

Информация об авторах

Сурхаев Гасан Абдулкадирович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии комплексных мелиораций и защитного лесоразведения» (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 97), e-mail: gasan2255@mail.ru

Сурхаева Гульнара Магомедовна, научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии комплексных мелиораций и защитного лесоразведения» (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 97).

Author's Information

Surkhaev Hasan Abdulkadirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Federal Scientific Center of agroecology, integrated land reclamation and protective afforestation of the Russian Academy of Science (Russian Federation, 400062, Volgograd, av. Universitetskiy, 97), e-mail: gasan2255@mail.ru

Surkhayeva Gulnara Magomedovna, Researcher, Federal Scientific Center of agroecology, integrated land reclamation and protective afforestation of the Russian Academy of Science (Russian Federation, 400062, Volgograd, av. Universitetskiy, 97).

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-18

INFLUENCE OF THE COMBINATION OF MICROBIOLOGICAL AND MINERAL FERTILIZERS ON THE BIOLOGICAL INDICATORS OF ORDINARY CHERNOZEM

**A. Kh. Zanirov^{1,2}, S. R. Konova¹, A. M. Leshkenov¹, M. R. Aznaeva²,
M. Z. Nagoeva², D. G. Dudarova²**

¹*Institute of Agriculture – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*

²*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov"
Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: amiran78@inbox.ru

Received 12.09.2023

Submitted 20.11.2023

The research was carried out as part of the implementation of the State assignment for 2022-2024 No. NIOKTR: 122041300008-5 "Monitoring the effectiveness of the use of mineral and organomineral fertilizer systems and their impact on the properties of ordinary carbonate chernozem in the conditions of rainfed and irrigated agriculture of the steppe zone of the Central Ciscaucasia for the conservation and reproduction of soil fertility"

Summary

The effect of soil bioactivation with effective strains of microorganisms on the intensity of its basal respiration (BR) and cellulose decomposition activity (CA) was studied. It has been shown that changes in the biological activity of soil depend on a number of factors, in particular on the use of mineral fertilizers. The results obtained and the patterns identified can be used in practice to calculate the optimal doses of applied fertilizers and increase the coefficient of their use by plants.

Abstract

Introduction. For the sustainable development of agroecosystems in the conditions of intensified agriculture, it is necessary to study the patterns of formation and changes in the biological activity of the soil, as well as to search for ways of targeted control of individual biochemical processes. **Object.** The object of the research was samples of ordinary chernozem collected at the experimental site of the Institute of Agriculture of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences in the steppe zone of the Kabardino-Balkarian Republic. **Materials and methods.** Seeds of winter wheat of the Yu-zhanka variety were sown in 1-liter vessels in the amount of 16 pieces per vessel. The experiment was repeated 3 times. Mineral fertilizers in the form of nitroammophoska (NPK 16:16:16) were applied at the rate of 2 grams per vessel. **Results and conclusions.** The data obtained as a result of the study indicate the positive effect of introducing effective strains of microorganisms into the soil. The absolute maximum value of basal respiration was noted during soil bioactivation in the Control + Bio variant and amounted to 13.7 µg CO₂/h/1 g of soil. The influence of plants on soil respiration manifested itself to varying degrees. When

sowing plants in control soil (option 3 “K+R”), the rate of basal respiration increased by 4.3% to a value of 9.6 $\mu\text{g CO}_2/\text{h/1 g}$ of soil. When sowing plants in soil enriched with microorganisms (option 4 “K+R+Bio”), an increase in values to 10.5 $\mu\text{g CO}_2/\text{h/1 g}$ of soil was observed, which is 10.7% higher than in the control. The effect of mineral fertilizers in the soil on option 5 “K+NPK” led to a significant decrease in the intensity of soil respiration to 5 $\mu\text{g CO}_2/\text{h/1 g}$ of soil. Against the background of soil enriched with strains of microorganisms in option 6 “K+NPK+Bio”, no inhibitory effect of mineral fertilizers was observed. In the variant with unenriched soil (variant 7), the basal respiration rate was 6.7 $\mu\text{g CO}_2/\text{h/1 g}$ of soil. Based on the available results, it follows that in variants using mineral fertilizers and with vegetative plants, as well as their combinations on microbiologically enriched soil, the indicators of basal soil respiration are stable and vary within the range of 10.3-10.5 $\mu\text{g CO}_2/\text{h/1 g}$ of soil. At the same time, the respiration rate of soil not enriched with microorganisms ranges from 5.0-9.6 $\mu\text{g CO}_2/\text{h/1 g}$ of soil. From the above, we can conclude that the introduction of agronomically valuable strains of microorganisms into the soil can significantly reduce the inhibitory effect of mineral fertilizers on soil microbiota and maintain a higher intensity of biochemical reactions in it.

Key words: soil bioactivation, basal respiration, cellulose-decomposing activity.

