натуральной влажности						
			Протеин, % по ГОСТ 13496.4	Сырая зола, % по ГОСТ 26226	Кальций, % по ГОСТ 26570	Фосфор, % по ГОСТ 26657	Крахмал, %	Медь, мг/кг по ГОСТ 30178-96	Цинк, мг/кг по ГОСТ 30178-96
1	9,31	90,69	12,12	3,18	0,15	0,37	45,00	4,83	25,10
2	9,65	90,35	12,63	2,89	0,14	0,36	45,65	4,91	25,50
3	9,45	90,55	11,36	2,91	0,14	0,37	34,73	5,24	14,50
4	9,56	90,44	11,25	2,88	0,13	0,39	46,37	5,80	22,20
5	9,29	90,71	11,26	2,79	0,15	0,35	39,72	3,68	26,00
6	9,79	90,21	12,05	2,76	0,14	0,39	43,69	3,73	28,90
7	9,92	90,08	11,31	2,73	0,13	0,39	41,45	4,35	24,80
8	9,50	90,50	10,55	2,70	0,16	0,37	45,12	4,55	26,40
9	9,34	90,66	11,20	3,02	0,14	0,35	47,55	4,12	24,10
10	9,93	90,07	10,45	2,95	0,12	0,36	41,83	5,05	26,70
11	9,25	90,75	11,37	2,92	0,15	0,37	42,94	4,81	27,30
12	9,40	90,60	11,75	2,65	0,12	0,35	40,91	4,96	24,60
13	9,58	90,42	12,79	2,71	0,12	0,36	46,80	4,40	25,30
14	9,72	90,28	12,99	2,60	0,15	0,36	42,94	5,15	25,70
15	9,68	90,32	12,14	2,76	0,12	0,37	43,85	4,06	26,40
16	9,29	90,71	12,28	2,95	0,15	0,35	47,78	4,25	27,50
17	9,48	90,52	12,08	2,98	0,14	0,36	44,72	4,85	25,60
18	9,95	90,05	12,25	2,72	0,13	0,35	43,56	4,79	24,90

Результаты исследований качества зерна ячменя в вариантах опыта показали, что содержание сырого протеина в результате применения микроудобрений и микроудобрений в сочетании с мочевиной понизилось на

1-2,5 %, за исключением варианта с некорневой подкормкой мочевиной. Содержание сырой золы также несколько понизилось.

Отмечалось повышение содержание меди и цинка в соответствующих вариантах с применением сульфата меди и сульфата цинка, что приводило к улучшению качества зерна.

Содержание крахмала в зерне ячменя повышалось при использовании смесей с сульфатом марганца и сульфата кобальта (табл. 3).

Данные, представленные в таблице 3, свидетельствуют о том, что, несмотря на очень высокое содержание подвижного цинка в почве, во всех вариантах опыта наблюдалось небольшое его количество в зерне ячменя, за исключением вариантов с применением соответствующего микроудобрения.

Таблица 4 – Влияние некорневой подкормки на химический состав соломы ячменя

Варианты опыта	Влага, %	Сухое вещество, %	Содержится в корме натуральной влажности								
			Протеин, % по ГОСТ	Сырая зола, % по ГОСТ	Кальций, % по ГОСТ	Фосфор, % по ГОСТ	Кормовые ед., кг/кг	Обменная энергия, МДж/кг	Переваримый протеин, %	Медь, мг/кг по ГОСТ	Цинк, мг/кг по ГОСТ
1	17,86	82,14	4,81	5,99	0,44	0,12	1,15	10,64	34,63	3,70	36,90
2	16,23	83,77	5,25	6,47	0,49	0,08	1,16	10,79	37,80	2,50	29,00
3	16,11	83,89	4,38	5,65	0,46	0,04	1,18	10,94	31,54	3,80	36,40
4	15,11	84,89	3,50	5,74	0,46	0,06	1,20	11,08	25,20	4,10	32,60
5	15,24	84,76	3,94	5,58	0,52	0,06	1,20	11,08	28,37	2,80	37,80
6	15,90	84,10	5,25	6,87	0,57	0,09	1,16	10,78	37,80	3,50	39,50
7	14,28	85,72	3,94	5,57	0,48	0,06	1,21	11,21	28,37	4,10	42,00
8	16,70	83,30	4,81	4,95	0,41	0,09	1,18	10,95	34,63	3,80	41,60
9	18,78	81,22	4,81	6,82	0,58	0,08	1,12	10,39	34,63	3,30	36,20
10	17,60	82,40	3,06	6,18	0,44	0,08	1,16	10,67	22,03	3,30	32,20
11	15,46	84,54	3,94	6,22	0,60	0,10	1,19	10,95	28,37	4,20	41,30
12	14,82	85,18	4,81	6,21	0,58	0,06	1,19	11,03	34,63	4,50	28,60
13	16,76	83,24	5,25	5,91	0,52	0,08	1,17	10,80	37,80	3,90	38,20
14	16,03	83,97	4,38	7,04	0,58	0,07	1,16	10,75	31,54	3,50	39,90
15	15,45	84,55	4,38	6,38	0,49	0,08	1,18	10,93	31,54	3,20	36,20
16	16,84	83,16	4,81	6,24	0,52	0,05	1,16	10,74	34,63	2,90	36,50

