

## REFERENCES

1. Veklenko V.I., Pigoreva O.V., Kuz'minov K.V. Sovremennoe sostoyanie i prognoz razvitiya proizvodstva soi v Kurskoj oblasti. Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2023. № 2. S. 160–165.
2. Dorohov A.S., Belyshkina M.E., Bol'sheva K.K. Proizvodstvo soi v Rossijskoj Federacii: osnovnye tendencii i perspektivy razvitiya. Vestnik ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2019. № 3(47). S. 25–33.
3. Zolotnickij V.A. Soya na Dal'nem Vostoke. Habarovsk, 1962. 248 s.
4. Kozlova E.I., Novak M.A., Yand'o V.V. Regional'nye aspekty razvitiya rynka soi na sovremennom etape. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. T. 16. № 1 (76). S. 213–220
5. Leshchenko A.V., Kasatkin B.V., Hotulev M.I. Soya. M.: OGIZ Sel'hozgiz, 1948. 272 s.
6. Litvinenko O.V., Korneva N.Yu., Kodirova G.A., Kubankova G.V. Rezul'taty sravnitel'nogo izucheniya sortov soi po pokazatelyam biohimicheskogo sostava zerna. Agronauka. 2023. T. 1. № 4. S. 62–70.
7. Novikova L.Yu., Seferova I.V., Nekrasov A.Yu. i dr. Vliyaniye pogodno-klimaticheskikh uslovij na sodержание belka i masla v semenah soi na Severnom Kavkaze. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22 (6). S. 708–715. <https://doi.org/10.18699/VJ18.414>
8. Postanovlenie Pravitel'stva Rossii ot 04.08.2015 № 786 «O vnesenii izmenenij v stavki vyvoznih tamozhennyh poshlin na tovary, vyvozimye iz Rossijskoj Federacii za predely gosudarstv – uchastnikov soglashenij o Tamozhennom soyuze», <http://government.ru/docs/all/102962/>
9. Sinegovskaya V.T., Ochкурова V.V. Rol' sposoba poseva v formirovanii reproduktivnyh organov rastenij i urozhajnosti semyan sortov soi. Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2022. № 6. S. 12–17.
10. Sinegovskaya V.T., Ochкурова V.V., Sinegovskij M.O. Soderzhanie belka i zhira v semenah sortov soi razlichnogo geneticheskogo proiskhozhdeniya. Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. 2020. № 5. S. 15–19.
11. Sinegovskaya V.T. Vklad fundamental'nyh issledovanij v sovershenstvovanie selekcionnogo processa pri sozdanii sortov soi na Amure. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023. T. 37. № 6. S. 5–11.
12. Sinegovskij M.O. Soya kak instrument kompensacii defitsita belka (istoricheskij aspekt). Agronauka. 2024. № 1 (2). S. 16–22. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-1-16-22>
13. Shindin I.M. Sort kak innovacionnyj resurs agropromyshlennogo kompleksa. Regional'nye problemy. 2009. № 11. S. 74–76.

Поступила в редакцию 25.06.2024  
Принята к публикации 10.07.2024

УДК 591.61:633.34

DOI: 10.31857/S2500208224050048, EDN: ztyvta

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАКТОВ ЗООГУМУСА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СОИ В УСЛОВИЯХ РЕГУЛИРУЕМОЙ АГРОЭКОСИСТЕМЫ

Святослав Игоревич Лоскутов<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией  
промышленных биотехнологических инноваций  
Ян Викторович Пухальский<sup>1</sup>, научный сотрудник

Анатолий Иванович Осипов<sup>2</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник  
Юрий Викторович Хомяков<sup>2</sup>, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

Юрий Витальевич Косильников<sup>3</sup>, кандидат технических наук, научный сотрудник

Юрий Владимирович Лактионов<sup>3</sup>, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

<sup>1</sup>ВНИИ пищевых добавок – филиал ФНЦ пищевых систем имени В.М. Горбатова, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>ФГБНУ Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия

E-mail: puhalskyan@gmail.com

**Аннотация.** В лабораторных условиях климатической камеры проведен модельный эксперимент по изучению влияния жидкого экстракта зоогуруса черной львинки, приготовленного разными способами, на показатели роста и всхожесть семян раннеспелого сорта сои ЭН Аргента. Суспензию зоогуруса во всех вариантах использовали в дозе 0,2% (2000 ppm). В качестве дополнительного фона применили добавку комплексного удобрения, содержащего необходимые для растений элементы питания в виде различных минеральных солей. Самый высокий процент прорастания растений зафиксирован в варианте с водной суспензией зоогуруса без центрифугирования и стерилизации – 94%. На чистой органике зафиксировано увеличение биомассы побегов в среднем на 22%. Однако здесь уже выделялся вариант со стерилизацией, но без центрифугирования суспензии зоогуруса. На органоминеральной среде показатели веса и высоты растений были выше, но отмечалась стагнация в росте, вероятно, из-за пресыщения в режиме питания и образования хелатных комплексов пролонгированного усвоения. Таким образом, водная суспензия зоогуруса, полученная путем стерилизации без дополнительного центрифугирования, – наилучший способ пробоподготовки сырья для дальнейшего его использования в стерильных экспериментах. Центрифугирование снижает количество ферментов и питательных соединений, что негативно сказывается на качестве суспензии, а дополнительная стерилизация высвобождает в среду низкомолекулярные соединения, которыми могут питаться микроорганизмы.

**Ключевые слова:** соя, зоогурус, фитотрон, агрегатопоника, морфометрические показатели роста

\* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (темы FGUS 2024-0010 и FGUS 2022-0018) / The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (FGUS 2024-0010 and FGUS 2022-0018 topics).

## USE OF ZOOHUMUS EXTRACTS IN SOYBEAN CULTIVATION UNDER REGULATED AGROECOSYSTEM CONDITIONS

S.I. Loskutov<sup>1</sup>, *PhD in Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Industrial Biotechnological Innovation*Ya.V. Pukhalsky<sup>1</sup>, *Researcher*A.I. Osipov<sup>2</sup>, *Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher*Yu.V. Khomyakov<sup>2</sup>, *PhD in Biological Sciences, Leading Researcher*Yu.V. Kosulnikov<sup>3</sup>, *PhD in Engineering Sciences, Researcher*Yu.V. Laktionov<sup>3</sup>, *PhD in Biological Sciences, Leading Researcher*<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Food Additives – branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbatova, St. Petersburg, Russia<sup>2</sup>Agrophysical Institute of the Russian Academy of Agricultural Sciences, St. Petersburg, Russia<sup>3</sup>All-Russian Research Institute for Agricultural Microbiology, St. Petersburg, Pushkin, Russia

E-mail: puhalskyan@gmail.com

**Abstract.** A model experiment was conducted in the laboratory conditions of the climate chamber to study the effect of liquid extract of black soldier fly zoohumus prepared in different ways on the growth rates and germination of seeds of the early ripening soybean variety EN Argenta. The zoohumus suspension was used in all variants at a dose of 0.2% (2000 ppm). As an additional background, a complex fertilizer containing the necessary plant nutrients in the form of various mineral salts was added. Analysis of the experimental data showed that the highest percentage of plant germination was recorded in the variant with the introduced aqueous suspension of zoohumus without centrifugation and without sterilization, and amounted to 94%. Against the background of pure organic matter, an increase in shoot biomass by an average of 22% was recorded. However, here the variant with sterilization, but without centrifugation of the zoohumus suspension, stood out. Against the background of the organomineral environment, the weight and height of the plants were higher, but stagnation in growth was noted, probably due to oversaturation in the feeding regime and the formation of chelate complexes of prolonged absorption. Thus, an aqueous suspension of zoohumus obtained by sterilization without additional centrifugation is the best way to prepare samples of raw materials for further use in sterile experiments. Centrifugation reduces the amount of enzymes and nutritional compounds, which negatively affects the quality of the suspension, and additional sterilization releases an additional amount of low-molecular compounds into the environment, which can feed microorganisms.