Citation. Zanirov A. Kh., Konova S. R., Leshkenov A. M., Aznaeva M. R., Nagoeva M. Z., Dudarova M. G., Zanirov A. Kh. Influence of the combination of microbiological and mineral fertilizers on the biological indicators of ordinary chernozem. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 4(72). 176-186 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-18.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the design, execution, or analysis of this study. All authors of this article have reviewed and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.46

ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

А. Х. Заниров^{1,2}, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук,
руководитель центра

С. Р. Конова¹, младший научный сотрудник

А. М. Лешкенов¹, научный сотрудник

М. Р. Азнаева², лаборант-исследователь

М. З. Нагоева², начальник отдела

Д. Г. Дударова², лаборант-исследователь

¹ Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра
Российской академии наук

² ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова»
Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация

Исследования проведены в рамках выполнения Государственного задания на 2022-2024 годы
№ НИОКТР: 122041300008-5 «Мониторинг эффективности применения минеральных и
органоминеральных систем удобрения и их влияния на свойства чернозема обыкновенного
карбонатного в условиях богарного и орошаемого земледелия степной зоны Центрального
Предкавказья для сохранения и воспроизводства почвенного плодородия

Актуальность. Для устойчивого развития агроэкосистем в условиях интенсификации сельского хозяйства необходимо изучение закономерностей формирования и изменения биологической активности почвы, а также поиск путей направленного управления отдельными биохимическими процессами. **Объект.** Объектом исследований являются образцы чернозема обыкновенного, отобранные на опытном участке Института сельского хозяйства КБНЦ РАН в степной зоне КБР. **Материалы и методы.** В сосуды объемом 1 л высевались семена озимой пшеницы сорта Южанка в количестве 16 шт./сосуд. Повторность опыта 3-х кратная. Минеральные удобрения в виде нитроаммофоски (NPK 16:16:16) вносились из расчета 2 грамма на сосуд.

Результаты и выводы. Данные, полученные в результате исследования, свидетельствуют о положительном влиянии внесения в почву эффективных штаммов микроорганизмов. Абсолютное максимальное значение базального дыхания отмечено при биоактивации почвы на варианте Контроль + Био и составило 13,7 мкг $\text{CO}_2/\text{ч}/1$ г почвы. Влияние растений на дыхание почвы проявилось в различной степени. При высеве растений в контрольную почву (вариант 3 «К+Р») скорость базального дыхания выросла на 4,3% до значения 9,6 мкг $\text{CO}_2/\text{ч}/1$ г почвы. При высеве растений в почву, обогащенную микроорганизмами (вариант 4 «К+Р+Био»), наблюдался рост значений до 10,5 мкг $\text{CO}_2/\text{ч}/1$ г почвы, что на 10,7% выше, чем в контроле. Действие минеральных удобрений в почве на варианте 5 «К+NPK» привело к значительному снижению интенсивности дыхания почвы до 5 мкг $\text{CO}_2/\text{ч}/1$ г почвы. На фоне почвы, обогащенной штаммами микроорганизмов на варианте 6 «К+NPK+Био» угнетающего влияния минеральных удобрений не наблюдалось. В варианте с небогащенной почвой (вариант 7) скорость базального дыхания составила 6,7 мкг $\text{CO}_2/\text{ч}/1$ г почвы. Исходя из имеющихся результатов следует, что в вариантах с использованием минеральных удобрений и с вегетирующими растениями, а также их сочетания на микробиологически обогащенной почве показатели базального дыхания почвы стабильны и варьируют в пределах 10,3-10,5 мкг $\text{CO}_2/\text{ч}/1$ г почвы. В то же время скорость дыхания почвы, не обогащенной микроорганизмами, колеблется в пределах 5,0-9,6 мкг $\text{CO}_2/\text{ч}/1$ г почвы. Из вышесказанного можно сделать выводы, что интродукция в почву агрономически ценных штаммов микроорганизмов способна существенно снизить угнетающее влияние минеральных удобрений на почвенную микробиоту и поддерживать более высокую интенсивность биохимических реакций в ней.

Ключевые слова: биоактивация почвы, базальное дыхание, целлюлозоразлагающая активность.

Цитирование. Занилов А. Х., Конова С. Р., Лешкенов А. М., Азнаева М. Р., Нагоева М. З., Дударова М. Г. Влияние сочетания микробиологических и минеральных удобрений на биологические показатели чернозема обыкновенного. *Известия НВ АУК*. 2023. 4(72). 176-186. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-18.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Из происходящих изменений в почве, вызванных хозяйственной деятельностью человека, в большей степени подвержены ее биологические свойства, так как почвенная микробиота является более чувствительным представителем биоценоза [1].

Показатели биологической активности почвы все чаще находят свое применение при оценке степени ее плодородия. Одними из наиболее распространенных параметров биологической активности почвы, используемых в качестве интегральных показателей эффективного плодородия почвы, являются базальное дыхание и целлюлозоразлагающая активность почвы. По данным параметрам можно судить об интенсивности биохимических процессов в ней, которые в зависимости от структуры почвенной микрофлоры могут иметь различную направленность.

Изучение закономерностей формирования и изменения биологической активности почвы, а также поиск путей направленного управления отдельными биохимическими процессами имеет высокое практическое значение. Благодаря знаниям о трансформационных свойствах почвы можно повысить устойчивость сельскохозяйственной отрасли в целом, так как почва, являясь основным средством производства, через стабильность отрасли растениеводства обеспечивает экономическую безопасность животноводческой и перерабатывающей отраслей.