Таблица 5 – Влияние некорневой подкормки на экономическую эффективность производства ячменя

№ вар.	Вариант	Прибыль от продажи, руб/га	Затраты, руб/га	Чистая прибыль, руб/га	Рентабельность, %
1	Контроль	15300	12320	2980	24,2
2	Контроль+Мочевина (М)	16740	13220	3520	26,6
3	Сульфат меди	16020	12710	3310	26,0
4	Сульфат меди + М*	18720	13310	5410	40,6
5	Сульфат цинка	17100	12715	4385	34,5
6	Сульфат цинка + М	20100	13315	6785	51,0
7	Борная кислота	17100	12700	4400	34,6
8	Борная кислота + М	19800	13300	6500	48,9
9	Сульфат кобальта	16500	12920	2980	27,7
10	Сульфат кобальта + М	18000	13520	4480	33,1
11	Молибденовокислый аммоний	17220	12970	2990	32,8
12	Молибденовокислый аммоний +М	18900	13570	5330	39,3
13	Сульфат марганца	17520	12680	4840	38,2
14	Сульфат марганца + М	20700	13280	7420	55,9
15	Смесь микроудобрений	18600	12770	5830	45,7
16	Смесь микроудобрений + М	20100	13370	6730	50,3
17	Биоудобрение	16800	12700	4100	32,3
18	Биоудобрение + М	17580	13300	4280	32,2

Результаты зоотехнического анализа соломы показывают, что в результате некорневой подкормки микроэлементами растений ячменя содержание сухого вещества соломы, кальция, кормовых единиц, обменной энергии несколько повысилось или осталось на уровне контрольного варианта, а сырого протеина – понизилось. Содержание фосфора в зерне ячменя изменилось незначительно.

Химический состав соломы ячменя представлен в таблице 4.

Расчет экономической эффективности применения микроудобрений представлен в таблице 5.

Выводы. Некорневая подкормка микроудобрениями значительно повысила урожайность ячменя и экономическую эффективность его производства, особенно в сочетании с мочевиной: если в контрольном варианте рентабельность составила 24,2 %, то в варианте с применением марганца и мочевины она оказалась выше почти на 31,7 %; цинка и мочевины – на 26,8 %, в варианте со смесью микроудобрений и мочевины – на 26,1 %, в варианте с борной кислотой и мочевиной – на 24,7 %. Чистая прибыль при применении биоудобрения возросла на 1120 руб./га, а в варианте с совместным применением мочевины с биоудобрением – на 1300 руб./га. Рентабельность, соответственно, повысилась на 8,1 и 8,0 %.

Чистая прибыль в варианте с применением сульфата марганца и мочевины выросла почти вдвое – на 4440 руб./га. При применении смеси микроудобрений и мочевины – почти в полтора раза, на 3750 руб./га. При применении смеси с сочетанием борной кислоты, мочевины и сульфата цинка с мочевиной – на 3520 руб./га и 3805 руб./га, соответственно. При применении только мочевины – на 540 руб./га.