**Keywords:** soybeans, zoohumus, phytotron, agregatoponics, morphometric growth indicators

Соя (*Glycine max* L.) – маргинальная сельскохозяйственная культура в РФ, которую выращивают от Дальнего Востока до северных областей Нечерноземной зоны. По данным Росстата на 2019 год под ее посевы в стране было отведено 3,04 млн га. Но для импортозамещения данного объема недостаточно. [4] Это полностью безотходная культура, все ее части перерабатываются. Она способна одновременно обеспечивать население недорогим и полноценным белковым питанием и служить основным компонентом кормовой базы сельскохозяйственных животных. Однако в процессе выращивания соя отличается высокой требовательностью к экологическим условиям и плодородию почвы. [2, 7] При недостатке минерального питания урожайность и содержание протеина может резко снижаться. [12] Питание культуры дифференцировано по фазам вегетации. Она требовательна к азоту, фосфору и калию. Среди микроэлементов растения сои больше всего нуждаются в цинке, боре, молибдене, кобальте и марганце. В начальный период роста, когда корневая система слабо развита, растению необходимы комплексные удобрения в легкоусвояемых формах. [15] Поскольку именно на раннем периоде онтогенеза у сои закладывается устойчивость к воздействию различных биотических и абиотических стрессов, правильно подобранный режим питания и выбор оптимального удобрения будет способствовать специфической адаптационной реакции растения при формировании здоровой зеленой биомассы. В экологическом земледелии, наряду с применением минеральных удобрений, растет интерес к технологии возделывания сои с органическими многокомпонентными добавками. Все большее внимание аграриев привлекают препараты, основу которых составляют гуминовые вещества. [18] Присутствие их в почве ингибирует рост численности

патогенных грибов и микотоксинов. Из-за пролонгированного действия на агроэкосистемы, они способны увеличивать коэффициенты использования минеральных соединений в почвах, образуя с ними хелатные формы и повышая их доступность для растений. Это сопряжено с ростом численности фосфатмобилизирующих ризобактерий. [1, 16] Гуминовые кислоты могут ингибировать содержание в почве фосфатазы. [19] На примере пахотного слоя обыкновенного чернозема выявлена отрицательная корреляционная взаимосвязь средней степени значимости между содержанием подвижного фосфора и фосфатазной активностью. [6, 13] Уменьшение активности фосфатазы с помощью гуминовых добавок – следствие повышения доступных форм фосфора.

Среди современных органических удобрений можно выделить зоогумус – вторичный продукт, получаемый в результате жизнедеятельности насекомых черной львинки (*Hermetia illucens* Linnaeus, 1758), в процессе переработки ими отходов 3...4 класса опасности. [9] По содержанию биогенных элементов и органических гуминовых веществ, зоогумус не уступает сухому птичьему помету и вермикомпосту.

Один из подходов, который может быть использован для первичного скрининга отзывчивости сортов бобовых культур на раннем этапе онтогенеза к действию различных удобрений, – выращивание растений в закрытых агроэкосистемах по типу фитотронов и синерготронов. [3, 5, 8, 10] Чтобы исключить лимитирующий фактор воздействия почв, опыты проводят с помощью метода гидропоники или ее разновидностей (хемо-, агрегато, йонопоника и другие). [11, 14]

Еще не проработан вопрос пробоподготовки новой органической суспензии зоогумуса для ее эффективного применения в полевых опытах. Поэтому апро-

бация методики выращивания сельскохозяйственных культур в условиях регулируемой среды микроклимата позволит экстраполировать полученный результат на открытый грунт. Технология переработки исходного органического сырья в жидкую суспензию включает в себя несколько этапов – различные способы экстрагирования (водная или щелочная вытяжка), температурная обработка (стерилизация) и механическое воздействие (центрифугирование и сепарирование). Комбинирование данных элементов позволит выявить оптимальный технологический режим и повысить эффективность получаемого удобрения. Учитывая факт хранения, для вытяжки больше подходит щелочная обработка, поскольку проблема водной заключается в появлении запаха. Но при использовании ее в день приготовления негативный результат не очевиден, так как наличие запаха присуще многим традиционным органическим удобрениям. Стерилизация из-за присутствия в составе органики углеводов приводит к процессу карамелизации, с их разложением до органических кислот. Цвет суспензии меняется в сторону более темноокрашенной формы. Сахара как буфер (термопротектор) берут на себя основное физическое (тепловое) воздействие, защищая колонии бактерий от лизиса. Увеличение концентрации органических кислот в растворе способствует росту титра бактерий, поскольку они применяются последними в качестве источника пищи. Также они выполняют функцию стабилизаторов, как это было показано на примере муравьиной кислоты в пищевой промышленности. [20]

Цель работы – оценка влияния жидких экстрактов зоогумуса, приготовленных различными способами, на формирование морфобиометрических параметров проростков и всхожесть семян сои, выращенных в условиях фитотрона.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Модельный опыт проводили в лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии в 2024 году. Объект изучения – сорт сои *ЭН Аргента* («ЭкоНива-Семена», Россия).

В субстрат вносили 0,2% (2000 ppm) водный или щелочной раствор зоогумуса, приготовленный различными способами.