Базальное дыхание как показатель биологической активности почвы оценивается по интенсивности продуцирования ей углекислого газа и является важной биосферной функцией. Тесная корреляционная зависимость между интенсивностью дыхания

почвы и ее плодородием отмечается как в естественных, так и в культурных ценозах [2, 3], в связи с чем она может выступать ориентиром как при выборе отдельных агротехнических приемов, так и при разработке комплексных технологий в земледелии и растениеводстве.

По интенсивности дыхания почвы определяется и производственный потенциал различных горизонтов основного корнеобитаемого слоя. Е. Н. Мишустиним и В. Т. Емцевым были проведены эксперименты, демонстрирующие благоприятное действие почвенной микрофлоры на рост растений. Семена растений, высеянные в почву из разных горизонтов окультуренного чернозема, лучше всего прорастали и далее растения развивались лучше на почве из верхнего слоя (0-10 см), более богатой микрофлорой. По мере углубления 15-25 см и 30-40 развитие растений ухудшалось. При этом почвенные образцы по химическому составу не отличались. Высокая корреляционная зависимость ($r > 0,9$) интенсивности дыхания почвы отмечена с такими важными группами микроорганизмов, как аммонификаторы и нитрификаторы, а также с общим микробным числом [4].

Целлюлозоразлагающая активность почвы (ЦРА) позволяет судить о биологической активности почвы на уровне ее плодородия [5], а условия развития микроорганизмов, участвующих в процессе разложения клетчатки, соответствуют условиям произрастания культурных растений [6, 7]. При этом имеются сведения об отсутствии прямой зависимости между различными показателями биологической активности почвы, в том числе ее дыханием с интенсивностью разложения целлюлозы. Из этого можно предположить, что проявление пиков интенсивности различных биологических и биохимических процессов в почве зависит от множества факторов, в том числе и от интенсивности агротехнологий.

Поиск оптимального баланса между процессами деструкции органического вещества в почве и его синтезом является важной технологической задачей, решение которой отвечает интересам устойчивого функционирования агроэкосистем и при разработке методических рекомендаций по использованию биологических параметров почвы.

Материалы и методы. В лабораторных условиях проводилась оценка влияния консорциума агрономически ценных штаммов почвенных микроорганизмов, внесенных в образцы чернозема обыкновенного, отобранных на опытном участке Института сельского хозяйства КБНЦ РАН [8] в сочетании с минеральными удобрениями, а также в процессе роста растений озимой пшеницы. В сосуды объемом 1л высевались семена озимой пшеницы сорта Южанка в количестве 16 шт./сосуд. Повторность опыта 3-х кратная. Минеральные удобрения в виде нитроаммофоски (NPK 16:16:16) вносились из расчета 2 грамма на сосуд. Консорциум микроорганизмов, представленных *Pseudomonas fluorescence* um. А-33, *Azotobacter vinelandii* um. ИБ-4, *Trichoderma harzanium* и *Trichoderma viridae* вносился в почву перед высевом семян исходя из расчета 0,1 мл/сосуд. Концентрация живых клеток составила $2-4 \times 10^9$.

Базальное дыхание почвы определялось методом титрования связанного 0,1 NaOH в закрытой колбе углекислого газа [9].

Для оценки ЦРА была использована методика, основанная на деструкции чистой целлюлозы (лабораторная фильтровальная бумага, помещенная в капроновую сетку) [10]. Интенсивность ЦРА устанавливалась по разнице массы бумаги через 21 день после появления всходов растений. Результаты сравнительных наблюдений на данном этапе могут быть достаточно информативными, так как элементы продуктивности растений закладываются на начальных этапах развития растений [11].

Таблица 1 – Схема опыта
Table 1 – Experiment scheme

Вариант 1	Контроль
Вариант 2	Контроль + Био (консорциум микроорганизмов)
Вариант 3	К + Растения (Р)
Вариант 4	К + Р + Био
Вариант 5	К + NPK
Вариант 6	К + NPK + Био
Вариант 7	К + NPK + Р
Вариант 8	К + NPK + Р + Био

Результаты и обсуждение. Полученные в результате исследования данные свидетельствуют о положительном влиянии внесения в почву эффективных штаммов микроорганизмов, что выразилось ускорением интенсивности базального дыхания во всех исследуемых вариантах (рисунок 1).

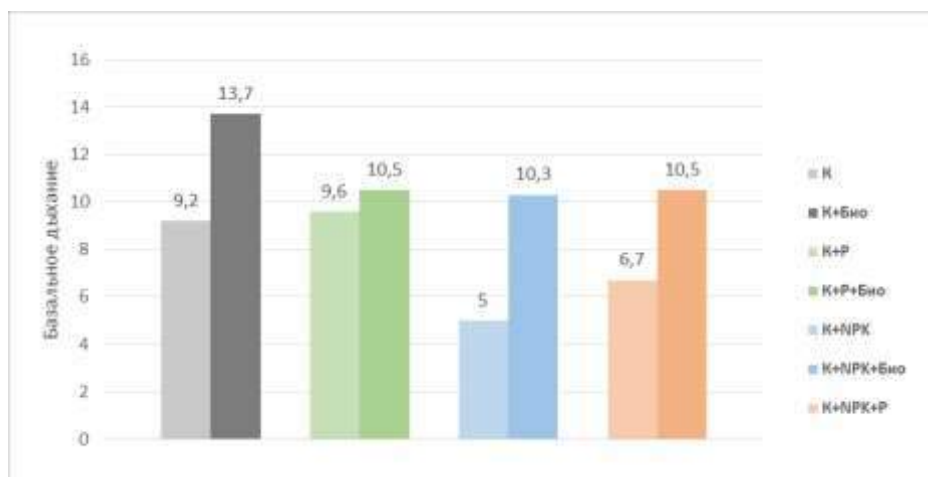


Рисунок 1 – Влияние биоактивации на дыхание почвы, мкг CO₂ /ч/г почвы
Figure 1 – Effect of bioactivation on soil respiration, μg CO₂ /h/g soil

