

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В УСЛОВИЯХ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. В. Попова, старший научный сотрудник селекционно-технологического центра по картофелю, galina_popova2019@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5002-8840;

Ф. Ф. Пуздря, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник селекционно-технологического центра по картофелю, ORCID ID: 0000-0001-5064-8321;

А. В. Боженков, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник селекционно-технологического центра по картофелю, ORCID ID: 0000-0003-0474-1319;

С. А. Круглова, старший научный сотрудник селекционно-технологического центра по картофелю, ORCID ID: 0000-0001-6070-9060;

Т. М. Морозова, научный сотрудник селекционно-технологического центра по картофелю, ORCID ID: 0000-0002-5924-0143

Костромской НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А. Г. Лорха», 156543, Костромская обл., Костромской р-н, с. Минское, ул. Кукалевского, д. 18; e-mail: kniish.dir@mail.ru

Укрепление кормовой базы является важной задачей для успешного развития животноводства Костромской области, и основная роль в этом принадлежит клеверу луговому. Целью и задачей исследований было выявление зависимости продуктивности зеленой массы клевера от вида и дозы применяемых подкормок, при этом использовались щадящие дозы удобрений и экологичные виды обработки. Исследования проводили в 2020–2022 гг. на базе Костромского НИИСХ, двухфакторный опыт состоял из 15 вариантов (три фона – Контроль, Озон и «Аквамикс», и 5 вариантов разных доз подкормки) в трех повторениях, площадь одной делянки 6 м². Сорт клевера выбран Солигаличский местный как наиболее приспособленный к почвенно-климатическим условиям области. При проведении исследований обнаружена зависимость эффективности применяемых удобрений от погодных факторов во время вегетации. Так, при благоприятных климатических условиях комплекс «Аквамикс» был эффективен как в предпосевной обработке, так и в виде некорневых подкормок. В вариантах с его применением получено существенное увеличение урожайности зеленой массы и показателей общей продуктивности. Из минеральных подкормок наиболее эффективной была доза удобрений $P_{30}K_{30}$, при увеличении дозы и включении в состав подкормки азота ($N_{30}P_{45}K_{90}$) урожайность и качество зеленой массы снижались в основном из-за полегания травостоя. В неблагоприятный период вегетации (летняя засуха) микроэлементы не повлияли на урожайность и качество кормовой массы, эффективными были лишь подкормки минеральными удобрениями, причем наибольший результат по всем показателям получен при повышенной дозе и полном составе подкормки ($N_{30}P_{45}K_{90}$). Озонирование семян было эффективным при любых погодных условиях. Лучший результат в благоприятный год получен в варианте озон + $P_{30}K_{30}$ (+43,8 т/га зеленой массы, или 153 %), в неблагоприятный год – озон + $N_{30}P_{45}K_{90}$ (+16,1 т/га, или 111 %). Дозу минеральной подкормки необходимо корректировать в зависимости от погодных условий конкретного вегетационного периода.

Ключевые слова: клевер луговой, Аквамикс, озон, минеральные удобрения, погодные условия, продуктивность.

Для цитирования: Попова Г. В., Пуздря Ф. Ф., Боженков А. В., Круглова С. А., Морозова Т. М. Влияние погодных факторов на эффективность макро- и микроудобрений при выращивании клевера лугового в условиях Костромской области // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 4. С. 84–90. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-87-4-84-90.



THE EFFECT OF WEATHER FACTORS ON THE EFFICIENCY OF MACRO- AND MICROFERTILIZERS FOR THE RED CLOVER CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF THE KOSTROMA REGION

G. V. Popova, senior researcher the Center for potato breeding and technologies, galina_popova2019@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5002-8840;

F. F. Puzdrya, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher the Center for potato breeding and technologies, ORCID ID: 0000-0001-5064-8321;