Проведенные исследования показывают, что применение некорневых подкормок зерновых культур растворами микроэлементов в сочетании с мочевиной в серых лесных почвах Чувашии имеет хорошие перспективы для внедрения в сельскохозяйственное производство, что доказывают и ранее проведенные исследования [1], [2], [6], [7].

Литература

1. Васильев, О. А. Влияние микроудобрений на урожайность зерновых культур в серой лесной почве Чувашской Республики / О. А. Васильев // Научное обеспечение инновационного развития АПК: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию государственности Удмуртии. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. – Т.1. – С. 8-11.
2. Васильев, О. А. Эффективность использования отходов биогазовой установки в качестве некорневой подкормки яровой пшеницы на серых лесных почвах Чувашии / О. А. Васильев, Н. Н. Зайцева, Д.П. Кирьянов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (40). – С. 7-12.
3. Смирнова, А. Н. Содержание меди в серых лесных почвах северной сельскохозяйственной зоны Чувашии / А. Н. Смирнова, О. А. Васильев // Молодые ученые в решении актуальных проблем сельского хозяйства: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 80-летию ФГОУ ВПО ЧГСХА. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2011. – С. 63-65.
4. Смирнова, А. Н. Содержание микроэлементов в профиле типично-серой лесной почвы УНПЦ «Студгородок» / А. Н. Смирнова, О. А. Васильев // Роль высшей школы в реализации проекта «Живое мышление – стратегия Чувашии»: материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2010. – С. 70-73.
5. Смирнова, А. Н. Содержание микроэлементов в серых лесных почвах Чувашской Республики / А. Н. Смирнова, О. А. Васильев // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы конференции аспирантов и преподавателей, посвященной 80-летию ЧГСХА. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2011. – С. 85-87.
6. Смирнова, А. Н. Содержание микроэлементов в серых лесных почвах Чувашской Республики / А. Н. Смирнова, О. А. Васильев // Вестник БГАУ. – 2012. – № 3. – С. 11-13.
7. Смирнова, А. Н. Влияние микроэлементов на урожайность яровой пшеницы в типично-серой лесной почве Чувашии / А. Н. Смирнова, О. А. Васильев // Агротехнический вестник. – 2013. – № 2. – С. 23-25.

Сведения об авторах

1. **Васильев Олег Александрович**, доктор биологических наук, профессор кафедры землеустройства, кадастров и экологии, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия; 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: vasiloleg@mail.ru, тел. (8352) 62-06-19, 8-905-19-777-81;
2. **Лошкин Александр Геннадьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: Lozhkin_tmvl@mail.ru, тел. 8-927-86-296-81;
3. **Зайцева Наталья Николаевна**, соискатель кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, генеральный директор ООО «Аталану» Канашского района Чувашской Республики, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Пушкина, д.15; e-mail: atalanu@mail.ru, тел.: 8-903-358-82-25.

THE INFLUENCE OF MICRONUTRIENT FOLIAR FEEDING ON YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF BARLEY

O.A. Vasilyev, A.G. Lozhkin, N.N. Zaitseva

*Chuvash State Agricultural Academy
428003, Cheboksary, Russian Federation*

Abstract. Reserves for improving the efficiency of the crop sector in the Chuvash Republic have not been studied enough, especially with regard to the problem of matching the content of mobile forms of trace elements in the soil and in the harvest of grain crops. Even the high content of mobile forms of zinc in the arable soil layer, affecting the chemical composition of crop production, can still be considered insufficient for them. Foliar feeding with zinc-containing micronutrient increases the yield of barley and the content of zinc in the grain to the required standards. With insufficient content of the mobile form of the corresponding trace element in the soil, the most effective is the introduction of foliar feeding with a solution of micronutrient.