В процессе подготовки использовали центрифугу Eppendorf 5804 R (Германия) на 10 тыс. об./мин. и автоклав Tuttnauer 2540 ML (Израиль) для стерилизации полученных суспензий паром при 120°C в течение 30 мин. Дополнительным фоном в отдельных вариантах служила добавка минерального удобрения Fertica Люкс (N – 16,0, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 20,6, K<sub>2</sub>O – 27,1). В контроле растения выращивали на фильтрованной воде без добавок. Схема опыта представлена в таблице.

Растения выращивали в климатической камере (фитотрон) производства Jiuro ВРС300Н (Китай) (рис. 1, 2-я стр. обл.). В пластиковые стаканы емкостью 0,3 л, заполненные увлажненным субстратом, высаживали семена по 4 шт. В качестве подложки использовали агроперлит М150. Повторность – четырехкратная. Срок вегетации – 20 сут. Температура воздуха в рабочей зоне камеры не превышала 28°C, влажность – 60%.

Соя – светолюбивая культура короткого светового дня, которая может расти в условиях искусственного освещения при 7...8 тыс. люкс. В нашем случае освещенность составила 19 тыс. люкс. [11] Фотопериод – 16/8 ч (день/ночь).

В конце опыта растения извлекали из сосудов, взвешивали на аналитических весах, измеряли длину надземной биомассы, подсчитывали степень всхожести. Полученные данные обрабатывали с помощью статистического пакета Microsoft Exel 2016.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Самая низкая всхожесть как на фоне чистой органики, так и при дополнительном внесении NPK была отмечена в контроле – 56% (рис. 2). В среднем по вариантам наибольшая прибавка к всхожести на обоих фонах отмечена при добавлении водного экстракта зоогумуса, самый высокий процент зафиксирован с внесением суспензии без центрифугирования и стерилизации – 94%.

Анализ морфометрии роста показал, что на фоне чистой органики наибольшие значения биомассы получены в варианте со стерилизацией без центрифугирования (рис. 3). С водной вытяжкой из зоогумуса они были немного выше, чем на щелочи. Достоверное превышение величин этих же показателей в контроле – 22,0%. При внесении NPK такого эффекта не наблюдали. Дополнительное обогащение субстрата минеральными солями приводило к стагнации и уменьшению веса побегов. Хотя растения в этих вари-

Схема опыта в фитотроне

| Экстракция зоогумуса<br><i>Hermetia illucens</i> | Без внесения NPK                        |  | NPK                                     |  | № |
|--|---|--|---|--|---|
|  | вариант                                 |  |   |  |   |
| Щелочная   | контроль                                |  | контроль                                |  | 1 |
|  | без стерилизации, без центрифугирования |  | без стерилизации, без центрифугирования |  | 2 |
|  | без стерилизации, центрифугирование     |  | без стерилизации, центрифугирование     |  | 3 |
|  | стерилизация, без центрифугирования     |  | стерилизация, без центрифугирования     |  | 4 |
|  | стерилизация, центрифугирование         |  | стерилизация, центрифугирование         |  | 5 |
| Водная   | без стерилизации, без центрифугирования |  | без стерилизации, без центрифугирования |  | 6 |
|  | без стерилизации, центрифугирование     |  | без стерилизации, центрифугирование     |  | 7 |
|  | стерилизация, без центрифугирования     |  | стерилизация, без центрифугирования     |  | 8 |
|  | стерилизация и центрифугирование        |  | стерилизация и центрифугирование        |  | 9 |