Из рисунка 1 видно, что абсолютное максимальное значение базального дыхания отмечено при биоактивации почвы (вариант Контроль + Био), которое составляет 13,7 мкг CO₂/ч/1 г почвы, что выше, чем в контрольном варианте (9,2мкг CO₂/ч/1 г почвы) на 48,9%.

Влияние растений на дыхание почвы проявилось в различной степени и зависело от используемых средств повышения урожая, в том числе микробиологического происхождения. Так, при высеве растений в контрольную почву (вариант 3 «К+Р») скорость базального дыхания выросла на 4,3% – до значения 9,6 мкг CO₂/ч/1 г почвы. Высев растений в почву, обогащенную микроорганизмами (вариант 4 «К+Р+Био») демонстрировал рост значений до 10,5 мкг CO₂/ч/1 г почвы, что на 10,7% выше, чем в контроле, при этом разница между двумя вариантами «К+Р» и «К+Р+Био» составила 9,4% в пользу биоактивированной почвы.

Внесение минеральных удобрений, как существенный антропогенный фактор, проявило специфичное влияние на уровень биологической активности почвы. Их действие в почве (вариант 5 «К+NPK») привело к значительному снижению интенсивности дыхания почвы до 5 мкг CO₂/ч/1 г почвы (45,7%). Полученные результаты подтверждают имеющиеся данные о существенном влиянии антропогенного фактора на дыхание почвы, сила влияния которого оценивается в 75,3% и является причиной снижения

потенциала микробной биомассы почвы [12]. В то же время на фоне микробиологически обогащенной почвы (вариант 6 «К+НПК+Био») угнетающего влияния минеральных удобрений не было обнаружено, более того по сравнению с контрольным вариантом интенсивность дыхания почвы возросла на 12% (10,3 мкг CO₂/ч/1 г почвы), а в сравнении с вариантом 5 (К + NPK) была выше на 106%.

Показатели биологической активности почвы в вариантах с внесением минеральных удобрений под растения (вариант 7 и 8) повторяют тренды изменения предыдущих вариантов (варианты 5 и 6), где использованы минеральные удобрения без растений. В варианте с небогатой почвой (вариант 7) скорость базального дыхания составляет 6,7 мкг CO₂/ч/1 г почвы, что на 27,2% ниже, чем в контрольном варианте. В биоактивированной почве с растениями (вариант 8) скорость базального дыхания составляет 10,5 мкг CO₂/ч/1 г почвы – столько же, сколько и в варианте 6.

Анализируя имеющиеся результаты следует отметить, что в вариантах с использованием минеральных удобрений с вегетирующими растениями, а также их сочетания на микробиологически обогащенной почве, показатели базального дыхания почвы стабильны и варьируют в пределах 10,3-10,5 мкг CO₂/ч/1 г почвы. В то же время пределы колебания скорости дыхания почвы, не активированной микроорганизмами, показывают большие колебания – 5,0-9,6 мкг CO₂/ч/1 г почвы.

В данном случае можно сделать вывод, что интродукция в почву агрономически ценных штаммов микроорганизмов способна существенно снизить угнетающее влияние минеральных удобрений на почвенную микробиоту и поддерживать более высокую интенсивность биохимических реакций в ней.

Целлюлозоразлагающая активность (ЦА). Интенсивность распада клетчатки в почве отражает комплекс формирующихся условий, которые влияют в итоге на урожайность сельскохозяйственной культуры [13].

Целлюлозолитическая активность во многом регулируется климатическими условиями и почвенно-экологическими факторами [14]. Если возможность регулирования человеком климатических параметров существенно ограничена, то повлиять на почвенно-экологические факторы человек имеет больше возможностей. Так, различными агротехническими приемами и средствами можно влиять на направление функционирования микроорганизмов для решения практических задач повышения плодородия почвы [15]. В частности, существенное влияние на целлюлозоразлагающую активность оказывает внесение в почву минеральных удобрений.