A. V. Bazhenkov, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, ORCID ID: 0000-0003-0474-1319;

S. A. Kruglova, senior researcher the Center for potato breeding and technologies, ORCID ID: 0000-0001-6070-9060;

T. M. Morozova, researcher the Center for potato breeding and technologies, ORCID ID: 0000-0002-5924-0143

Kostroma Research Institute of Agriculture, branch of the FSBSI "Federal Research Center of potato named after A. G. Lorkh", 156543, Kostroma region, Kostroma district, v. of Minskoe, Kukalevsky Str., 18; e-mail: kniish.dir@mail.ru

Strengthening the forage base is an important task for the successful development of animal husbandry in the Kostroma region, and the main role in this belongs to red clover. The purpose of the current study was to identify the dependence of the productivity of clover green mass on the type and dose of top dressing, when using sparing doses of fertilizers and environmentally friendly types of processing. The study was carried out on the basis of the Kostroma Research Institute of Agriculture in 2020–2022. The two-factor trial consisted of 15 options (three backgrounds – Control, Ozone and “Aquamix”, and 5 options for different doses of top dressing) in three sequences, the area of one plot was 6 m². There was taken the clover variety ‘Soligalichesky mestny’ as the most adapted to the soil and climatic conditions of the region. During the study, there was found a dependence of the efficiency of the applied fertilizers on weather factors during the vegetation period. Thus, under favorable climatic conditions, the complex “Aquamix” was effective both in pre-sowing treatment and in the form of foliar top dressing. In the variants with its use, there was obtained a significant improvement of green mass productivity and general productivity indicators. The P₃₀K₃₀ dose was the most effective among all mineral top dressings. When increasing the dose and introducing nitrogen (N₃₀P₄₅K₉₀) in the top dressing, productivity and quality of the green mass decreased mainly due to grass lodging. During the unfavorable vegetation period (summer drought), microelements did not affect forage mass productivity and quality. Only top dressing with mineral fertilizers was effective, and the best result was obtained with a higher dose and the full composition of top dressing (N₃₀P₄₅K₉₀). Seed ozonation was effective under all weather conditions. The best result in a favorable year was obtained in the variant Ozone + P₃₀K₃₀ (+43.8 t/ha of green mass, or 153 %), in an unfavorable year it was Ozone + N₃₀P₄₅K₉₀ (+16.1 t/ha, or 111 %). The dose of mineral top dressing ought to be adjusted depending on the weather conditions of a particular vegetation period.

Keywords: red clover, Aquamix, ozone, mineral fertilizers, weather conditions, productivity.

Введение. В Костромской области приоритетным направлением является мясомолочное скотоводство, поэтому вопрос о совершенствовании и укреплении кормовой базы, основу которой составляют многолетние травы, является актуальным. По данным областной статистики за 2019 г. площадь под многолетними травами составляла 80600 га, это 65 % в структуре посевных площадей, но культура земледелия при этом остается очень низкой, что влияет на урожайность и качество кормовой массы. Внесение минеральных удобрений применяется лишь на 18–19 % общей площади кормовых культур в дозах, не превышающих 11–12 кг/га действующего вещества (Боженков, 2022). В этих условиях необходим поиск альтернативных путей и способов получения высоких урожаев кормовых культур с минимальными затратами материальных ресурсов (Kosolapova et al., 2016; Thorsted et al., 2002).

Одним из эффективных способов увеличения урожайности является повышение посевных качеств семян стимуляцией ростовых процессов и обеззараживанием их от возбудителей болезней.

Нетрадиционным, но эффективным способом является озонирование семенного материала. По результатам исследований, это одна из самых полезных процедур, влияющая на увеличение урожайности. Газ озон оказывает комплексное воздействие на семена: активизирует биохимические процессы, оказывает антисептическое действие, технология обработки проста и экологически безопасна (Баскаков, 2016; Гаврилова и др., 2015; Сорокин и Морозова, 2019).

Известно, что клевер луговой является культурой фосфорно-калийного питания, азот же нужен растениям в большей степени лишь в начальный период роста. Также клевер требователен к наличию микроэлементов при формировании урожая, особенно к бору и молибдену (Босак, 2001).