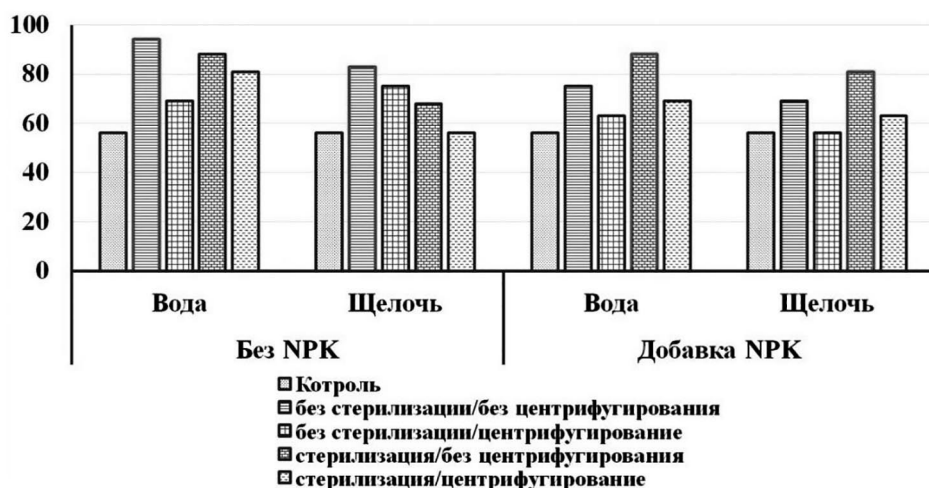


Рис. 2. Всхожесть семян сои.

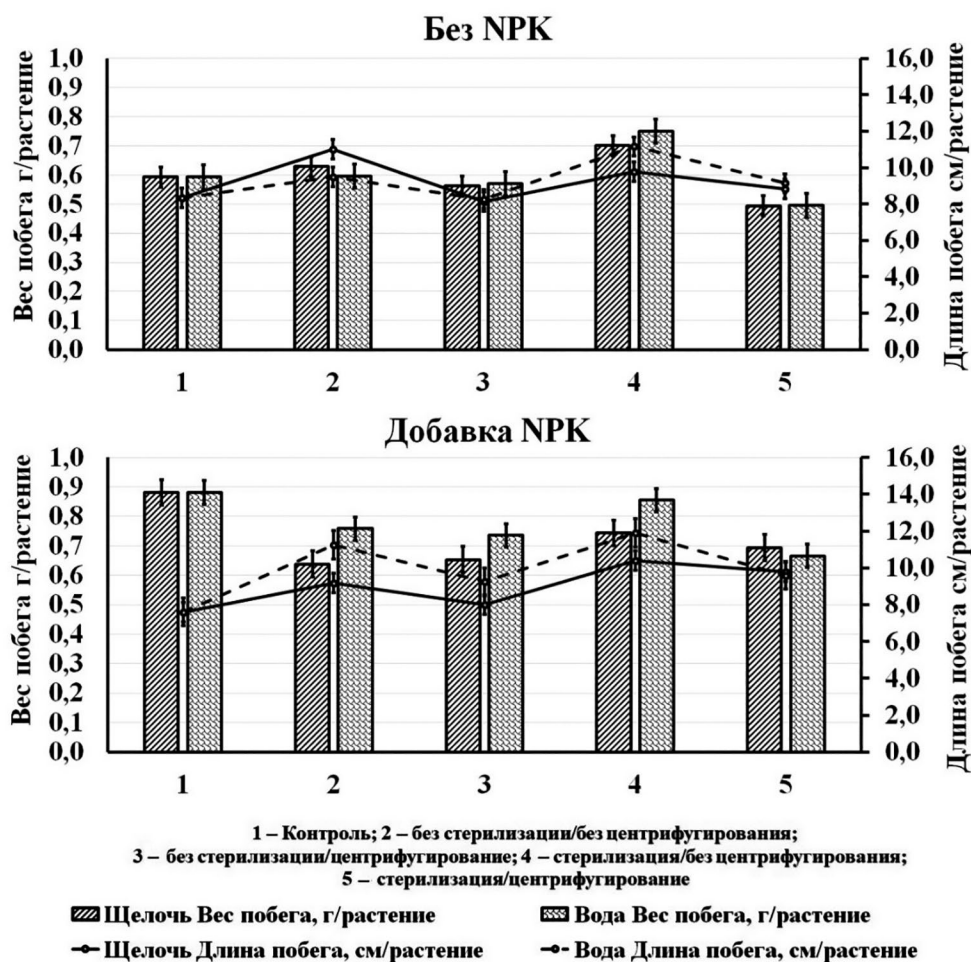


Рис. 3. Морфометрические показатели развития растений сои.

антах опережали по биомассе таковые, выращенные на чистой органике. Биомасса растений на водной вытяжке также была выше, чем на щелочи. Вероятно, из-за быстрого усвоения эссенциальных элементов минеральных удобрений происходит скачок в росте, но вместе с тем наступает ингибирование для дальнейшего развития и усвоения питательных веществ из зоогумуса. Существует мнение, что внесение хими-

ческих удобрений значительно увеличивает концентрацию N, P и K в субстрате лишь в краткосрочной перспективе. [17] В подтверждение данного факта, мы наблюдаем 50% увеличение веса побегов в контрольном варианте с чистой подкормкой минеральным раствором. Рост веса на органоминеральной среде – 20%. Невостребованные элементы перераспределяются в виде хелатных запасующих комплексов, из-за

присутствия в зоогумусе гуминовых соединений. Усвоение биофильных веществ, таким образом, продлевается на более поздние этапы жизненного цикла, когда действие минеральных удобрений закончится. С этим связан вышеописанный нами пролонгированный эффект действия органики.