Field experiments to study the effect of foliar fertilizing of aqueous solutions of micronutrients on the yield and quality of barley grain were in 2016 on light gray forest loamy soil. In the experiments, 0.02% aqueous solutions of micronutrients were used. So, we denote the chemical formulas of these micronutrients and names of substances: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (copper sulfate), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (zinc sulfate), H_3BO_3 (boric acid), $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (cobalt sulfate), $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (ammonium molybdenum), $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (manganese sulfate), as well as liquid biofertilizer of production of LLC Atalanu of the Kanash district. Half of each plot was treated with an additional 2 % urea solution. The economic efficiency of barley production with foliar fertilizing with micronutrients increased, especially in combination with urea: if in the control version the profitability was 24.2 %, in the version with the use of manganese and urea it was higher by almost 31.7 %; zinc and urea – by 26.8 %. In the version with a mixture of micronutrients and urea – 26.1 %, in the version with boric acid and urea – 24.7 %. The conducted studies show that the use of non-root fertilizing of grain crops with solutions of trace elements in combination with urea in gray forest soils of Chuvashia has good prospects for introduction into agricultural production, which was proved by earlier studies.

Key words: fertilizer, micronutrients, light gray forest soil, sulfate, foliar application, yield, chemical composition.

References

1. Vasil'ev, O. A. Vliyanie mikroudobreniy na urozhaynost' zernovykh kul'tur v seroy lesnoy pochve CHuvashskoy Respubliki / O. A. Vasil'ev // Nauchnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiya APK: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu gosudarstvennosti Udmurtii. – Izhevsk: Izhevskaya GSKHA, 2010. – T.1. – S. 8-11.
2. Vasil'ev, O. A. Effektivnost' ispol'zovaniya otkhodov biogazovoy ustanovki v kachestve nekornevoy podkormki yarovoy pshenitsy na serykh lesnykh pochvakh CHuvashii / O. A. Vasil'ev, N. N. Zaytseva, D.P. Kir'yanov // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 4 (40). – S. 7-12.
3. Smirnova, A. N. Soderzhanie medi v serykh lesnykh pochvakh severnoy sel'skokhozyaystvennoy zony CHuvashii / A. N. Smirnova, O. A. Vasil'ev // Molodye uchenye v reshenii aktual'nykh problem sel'skogo khozyaystva: materialy VII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i studentov, posvyashchennoy 80-letiyu FGOU VPO CHGSKHA. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2011. – S. 63-65.
4. Smirnova, A. N. Soderzhanie mikroelementov v profile tipichno-seroy lesnoy pochvy UNPTS «Studgorodok» / A. N. Smirnova, O. A. Vasil'ev // Rol' vysshey shkoly v realizatsii proekta «ZHivoe myshlenie – strategiya CHuvashii»: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsiya. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2010. – S. 70-73.
5. Smirnova, A. N. Soderzhanie mikroelementov v serykh lesnykh pochvakh CHuvashskoy Respubliki / A. N. Smirnova, O. A. Vasil'ev // Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu: materialy konferentsii aspirantov i prepodavateley, posvyashchennoy 80-letiyu CHGSKHA. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2011. – S. 85-87.
6. Smirnova, A. N. Soderzhanie mikroelementov v serykh lesnykh pochvakh CHuvashskoy Respubliki / A. N. Smirnova, O. A. Vasil'ev // Vestnik BGAU. – 2012. – № 3. – S. 11-13.
7. Smirnova, A. N. Vliyanie mikroelementov na urozhaynost' yarovoy pshenitsy v tipichno-seroy lesnoy pochve CHuvashii / A. N. Smirnova, O. A. Vasil'ev // Agrokhimicheskiy vestnik. – 2013. – № 2. – S. 23-25.

Information about the author

1. **Vasilyev Oleg Aleksandrovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Land Management, Cadastre and Ecology, Chuvash State Agricultural Academy; 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, St. Marx, 29, Tel.: (8352) 62-06-19, Beeline: 8-905-19-777-81. E-mail: vasiloleg@mail.ru.
2. **Lozhkin Alexander Gennadievich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of agriculture, crop production, Selectii and Seed, Chuvash State Agricultural Academy; Chuvash Republic, Cheboksary, St. Marx, 29. Tel Beeline: 8-927-86-296-81. E-mail: Lozhkin_tmvl@mail.ru
3. **Zaytseva Natalya Nikolaevna**, Applicant, General Director of OOO "Atalanu" Kanash district of the Chuvash Republic. 428003, Cheboksary, Pushkin Street, d. 15. Tel: Beeline: 8-903-358-82-25. E-mail: atalanu@mail.ru.