На основании этого препарат «Аквамикс» (Буйский химзавод) идеально подходит как опытный вариант для поставленных це-

лей. В состав этого комплекса микроудобрений входят самые необходимые растениям элементы – молибден, бор, железо, марганец, цинк и медь, представленные в легкодоступной форме хелатов. Выпускают две марки удобрения: Аквамикс-Т для предпосевной обработки семян, и Аквамикс-ТВ для некорневых подкормок в период вегетации ([URL: www.bhz.ru](http://www.bhz.ru)).

В последние двадцать лет отмечена тенденция к потеплению климата во многих регионах России, что привело к повышению температуры воздуха и учащению повторяемости жарких периодов и других погодных аномалий (Зезин и др., 2020; Staniak, 2019).

Костромская область также находится в зоне рискованного земледелия по климатическим особенностям, ее отличает непостоянство погодных факторов, невозможность прогнозирования условий вегетационного периода, и поэтому сложность в подборе системы удобрений и агротехнических мероприятий. Исходя из этого, объектом исследований был выбран клевер луговой сорта Солигаличский местный как наиболее приспособленный к природным условиям области.

Таким образом, поиск и адаптация оптимальных доз минеральных удобрений в зависимости от погодных условий, а также способы их внесения являются важным звеном при инновационном подходе к решению задачи интенсификации полевого кормопроизводства.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на клевере луговом (*Trifolium pratense* L.) сорта Солигаличский. Это местный кряж, районированный в области с 1983 г., оригинатором которого является ФГБНУ «Костромской НИИСХ». Сорт одноукосный, среднепоздний, отличается высокими показателями урожайности зеленой массы за один укос и хорошей приспособленностью к местным почвенно-климатическим условиям.

Целью и основной задачей работы являлась зависимость урожайности и качества зеленой массы клевера от вида и дозы применяемых предпосевных обработок и подкормок.

Опыт был заложен двухфакторный (табл. 1), общей площадью 360 м², площадь одной делянки – 6 м², повторность трехкратная.

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Scheme of the trial

№ варианта	Год жизни клевера	
	I год (фактор А)	II год (фактор Б)
1	Контроль	Контроль
2		Аквамикс-ТВ
3		Аквамикс-ТВ + P ₃₀ K ₃₀
4		P ₃₀ K ₃₀
5		N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀
6	Аквамикс	Контроль
7		Аквамикс-ТВ
8		Аквамикс-ТВ + P ₃₀ K ₃₀
9		P ₃₀ K ₃₀
10		N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀
11	Озон	Контроль
12		Аквамикс-ТВ
13		Аквамикс-ТВ + P ₃₀ K ₃₀
14		P ₃₀ K ₃₀
15		N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀

Так как клевер луговой является многолетней культурой, схема опыта двухступенчатая: в первый год – предпосевная обработка семян, во второй год – весенние подкормки. С 1 по 5 варианты – фон Контроль, без предпосевной обработки семян; с 6 по 10 варианты – фон с предпосевной обработкой семян комплексом Аквамикс-Т (фон Аквамикс); с 11 по 15 варианты – фон с предпосевным озонированием семян (фон Озон). Подкормки проводили в фазу весеннего отрастания растений 2-го года жизни. В этом качестве использовали: микроэлементный комплекс Аквамикс-ТВ в дозе 150 г/га, минеральные удобрения в дозах P₃₀K₃₀ и N₃₀P₄₅K₉₀, а также доза P₃₀K₃₀ в сочетании с Аквамикс-ТВ. Применяемые удобрения – аммиачная селитра, суперфосфат двойной и сульфат калия. Дозы удобрений подбирали с учетом возможностей большинства сельскохозяйственных организаций области.

Озонирование семян проводили озоно-воздушным потоком в дозе 5–10 мг/м³ с экспозицией 15 мин. Данный вариант выбран нами на основании исследований, проводимых в ФГБНУ «Костромской НИИСХ» в 2015–2018 гг. (Сорокин и др., 2019). Обработку семян комплексом микроудобрений проводили за 3 дня до посева путем их опрыскивания свежеприготовленным раствором Аквамикс-Т в дозе 40 г/т.