Помимо биомассы, высота растений также считается важным показателем при возделывании бобовых культур на зерно, так как при ее увеличении возрастает и фотосинтетическая поверхность, что способствует повышению урожайности и числу сформированных плодов. По данному признаку мы наблюдали стабильную прибавку в величинах во всех вариантах. На органо-минеральном фоне лучший рост был при внесении водной вытяжки из зоогумуса. В среднем превышение длины побегов по отношению к контролю составило 30%, на чистой органике – 14%. Наилучший результат в обоих случаях отмечен для варианта с водным экстрактом зоогумуса. Длина побегов на обоих фонах – 11,9 см, что на 45% выше показателей контроля.

Подобран оптимальный способ обогащения питательного субстрата органической добавкой в виде экстракта зоогумуса для выращивания раннеспелого сорта сои методом агрегатопоники.

**Выводы.** Самый высокий показатель всхожести семян сои в варианте с чистой органикой, приготовленной с помощью водной экстракции без центрифугирования и стерилизации – 94%, минимальный – 56% (контроль).

На фоне органики вариант занимал первое место и при щелочном экстрагировании. Второе место у варианта, где суспензию предварительно стерилизовали. На фоне NPK ситуация была обратной, на первое место вышел вариант со стерилизацией без центрифугирования, а также с добавкой водного экстракта зоогумуса.

Показатели растений, выращенных на органо-минеральной среде, опережали варианты с чистой органикой. Водная вытяжка доминировала над щелочной, но, по сравнению с контролем на чистой минеральной среде, они уступали последнему. Вероятно, из-за наличия в зоогумусе гуминовых соединений происходило быстрое пресыщение в режиме питания и образование хелатных комплексов пролонгированного типа, которые постепенно усваиваются в дальнейшем цикле вегетации, когда действие минеральных удобрений в среде закончится.

Дополнительное внесение органики на фоне NPK положительно отразилось на увеличении высоты побегов.

Центрифугирование с последующим отбором надсадочной жидкости снижает количество ферментов и питательных соединений при ее сливе, поэтому нужно добиваться максимального растворения осадка в воде или щелочи.

Водный вариант со стерилизацией без центрифугирования из-за лучшего расщепления низкомолекулярных соединений в суспензии в дальнейшем подходит для проведения стерильных экспериментов с добавкой зоогумуса в среду *in vitro*.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Горюнов А.В. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор) // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 11–14.
2. Демиденко Г.А. Влияние экологических факторов на формирование посевных качеств сои в Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2015. № 3 (102). С. 64–68.
3. Драгавцев В.А. Новая система регуляции у растений и необходимость создания селекционного фитотрона в РФ // Журнал технической физики. 2018. Т. 88. № 9. С. 1331–1335. <https://doi.org/10.21883/JTF.2018.09.46416.26-18>
4. Зайцев Н.И., Бочкарев Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения // Масличные культуры. 2016. № 2 (166). С. 3–11.
5. Латушкин В.В., Зеленков В.Н., Лапин А.А. и др. Экспериментальное моделирование условий онтогенеза растений и биотехнологических методов их выращивания в закрытой экосистеме – синерготроне // Вестник РАЕН. 2021. № 21 (1). С. 46–53. <https://doi.org/10.52531/1682-1696-2021-21-1-46-53>
6. Наими О.И., Безуглова О.С., Полиенко Е.А. и др. Фосфатный режим и активность фосфатазы в черноземе обыкновенном при возделывании нута // Агротехнический вестник. 2020. № 3. С. 25–29. <https://doi.org/10.24411/1029-2551-2020-10034>
7. Наумченко Е.Т., Ковшик И.Г. Влияние погодных условий и минерального питания на продуктивность сои // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 12. С. 20–25.
8. Нетёсов С.В., Щинников И.А. Перспективы применения фитотронов для выращивания меристемных растений // АгроЭкоИнфо. 2023. № 2 (56). С. 1–8. <https://doi.org/10.51419/202132241>
9. Пендюрин Е.А., Рыбина С.Ю., Смоленская Л.М. Использование зоокомпоста черной львинки в качестве органического удобрения // Аграрная наука. 2020. № 7-8. С. 106–110. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-106-110>
10. Поверин Д.И. Синерготрон – автоматизированное устройство, предназначенное для проведения комплексных экспериментальных исследований в сфере сельскохозяйственного растениеводства // Товаровед продовольственных товаров. 2017. № 2. С. 52–60.
11. Синеговская В.Т., Синеговский М.О. Выращивание растений сои методом гидропонии // Аграрная наука Северо-Востока. 2023. 24 (2). С. 194–200. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.2.194-200>
12. Сихарулидзе Т.Д., Храмой В.К. Структура урожая и урожайность сои в зависимости от уровней минерального питания в условиях центрального Нечерноземья // Плодородие. 2012. № 3 (66). С. 9–10.
13. Стекольников К.Е., Комова А.В. Фосфатазная активность чернозёма выщелоченного и режим фосфатов в стационарном опыте // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 183–188.
14. Трепез С.В., Долгих П.П., Барсуков В.А. Система автоматизированного управления фитотроном со светокультуры и гидропонной технологией // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 2. С. 143–149. <https://doi.org/10.17513/snt.39049>
15. Ширяева Н.А., Береговая Ю.В., Петрова С.Н. Эффективность применения комплексных минеральных удобрений в агроценозе сои // Вестник аграрной науки. 2020. № 5 (86). С. 66–72.
16. Cozzolino V., Monda N., Savy D. et al. Cooperation among phosphate-solubilizing bacteria, humic acids and arbuscular mycorrhizal fungi induces soil microbiome shifts and enhances