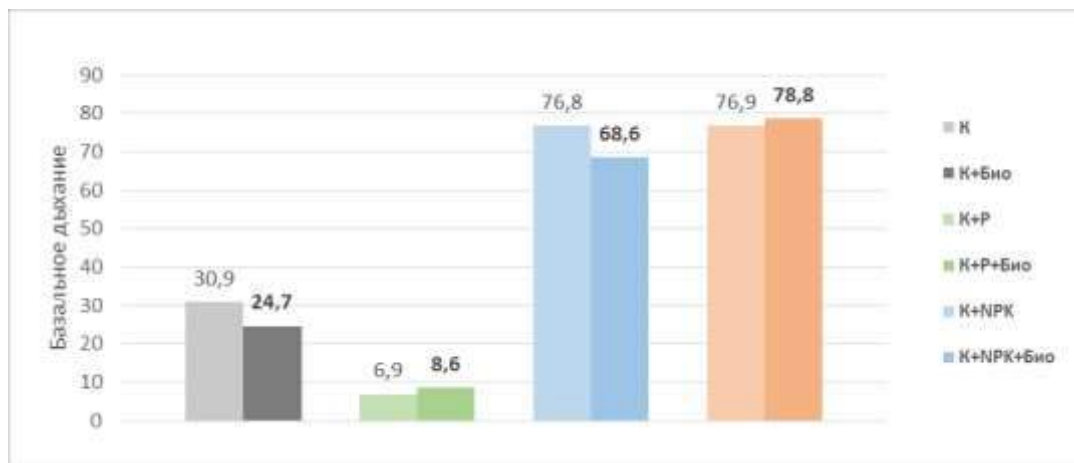


Рисунок 2 – Влияние биоактивации почвы на ЦРА почвы, %

Figure 2 – Effect of soil bioactivation on soil CRA, %

Анализ результатов исследования позволяет сделать вывод, что в зависимости от природы происхождения средств внесенных в почву, будет зависеть интенсивность распада клетчатки в ней.

Исследуемое сочетание средств во многом моделирует условия производственного процесса. В варианте 2 (К+Био) имитируется ситуация, когда в почву с целью повышения ее биологической активности вносится консорциум агрономически эффективных штаммов микроорганизмов. В данном случае мы видим, что по отношению к контрольному варианту прием биоактивации ведет к снижению ЦА на 20,1% (с 30,9% до 24,7%). В то же время базальное дыхание как смежный параметр биологической активности почвы возрастало на 48,9%. Это может свидетельствовать о специфичности ферментного аппарата микроорганизмов, направленного в большей степени на процессы синтеза в почве.

Сравнивая действие варианта 3 (К+Р) с контрольным вариантом, отмечаем значительное снижение ЦА на 77,7% – с 30,9% до 6,9%. Аналогичный тренд отмечается и при сравнении варианта 4 (К+Р+Био) с вариантом 2 (К+Био), в котором снижение интенсивности ЦА составляет 65,2% – с 24,7% до 8,6%. Учитывая, что интенсивность распада клетчатки зависит от содержания в почве подвижного азота [14], можно предположить, что доступный азот почвы перехватывается корневой системой вегетирующих растений, тем самым исключая его из процесса распада клетчатки в почве.

Значительный рост ЦА отмечается при внесении в почву минеральных удобрений (варианты 5 и 6). При этом же сохраняется тенденция к снижению ЦА на фоне биоактивированной почвы. В варианте 6 показатель ЦА равен 68,6%, что меньше на 10,7%, чем в варианте 5 (76,8%).

Сила действия минеральных удобрений, выраженная в способности к разрушению клетчатки, сохранилась в почве с вегетирующими растениями (варианты 7 и 8), несмотря на то, что в присутствии растений без минеральных удобрений ЦА снижалась на 65,2-77,7%. При этом в варианте 8, где росла озимая пшеница (на фоне минеральных удобрений и микроорганизмов) ЦА была максимальной (78,8%) и была выше на 14,9%, чем в варианте 6, что может свидетельствовать об активации деструктурирующих функций микроорганизмов при ассоциации с корневой системой растений.

Судя по соотношению доли корней к надземной части растений, можно отметить, что целлюлозоразлагающее действие минеральных удобрений распространяется и на относительно свежее органическое вещество в виде корневых волосков.

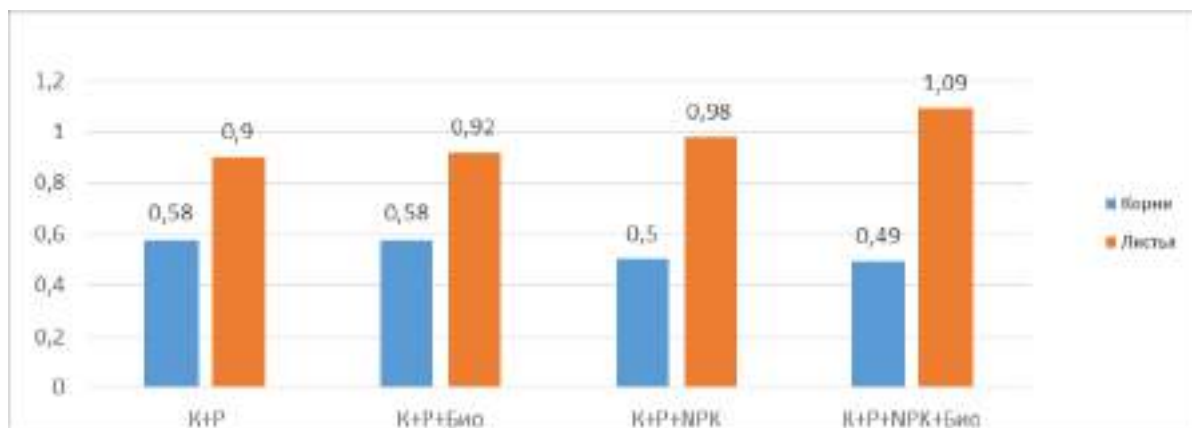


Рисунок 3 – Масса частей растений, г
Figure 3 – Weight of plant parts, g

Данные диаграммы свидетельствуют о положительном влиянии минеральных удобрений на рост надземной части растений, масса которых в вариантах 7 и 8 оказалась выше, чем в вариантах 3 и 4, на 8,9% и 18,5% соответственно. Но при этом же масса корней растений в тех же вариантах опыта оказалась ниже на 13,8% и 15,5%.