Почва опытного участка – дерново-подзолистый легкий суглинок, он имеет: рН солевой вытяжки (потенциометрически) – 5,1 ед, гидролитическая кислотность (по Каппену), Нг – 4,1 Мг/экв. на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований (по Каппену–Гильковицу), S – 6,18 мг/экв. на 100 г почвы, содержание подвижного фосфора P₂O₅ – 247 мг/кг почвы, обменного калия K₂O – 92 мг/кг почвы (согласно ГОСТ Р 54650-2011), содержание гумуса в пахотном слое (по Тюрину) – 1,23 %. В целом по пока-

зателям почва слабокультуренная, с низким содержанием гумуса, средним содержанием калия и высоким – фосфора.

Обработка участка состояла из зяблевой вспашки, дискования в 2 следа с последующей культивацией и предпосевного прикатывания. Норма высева, с учетом посевной годности, составила 15 кг/га. Посев проводили беспокровно, рядовым способом с шириной междурядий 14 см.

Учеты и наблюдения выполнены согласно «Методике полевого опыта» Б.А. Доспехова (2014) и «Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами». Зеленую массу клевера 2-го года жизни (I г.п.) учитывали в фазу «конец бутонизации–начало цветения» методом метровок. Качество массы определяли согласно ГОСТ и «Методическим указаниям по оценке качества и питательности кормов» по следующим показателям: содержание абсолютно сухого вещества в зеленой массе клевера (ГОСТ 31640-2012), содержание сырого протеина (ГОСТ 13496.4-2019), обменной энергии и кормовых единиц в 1 кг сухой массы. Также была рассчитана питательная продуктивность клевера. Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программы Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение. За годы исследований было отмечено влияние погодных факторов на эффективность применяемых в опыте удобрений, что отразилось на урожайности и качестве кормовой массы.

Начало исследований, 2020 г., был благоприятным для выращивания клевера. Теплая малоснежная зима, раннее весеннее отрастание и мощный заряд влаги в мае с последующим теплым сухим периодом благоприятно сказались на развитии клевера, наращивании вегетативной массы и получении ее высокой урожайности.

Следующие годы исследований отличались сложными, временами экстремальными условиями. В 2021 г. при морозной и многоснежной зиме (средняя температура ниже многолетних значений на 7 °С, количество осадков 178 % нормы) перезимовка клевера прошла благополучно. Но избыточное переувлажнение в апреле (190 % нормы, ГТК = 19,6), сменилось засухой первых летних месяцев, когда температура воздуха превышала норму на 4 °С, рекордный показатель был на отметке 34,5 °С. ГТК стремился или был равен нулю. Этот засушливый период совпал с фазами активного роста растений, набора клевером зеленой массы, что повлияло на урожайность и качество продукции.

В 2022 г. из-за плохой перезимовки во время теплой и снежной зимы, когда средняя температура февраля превышала многолетние значения на 7 °С, а высота снежного покрова достигала 1 м, произошло сильное выпревание клевера, процент перезимовки составил лишь 20–25 %. Последующие условия также были неблагоприятными. Холодные апрель и май

с избыточным увлажнением (ГТК = 6,6), задержавшими отрастание растений, сменились засухой с высокими температурами (ГТК = 0–0,5). Развитие клевера шло с отставанием на 1–2 недели. В фазу активного роста, стеблевание, показатели ГТК доходили до нулевых значений. По данным В.В. Лапы (Беларусь) месяцы с ГТК от 1,0 до 1,3 относятся к слабозасушливым, с ГТК от 1,0 до 0,8 – к засушливым, а с ГТК от 1,3 до 1,6 – к оптимальным. В таких условиях засухи биологическое старение растений происходило быстрее, чем обычно. Энергия

роста и запасы питательных веществ были направлены на образование генеративных органов, а не на наращивание вегетативной массы, что отрицательно сказалось на общей продуктивности. В 2022 г. получена минимальная урожайность за все годы исследований.