- plant nutrient uptake // Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 2021. 8. 31.  
<https://doi.org/10.1186/s40538-021-00230-x>
17. El Gendy A.G., Taghred A.H., El-Sayed S.M. Effect of biofertilizers and/or urea on growth yield, essential oil and chemical compositions of *Cymbopogon citratus* plants // Journal of Applied Sciences Research. 2013. Vol. 9. P. 309–320.
  18. Jindo K., Olivares F.L., Malcher D.J.P. et al. From Lab to Field: Role of Humic Substances Under Open-Field and Greenhouse Conditions as Biostimulant and Biocontrol Agent / Frontiers in Plant Science. 2020. № 11. 426.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00426>
  19. Muter O., Limane B., Strikauska S., Klavins M. Effect of humic-rich peat extract on plant growth and microbial activity in contaminated soil // Material Science and Applied Chemistry. 2015. 32. P. 68–74.  
<https://doi.org/10.1515/msac-2015-001>
  20. Yadav M., Dhyani S., Joshi P. et al. Formic acid, an organic acid food preservative, induces viable-but-non-culturable state, and triggers new Antimicrobial Resistance traits in *Acinetobacter baumannii* and *Klebsiella pneumoniae* // Frontiers in Microbiology. 2022. 13. 966207.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.966207>
  9. Pendyurin E.A., Rybina S.Yu., Smolenskaya L.M. Ispol'zovanie zookomposta chernoj l'vinki v kachestve organicheskogo udobreniya // Agrarnaya nauka. 2020. № 7-8. С. 106–110.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-106-110>
  10. Poverin D.I. Sinergotron – avtomatizirovannoe ustrojstvo, prednaznachennoe dlya provedeniya kompleksnyh eksperimental'nyh issledovanij v sfere sel'skohozyajstvennogo rastenievodstva // Tovaroved prodovol'stvennyh tovarov. 2017. № 2. S. 52–60.
  11. Sinegovskaya V.T., Sinegovskij M.O. Vyrashchivanie rastenij soi metodom gidroponiki // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2023. 24 (2). S. 194–200.  
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.2.194-200>
  12. Siharulidze T.D., Hramoj V.K. Struktura urozhaya i urozhajnost' soi v zavisimosti ot urovnej mineral'nogo pitaniya v usloviyah central'nogo Nechernozem'ya // Plodorodie. 2012. № 3 (66). S. 9–10.
  13. Stekol'nikov K.E., Komova A.V. Fosfataznaya aktivnost' chernozyoma vyshchelochennogo i rezhim fosfatov v stacionarnom opyte // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 3 (65). S. 183–188.
  14. Trepuz S.V., Dolgih P.P., Barsukov V.A. Sistema avtomatizirovannogo upravleniya fitotronom so svetokul'turoj i gidroponnoj tekhnologiej // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2022. № 2. S. 143–149.  
<https://doi.org/10.17513/snt.39049>
  15. Shiryayeva N.A., Beregovaya Yu.V., Petrova S.N. Effektivnost' primeneniya kompleksnyh mineral'nyh udobrenij v agrocezoze soi // Vestnik agrarnoj nauki. 2020. № 5 (86). S. 66–72.
  16. Cozzolino V., Monda H., Savy D. et al. Cooperation among phosphate-solubilizing bacteria, humic acids and arbuscular mycorrhizal fungi induces soil microbiome shifts and enhances plant nutrient uptake // Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 2021. 8. 31.  
<https://doi.org/10.1186/s40538-021-00230-x>
  17. El Gendy A.G., Taghred A.H., El-Sayed S.M. Effect of biofertilizers and/or urea on growth yield, essential oil and chemical compositions of *Cymbopogon citratus* plants // Journal of Applied Sciences Research. 2013. Vol. 9. P. 309–320.
  18. Jindo K., Olivares F.L., Malcher D.J.P. et al. From Lab to Field: Role of Humic Substances Under Open-Field and Greenhouse Conditions as Biostimulant and Biocontrol Agent / Frontiers in Plant Science. 2020. № 11. 426.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00426>
  19. Muter O., Limane B., Strikauska S., Klavins M. Effect of humic-rich peat extract on plant growth and microbial activity in contaminated soil // Material Science and Applied Chemistry. 2015. 32. P. 68–74.  
<https://doi.org/10.1515/msac-2015-001>
  20. Yadav M., Dhyani S., Joshi P. et al. Formic acid, an organic acid food preservative, induces viable-but-non-culturable state, and triggers new Antimicrobial Resistance traits in *Acinetobacter baumannii* and *Klebsiella pneumoniae* // Frontiers in Microbiology. 2022. 13. 966207.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.966207>