Степень влияния исследуемых показателей биологической активности почвы на биомассу частей растений установлена по коэффициентам корреляции.

Таблица 2 – Корреляционные зависимости параметров биологической активности почвы и биомассы растений

Table 2 – Correlation coefficients of soil bioactivity and plant biomass

Корни			
Варианты	Масса, г	ЦА, %	БД, мкг СО ₂ /ч/г почвы
№3	0,58	6,9	9,6
№4	0,58	8,6	10,5
№7	0,5	76,9	6,7
№8	0,49	78,8	10,5
R=		-0,998	0,392
Листья			
Варианты	Масса, г	ЦА, %	БД, мкг СО ₂ /ч/г почвы
№3	0,9	6,9	9,6
№4	0,92	8,6	10,5
№7	0,98	76,9	6,7
№8	1,09	78,8	10,5
R=		0,857	0,08

Из таблицы 2 видно, что коэффициентом корреляции подтверждается влияние минеральных удобрений на разложение органических соединений в почве. Так, между биомассой корней и ЦА отмечается высокая обратная связь ($r=-0,998$). В то же время ЦА высоко, но уже положительно коррелирует с биомассой наземной части растений.

Базальное дыхание на этапе наблюдения демонстрирует существенно меньшие связи с биомассой растений. Так, с биомассой корней отмечается умеренная связь ($r=0,392$), а биомассой наземной части связи не обнаружено ($r=0,08$).

Заключение. Выявленные в результате проведенного эксперимента данные свидетельствуют о целесообразности использования параметров биологической активности почвы для оценки агроэкологической эффективности используемых почвоудобрительных средств различной природы. В частности, выявлено, что внесение минеральных удобрений в почву значительно повышает интенсивность деструкции целлюлозы, что на практике может использоваться для расчета доз удобрений и выбора способа их внесения в зависимости от количества легкоразлагаемого органического вещества в почве.

По показателю базального дыхания почвы также можно подобрать биопрепараты на основе штаммов, способных снижать негативное влияние минеральных удобрений на микробиоту, что выражается в увеличении скорости базального дыхания до двух раз. На практике это позволит увеличить долю корневой системы и, соответственно, площадь питания растений и повысить коэффициент использования внесенных минеральных удобрений.

Комплексное использование исследуемых показателей биологической активности почвы позволит создать такие условия, при которых можно поддерживать оптимальный баланс углерода в биоцикле, исключая его непродуктивные потери.

Conclusions. The data revealed as a result of the experiment indicate the expediency of using the parameters of the biological activity of the soil to assess the agroecological effectiveness of the soil-forming agents used of various nature. In particular, it has been found that the application of min-

eral fertilizers to the soil significantly increases the intensity of cellulose destruction, which in practice can be used to calculate the doses of fertilizers and choose the method of their application depending on the amount of easily decomposable organic substance in the soil.

In terms of basal respiration, it is also possible to select biologics based on strains that can reduce the negative effect of mineral fertilizers on the microbiota, which is expressed in an increase in the rate of basal respiration up to twice. In practice, this will increase the share of the root system and, accordingly, the area of nutrition of plants and increase the utilization rate of applied mineral fertilizers.

The complex use of the studied indicators of the biological activity of the soil will create conditions under which it is possible to maintain an optimal balance of carbon in the bio cycle excluding its unproductive losses.