В фазу «бутонизация – начало цветения» были взяты образцы биомассы для определения опытных показателей. Важнейшими из них являются урожайность зеленой массы, а также сбор сухого вещества с 1 га (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность зеленой массы и сухого вещества, т/га
Table 2. Productivity of green mass and dry matter, t/ha

Фон	Вариант	Зеленая масса, т/га			Сухое вещество, т/га		
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Контроль	Контроль	28,6	23,1	5,8	6,4	5,7	1,5
	Аквамикс-ТВ	33,0	25,4	8,3	6,8	6,8	1,8
	Аквамикс-ТВ+ P ₃₀ K ₃₀	56,4	31,4	11,0	11,1	7,4	2,5
	P ₃₀ K ₃₀	62,0	33,0	11,4	11,9	7,6	2,7
	N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀	57,2	36,6	13,1	11,1	8,2	3,3
Аквамикс-Т	Контроль	50,8	24,9	8,0	11,3	5,9	2,1
	Аквамикс-ТВ	66,0	26,0	9,8	14,3	5,5	2,4
	Аквамикс-ТВ+ P ₃₀ K ₃₀	55,2	33,5	12,0	12,0	6,9	3,1
	P ₃₀ K ₃₀	67,6	36,9	12,6	13,2	7,3	3,3
	N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀	58,4	39,6	13,4	12,0	7,9	3,2
Озон	Контроль	46,0	29,2	13,2	10,5	7,0	3,3
	Аквамикс-ТВ	63,2	30,8	14,2	13,4	6,6	3,7
	Аквамикс-ТВ+ P ₃₀ K ₃₀	59,6	35,5	16,8	12,6	7,8	3,9
	P ₃₀ K ₃₀	72,4	40,1	18,6	13,4	8,7	3,8
	N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀	65,2	40,0	21,2	12,9	7,9	4,8
НСП ₀₅		8,3	4,4	2,6	1,2	0,8	0,5

В среднем за годы исследований урожайность зеленой массы составила в 2020 г. 56,1, в 2021 г. – 32,4 и в 2022 г. – 12,7 т/га. Выход сухого вещества находился в прямой зависимости от урожайности зеленой массы и в среднем составлял в 2020 г. 11,5 т/га, в 2021 г. – 7,1 т/га и в 2020 г. – 3,0 т/га.

В благоприятном 2020 г. существенное увеличение урожайности зеленой массы получили в вариантах с использованием минеральных удобрений, а также подкормки Аквамикс-ТВ. Последняя показала результат только при условии предпосевной обработки семян (фоны Аквамикс-Т и Озон). По фону Контроль использование Аквамикс-ТВ было неэффективным. Лучший результат (72,4 т/га зеленой массы, или +153 % к контролю) получили в варианте с применением дозы P₃₀K₃₀ по фону Озон. При увеличении дозы фосфора и калия и включении в состав подкормки азота урожайность массы снижалась. При этом наибольший выход сухого вещества (14,3 т/га, или +123 %) получили в варианте Аквамикс-ТВ по фону Аквамикс-Т. Двойная обработка комплексом микроэлементов способствовала не только повышению урожайности зеленой массы в 2,3 раза, но и увеличению содержания сухого вещества в ней.

В засушливые 2021 и 2022 гг. достоверное увеличение урожайности получили лишь в вариантах с использованием минеральных

удобрений по всем фонам. Микроэлементы при недостатке влаги не оказали существенного влияния на урожайность клевера. Более высокие результаты по зеленой массе, а также выходу сухого вещества отмечены в вариантах с применением полной дозы N₃₀P₄₅K₉₀ по фону Озон (40 т/га в 2021 г. и 21 т/га в 2022 г.).

Чтобы оценить влияние опытных факторов при разных погодных условиях, был проведен анализ полученных данных по основным показателям продуктивности и ценности корма, таким как содержание в сухой массе сырого протеина, обменной энергии и кормовых единиц, полученных с 1 га (табл. 2.1 и 2.2).

При нормальных условиях вегетационного периода (2020 г.) предпосевная обработка комплексом Аквамикс-Т и озонирование семян (фактор А) были эффективны, они существенно повлияли на увеличение урожайности зеленой массы и общую продуктивность клевера по всем показателям в отличие от засушливых условий 2021–2022 годов. При недостатке влаги достоверное увеличение показателей получено только при озонировании семян, действие микроэлементов было неэффективным.

После анализа действия фактора А провели обработку данных по влиянию весенних подкормок (фактор Б) на эти же показатели (табл. 3.1 и 3.2).

Таблица 2.1. Влияние предпосевной обработки семян клевера (фактор А) на продуктивность кормовой массы с 1 га
Table 2.1. Effect of presowing treatment of clover seeds (Factor A) on the productivity of forage mass per 1 ha

Фон	Зеленая масса, т			Сухое вещество, т		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Контроль	47,4	30,5	9,9	9,5	7,1	2,5
Аквамикс-Т	59,6	32,1	11,2	12,5	6,7	2,8
Озон	61,3	35,1	16,8	12,6	7,6	3,9
НСП (А)	6,9	2,2	1,7	1,5	0,4	0,7

Таблица 2.2. Влияние предпосевной обработки семян клевера (фактор А) на продуктивность кормовой массы с 1 га
Table 2.2. Effect of presowing treatment of clover seeds (Factor A) on the productivity of forage mass per 1 ha

Фон	Сырой протеин, т			Обменная энергия, ГДж			Кормовые единицы, тыс.		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Контроль	1,5	0,9	0,4	97,1	72,2	25,65	8,1	6,1	2,1
Аквамикс-Т	1,9	0,9	0,5	129,3	68,3	29,16	10,8	5,7	2,4
Озон	2,2	1,0	0,7	129,5	77,6	40,27	10,9	6,4	3,3
НСП (А)	0,3	0,04	0,1	16,2	6,2	7,3	1,4	0,5	0,6

Таблица 3.1. Влияние подкормки клевера 2-го года жизни (фактор Б) на продуктивность кормовой массы с 1 га
Table 3.1. Effect of top dressing of the 2nd year clover (Factor B) on the productivity of forage mass per 1 ha

Вариант	Зеленая масса, т			Сухое вещество, т		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Контроль	41,8	25,7	9,0	9,4	6,2	2,3
Аквамикс-ТВ	54,0	28,5	9,9	11,5	6,3	2,4
Аквамикс-ТВ + P ₃₀ K ₃₀	57,0	33,5	13,3	11,9	7,3	3,1
P ₃₀ K ₃₀	67,3	36,7	14,2	12,8	7,9	3,3
N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀	60,3	38,7	15,9	12,0	8,0	3,9
НСП (Б)	8,1	3,2	3,4	1,0	0,5	0,4

Таблица 3.2. Влияние подкормки клевера 2-го года жизни (фактор Б) на продуктивность кормовой массы с 1 га
Table 3.2. Effect of top dressing of the 2nd year clover (Factor B) on the productivity of forage mass per 1 ha

Фон	Сырой протеин, т			Обменная энергия, ГДж			Кормовые единицы, тыс.		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Контроль	1,2	0,7	0,4	96,4	62,5	24,0	8,1	5,3	2,0
Аквамикс-ТВ	1,7	0,7	0,5	118,1	64,5	28,8	9,8	5,3	2,4
Аквамикс-ТВ + P ₃₀ K ₃₀	2,0	1,0	0,5	122,6	74,5	31,9	10,3	6,2	2,6
P ₃₀ K ₃₀	2,4	1,1	0,6	132,6	80,6	33,8	11,1	6,7	2,8
N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀	2,0	1,0	0,7	123,5	80,4	40,0	10,4	6,7	3,3
НСП (Б)	0,4	0,1	0,2	11,3	4,2	5,8	0,9	0,1	0,6

В благоприятный год из рассмотренных вариантов подкормки все оказали положительное влияние на развитие клевера, везде отмечена достоверная прибавка урожайности по основным показателям по сравнению с контрольным вариантом. Наибольшее увеличение было в вариантах с использованием минеральных удобрений. При этом отмечено, что в варианте с дозой N₃₀P₄₅K₉₀ урожайность всех показателей несколько снижалась по сравнению с вариантом P₃₀K₃₀, несмотря на увеличение дозы удобрений. Происходило это в основном из-за полегания клевера, так как дополнительное питание и включение в подкормку азота в данном случае было лишним. Вариант с некорневой подкормкой Аквамикс-ТВ был

результативен, но в меньшей степени, чем минеральные удобрения. Вариант Аквамикс-ТВ + P₃₀K₃₀ не показал ожидаемого суммирующего эффекта, более действенными были минеральные удобрения в чистом виде.