Библиографический список

1. Рукавицина И. В., Чуркина Г. Н., Кунанбаев К. К. Оценка биологической активности черноземных почв в зависимости от технологии возделывания пшеницы и рапса в условиях Северного Казахстана. Вестник Карагандинского университета. 2018. № 3 (91). С. 24-32.
2. Завьялова Н. Е. Микробная биомасса, дыхательная активность и азотофиксация в дерново-подзолистой почве Предуралья при различном сельскохозяйственном использовании. Почвоведение. 2020. № 3. С. 372-378.
3. Пиголева С. В. Влияние ассоциативных микроорганизмов на рост и устойчивость растений к ксенобиотикам и фитопатогенам. Прикладная биохимия и микробиология. 2020. № 4. С. 390-400.
4. Занилов А. Х., Шилова Е. П. Инновационные приемы эффективности минерального питания растений. Методические рекомендации. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 132 с.
5. Ушаков Р. Н., Виноградов Д. В., Головина Н. А. Физико-химический блок плодородия агросерой почвы. Агрохимический вестник. 2013. № 5. С. 12-13.
6. Виноградов Д. В., Гусев В. И., Кузнецов Н. П. и др. Деградационные процессы почв и земельных угодий Рязанской области. Агроэкоинформ. 2013. № 2. 8 с.
7. Виноградов Д. В., Вавилова Н. А., Дуктова Н. А., Ванюшин П. Н. Практикум по растениеводству. Рязань: РГАТУ, 2014. 320 с.
8. Лешкенев А. М., Занилов А. Х., Крылова М. Ф. Влияние биологической активности почвы на содержание органического вещества на фоне возрастающих доз минеральных удобрений. Земледелие. 2022. № 7. С. 11-15.
9. Ананьева Н. Д., Сусьян Е. А., Гавриленко Е. Г. Особенности определения углерода микробной биомассы почвы методом субстратиндуцированного дыхания. Почвоведение. 2011. № 11. С. 1327-1333.
10. Воробейчик Е. Л., Пищулин П. Т. Влияние деревьев на скорость деструкции целлюлозы в почвах, в условиях промышленного загрязнения. Почвоведение. 2011. № 5. С. 597-610.
11. Яркова Н. Н., Федорова В. М. Семеноведение сельскохозяйственных растений: учебное пособие. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2016. 116 с.
12. Фадькин Г. Н., Виноградов Д. В. Роль длительности применения форм азотных удобрений в формировании урожая сельскохозяйственных культур в условиях юга Нечерноземья. Международный технико-экономический журнал. 2014. № 2. С. 80-82.
13. Щур А. В., Виноградов Д. В., Валько В. П. Целлюлозолитическая активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия. Вестник КрасГАУ. 2015. № 7. С. 45-49.
14. Сирота С. М., Надежкин С. М., Лунков С. В. Влияние длительного применения удобрений на гумусное состояние черноземов: материалы V съезда Всероссийского общества почвоведов им. В. В. Докучаева. Ростов-на-Дону, 2008. С. 87-91.

References

1. Rukavitsina I. V., Churkina G. N., Kunanbaev K. K. Assessment of the biological activity of black earth soils depending on the technology of cultivating wheat and rapeseed in the conditions of Northern Kazakhstan. Bulletin of Karaganda University. 2018. № 3 (91). Pp. 24-32.
2. Zavyalova N. E. Microbial biomass, respiratory activity and nitrogen fixation in the sod-podzolic soil of the Urals with various agricultural uses. Soil science. 2020. № 3. Pp. 372-378.

3. Pigoleva S. V. Influence of associative microorganisms on plant growth and resistance to xenobiotics and phytopathogens. Applied biochemistry and microbiology. 2020. № 4. Pp. 390-400.
4. Zanirov A. Kh., Shilova E. P. Innovative techniques for the effectiveness of mineral nutrition of plants. Guidelines. Moscow: Federal State Budgetary Institution Rosinformagrotech, 2017. 132 p.
5. Ushakov R. N., Vinogradov D. V., Golovina N. A. Physicochemical fertility block of agricultural soil. Agrochemical Bulletin. 2013. № 5. Pp. 12-13.
6. Vinogradov D. V., Gusev V. I., Kuznetsov N. P., etc. Degradation processes of soils and land of the Ryazan region. Agroecoinform. 2013. № 2. 8 p.
7. Vinogradov D. V., Vavilova N. A., Duktova N. A., Vanyushin P. N. Workshop on crop production. Ryazan: RGATU, 2014. 320 p.
8. Leshchenov A. M., Zanirov A. Kh., Krylov M. F. The influence of biological activity of the soil on the content of organic matter against the background of increasing doses of mineral fertilizers. Agriculture. 2022. № 7. Pp. 11-15.
9. Ananyeva N. D., Susyan E. A., Gavrilenko E. G. Features of determination of soil microbial biomass carbon by substrate induced respiration. Soil science. 2011. № 11. Pp. 1327-1333.
10. Vorobeychik E. L., Pishchulin P. T. Effect of trees on the rate of cellulose destruction in soils, under industrial pollution conditions. Soil science. 2011. № 5. Pp. 597-610.
11. Yarkova N. N., Fedorova V. M. Seed Science of Agricultural Plants: a textbook. Perm: CPI Prokrost, 2016. 116 p.
12. Fadkin G. N., Vinogradov D. V. The role of the duration of the use of forms of nitrogen fertilizers in the formation of agricultural crops in the south of the Non-Chernozem region. International Journal of Technology and Economics. 2014. № 2. Pp. 80-82.
13. Shchur A. V., Vinogradov D. V., Valko V. P. Cellulosolytic activity of soils at various levels of agrotechnical impact. Vestnik KrasGAU. 2015. № 7. Pp. 45-49.
14. Sirota S. M., Nadezhkin S. M., Lunkov S. V. Influence of long-term use of fertilizers on the humus state of chernozems: materials of the V Congress of the All-Russian Society of Soil Scientists named after V. V. Dokuchaev. Rostov-on-Don, 2008. Pp. 87-91.