В засушливые 2021–2022 гг. эффективность подкормок отличалась от предыдущего года. Некорневая обработка Аквамикс-ТВ была нерезультативной, увеличение урожайности всех показателей здесь было недостоверным. Хорошие результаты отмечены в вариантах с применением минеральных удобрений, при этом увеличение дозы фосфора и калия и включение в состав подкормки азота (вариант N₃₀P₄₅K₉₀) не было лишним, в этом варианте получена самая большая прибавка по срав-

нению с контролем. В целом же урожайность клевера в засушливые годы была очень низкой и вместе с низким качеством сухой массы общая продуктивность была на 54–64 % ниже показателей благоприятного 2020 года.

Выводы. Таким образом, на основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы.

Предпосевная обработка семян микроэлементами (Аквамикс-Т) эффективна в благоприятный год при достаточном количестве влаги, когда растения могут использовать доступные питательные вещества из почвы.

Озонирование семян стало эффективным приемом за счет усиления энергии роста, увеличении высоты растений, площади листьев и, соответственно, высокого урожая зеленой массы и общей продуктивности культуры как в благоприятных, так и в засушливых условиях вегетационного периода.

Эффективность подкормок также различна по погодным условиям. В благоприятный год

растения положительно отзываются (в разной степени) на макро- и микроудобрения, но повышение дозы приводит к полеганию травостоя, снижению урожайности и качества кормовой массы.

В засушливые сезоны при недостатке влаги растворенные в почве макроэлементы (азот, фосфор, калий) становятся труднодоступными для растений, клубеньковые бактерии находятся в подавленном состоянии и не могут активно синтезировать азот. В этом случае подкормки являются единственной возможностью получать некоторое количество основных питательных веществ, необходимых для развития вегетативной массы, и включение в подкормку азота и увеличение дозы фосфора и калия на легких дерново-подзолистых почвах Костромской области будет целесообразным и эффективным приемом для повышения урожайности зеленой массы клевера в сложный вегетационный период.

Библиографические ссылки

1. «Аквамикс» – концентрированное микроудобрение: «Буйский химический завод» [Электронный ресурс]. URL: www.bhz.ru (дата обращения: 14.02.2023).
2. Баскаков И. В. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 3(50). С. 120–125. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.3.120.
3. Боженков А. В. Влияние макро- и микроудобрений, их сочетаний на урожайность и качество зеленой массы клевера лугового в условиях неблагоприятного засушливого и благоприятного влажного годов в Костромской области. Кормопроизводство. 2022. № 3. С. 16–20. DOI: 10.25685/KRM.2022.3.2022.002.
4. Босак В. Н. Влияние удобрений на продуктивность и качество клевера лугового // Кормопроизводство. 2001. № 5. С. 25–26.
5. Гаврилова А. А., Шарабаева О. А., Ткаченко Г. Ю., Чурмасов А. В. Озонирование как физический метод повышения способности семян к прорастанию // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 2. С. 21–23.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., перераб. и доп. Стереотип. М.: Альянс, 2014. 352 с.
7. Зезин Н. Н., Постников П. А., Тормозин М. А., Пономарев А. Б. Урожайность клевера лугового в зависимости от агроклиматических условий Среднего Урала // Кормопроизводство. 2020. № 6. С. 20–24. DOI: 10.25685/p4864-8413-2516-n.
8. Сорокин А. Н., Морозова Т. М. Влияние предпосевного озонирования семян на эффективность производства зеленой массы клевера лугового // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. № 3(47). С. 17–21. DOI: 10.35694/YARCX.2019.47.3.004.
9. Kosolapova A., Yamaltdinova V., Mitrofanova E., Fomin D., Teterlev I. Yields of field crops and sod-podzolic soil fertility of west ural depending on fertilizer system // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2016. Т. 22, № 3. С. 381–385.
10. Staniak M. Changes in yield and nutritive value of red clover (*trifolium pratense* L.) and festulolium (*festulolium braunii* (K. Richt) A. Camus) under drought stress // Agricultural and Food Science. 2019. Т. 28, № 1. С. 27–34.
11. Thorsted M. D., Olesen J. E., Koefoed N. Effects of white clover cultivars on biomass and yield in oat/clover intercrops // The Journal of Agricultural Science. 2002. Т. 138, № 3. С. 261–267.

References

1. «Akvamiks» – kontsentririrovannoe mikroudobrenie: «Buisikii khimicheskii zavod» [“Aquamix” is a concentrated microfertilizer] [Elektronnyi resurs]. URL: www.bhz.ru (data obrashcheniya: 14.02.2023).
2. Baskakov I. V. Primenenie protsesssa ozonirovaniya v sel'skom khozyaistve [Application of the ozonation process in agriculture] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 3(50). S. 120–125. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.3.120.
3. Bozhenkov A. V. Vliyanie makro- i mikroudobrenii, ikh sochetanii na urozhainost' i kachestvo zelenoi massy klevera lugovogo v usloviyakh neblagopriyatnogo zasushlivogo i blagopriyatnogo vlazhnogo godov v kostromskoi oblasti. Kormoproizvodstvo [The effect of macro- and microfertilizers, their combinations on productivity and quality of green mass of red clover under the conditions of unfavorable dry and favorable wet years in the Kostroma region]. 2022. № 3. S. 16–20. DOI: 10.25685/KRM.2022.3.2022.002.
4. Bosak V. N. Vliyanie udobrenii na produktivnost' i kachestvo klevera lugovogo [The effect of fertilizers on red clover productivity and quality] // Kormoproizvodstvo. 2001. № 5. S. 25–26.

5. Gavrilova A.A., Sharabaeva O.A., Tkachenko G. Yu., Churmasov A. V. Ozonirovanie kak fizicheskiy metod povysheniya sposobnosti semyan k prorastaniyu [Ozonation as a physical method for improving the ability of seeds to germinate] // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. T. 29, № 2. S. 21–23.
6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. 6-e izd., pererab. i dop. Stereotip. M.: Al'yans, 2014. 352 s.
7. Zezin N.N., Postnikov P.A., Tormozin M.A., Ponomarev A.B. Urozhainost' klevera lugovogo v zavisimosti ot agroklimaticheskikh uslovii Srednego Urala [Red clover productivity depending on the agro-climatic conditions of the middle Urals] // *Kormoproizvodstvo*. 2020. № 6. S. 20–24. DOI: 10.25685/p4864-8413-2516-n.
8. Sorokin A.N., Morozova T.M. Vliyaniye predposevnogo ozonirovaniya semyan na effektivnost' proizvodstva zelenoi massy klevera lugovogo [The effect of pre-sowing seed ozonation on the efficiency of green mass production of red clover] // *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya*, 2019. № 3(47). S. 17–21. DOI: 10.35694/YARCX.2019.47.3.004.
9. Kosolapova A., Yamaltdinova V., Mitrofanova E., Fomin D., Teterlev I. Yields of field crops and sod-podzolic soil fertility of west ural depending on fertilizer system // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2016. T. 22, № 3. С. 381–385.
10. Staniak M. Changes in yield and nutritive value of red clover (*trifolium pratense* L.) and festulolium (*festulolium braunii* (k. richt) a. camus) under drought stress // *Agricultural and Food Science*. 2019. T. 28, № 1. С. 27–34.
11. Thorsted M.D., Olesen J.E., Koefoed N. Effects of white clover cultivars on biomass and yield in oat/clover intercrops // *The Journal of Agricultural Science*. 2002. T. 138, № 3. С. 261–267.

Поступила: 14.03.23; доработана после рецензирования: 15.05.23; принята к публикации: 22.05.23.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Пуздря Ф.Ф., Боженков А.В. – концептуализация исследования; Попова Г.В. – подготовка и выполнение опыта, сбор и анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Круглова С.А., Морозова Т.М. – сбор данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.