Информация об авторах

Заниров Амиран Хабилович, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель центра декарбонизации АПК и региональной экономики КБГУ (Российская Федерация, 361336, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нарткала, ул. Ленина, д. 76), e-mail: amiran78@inbox.ru

Коновая Сарина Руслановна, младший научный сотрудник, Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук (Российская Федерация, 361224, Кабардино-Балкарская Республика, Терский район, с. В-Акбаш, ул. Калмыкова, д. 5), e-mail: agrohimlabkbnish@yandex.ru

Лешченко Аслан Музамадович, научный сотрудник, заведующий лабораторией агрохимии и почвенных исследований, Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук (Российская Федерация, 361304, Кабардино-Балкарская Республика, Урванский район, ул. Кирова, д. 151), ORCID: 0000-0001-9516-3213, e-mail: aslan.leshchenov@yandex.ru

Азнаева Милана Радиевна, лаборант-исследователь центра декарбонизации АПК КБГУ, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (Российская Федерация, 360004, Кабардино-Балкарская Республика г. Нальчик, ул. Крупской, д. 37а), e-mail: miazna@mail.ru

Нагоева Маринат Заурбиевна, начальник отдела мониторинга агроэкосистем, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (Российская Федерация, 361500, Кабардино-Балкарская Республика, с. Дыгулбегей, ул. Баксанова, д. 78а), e-mail: marina.khimlab@mail.ru

Дударова Динара Гумарбиевна, лаборант-исследователь, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (Российская Федерация, 361515, Кабардино-Балкарская Республика, с. Н. Куркужин, ул. Кипова, д. 20), e-mail: dudarova.dinara00@mail.ru

Author's Information

Zanirov Amiran Khabidovich, senior researcher, candidate of agricultural sciences, head of the center for decarbonization of the agro-industrial complex and regional economy of the KBSU (Russian Federation, 361336, Kabardino-Balkar Republic, Nartkala, st. Lenin, 76), e-mail: amiran78@inbox.ru

Konova Sarina Ruslanovna, Junior Researcher, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation, 361224, Kabardino-Balkarian Republic, Tersky District, s. V-Akbash, Kalmykova St., 5), e-mail: agrohimlabkbniish@yandex.ru

Leshkenov Aslan Muzamedovich, researcher, head of the laboratory of agrochemistry and soil research, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation, 361304, Kabardino-Balkarian Republic, Urvan district, st. Kirova, 151), ORCID: 0000-0001-9516-3213, e-mail: aslan.leshckenov@yandex.ru

Aznaeva Milana Radievna, laboratory assistant-researcher at the Center for Decarbonization of the APK KBSU, Kabardino-Balkarian State University named after Kh. M. Berbekov (Russian Federation, 360004, Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, st. Krupskaya, 37a), e-mail: miazn@mail.ru

Nagoeva Marinat Zaurbievna, Head of the Department for Monitoring Agroecosystems, Kabardino-Balkarian State University named after Kh. M. Berbekov (Russian Federation, 361500, Kabardino-Balkarian Republic, s. Dygulubgei, st. Baksanova, 78a), e-mail: marina.khimlab@mail.ru

Dudarova Dinara Gumarbievna, research laboratory assistant, Kabardino-Balkarian State University named after Kh. M. Berbekov (Russian Federation, 361515, Kabardino-Balkarian Republic, p. N. Kurkuzhin, st. Kipova, 20), e-mail: dudarova.dinara00@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-19

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF THE GREEN MASS OF SAFFLOWER DYE IN THE RICH CULTIVATION CONDITIONS OF THE NORTHERN CASPIAN

I. I. Klimova, E. V. Yachmeneva

*Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
Astrakhan region, the village of Solenoe Zaimishche, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: irina.ssd1981@yandex.ru

Received 03.07.2023

Submitted 10.10.2023

Summary

The article presents a comparative assessment of varieties of safflower dye for fodder value in the rain conditions of the Astrakhan region. The selected variety is not inferior in energy value to concentrated feeds.

Abstract

Introduction. Astrakhan region is located in a zone of risky farming, in this regard, the main problem of animal husbandry is the production of high-quality feed. Selection and evaluation of feed quality are fundamental factors in livestock production. **Objects** of the study were spike-free varieties from the VIR collection. **Materials and methods.** Studies on the nutritional value of the green mass of safflower were carried out according to generally accepted methods: Dospekhov B. A., State variety testing of agricultural crops, Assessment of morpho-biological and economic characteristics was carried out according to the Classifier of the species *Carthamus tinctorius* L., calculation of the exchange energy in the feed mass was carried out according to the L. K. Ernst method. **Results and conclusions.** The article presents the results of assessing the productivity and quality of the green mass of safflower. During the study, the Akmai variety was identified with the best indicators for the content of crude protein (17.00%), fat (3.06%), nitrogen-free extractives (616.9 g), feed unit (1.04) and low fiber content (12.52%). The Akmai variety on average exceeded the studied varieties in terms of yield of green mass by 1.2...3.9 t/ha and dry matter yield by 1.2...3.7% over two years. The variety distinguished by a set of characteristics meets the requirements of production as a forage crop.

Key words: *tinctorial safflower, green material of a safflower, quality of green material of a safflower, condition of cultivation of a safflower.*

Citation. Klimova I. I., Yachmeneva E. V. Productivity and quality of the green mass of safflower dye in the rich cultivation conditions of the northern Caspian. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 4(72). 186-192 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-19.

Author's contribution. All the authors of the study were directly involved in the implementation and analysis of this experiment. All the authors of this article have read the final version presented and approved it.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.