## REFERENCES

1. Bezuglova O.S., Polienko E.A., Gorovcov A.V. Guminovye preparaty kak stimulyatory rosta rastenij i mikroorganizmov (obzor) // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 4 (60). S. 11–14.
2. Demidenko G.A. Vliyaniye ekologicheskikh faktorov na formirovaniye posevnykh kachestv soi v Krasnoyarskoj lesostepi // Vestnik KrasGAU. 2015. № 3 (102). S. 64–68.
3. Dragavcev V.A. Novaya sistema regulyacii u rastenij i neobhodimost' sozdaniya selekcionnogo fitotrona v RF // Zhurnal tekhnicheskoy fiziki. 2018. T. 88. № 9. S. 1331–1335.  
<https://doi.org/10.21883/JTF.2018.09.46416.26-18>
4. Zajcev N.I., Bochkar'ev N.I., Zelencov S.V. Perspektivy i napravleniya selekcii soi v Rossii v usloviyah realizacii nacional'noj strategii importozameshcheniya // Maslichnye kul'tury. 2016. № 2 (166). S. 3–11.
5. Latushkin V.V., Zelenkov V.N., Lapin A.A. idr. Eksperimental'noe modelirovaniye uslovij ontogeneza rastenij i biotekhnologicheskikh metodov ih vyrashchivaniya v zakrytoj ekosisteme – sinergotrone // Vestnik RAEN. 2021. № 21 (1). S. 46–53.  
<https://doi.org/10.52531/1682-1696-2021-21-1-46-53>
6. Naimi O.I., Bezuglova O.S., Polienko E.A. i dr. Fosfatnyj rezhim i aktivnost' fosfatazy v chernozeme obyknovennom pri vozdeyvanii nuta // Agrohimicheskij vestnik. 2020. № 3. S. 25–29.  
<https://doi.org/10.24411/1029-2551-2020-10034>
7. Naumchenko E.T., Kovshik I.G. Vliyaniye pogodnyh uslovij i mineral'nogo pitaniya na produktivnost' soi // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 12. S. 20–25.
8. Netyosov S.V., Shchinnikov I.A. Perspektivy primeneniya fitotronov dlya vyrashchivaniya meristemnyh rastenij // AgroEkoInfo. 2023. № 2 (56). S. 1–8.  
<https://doi.org/10.51419/202132241>

Поступила в редакцию 03.08.2024  
 Принята к публикации 17.08.2024



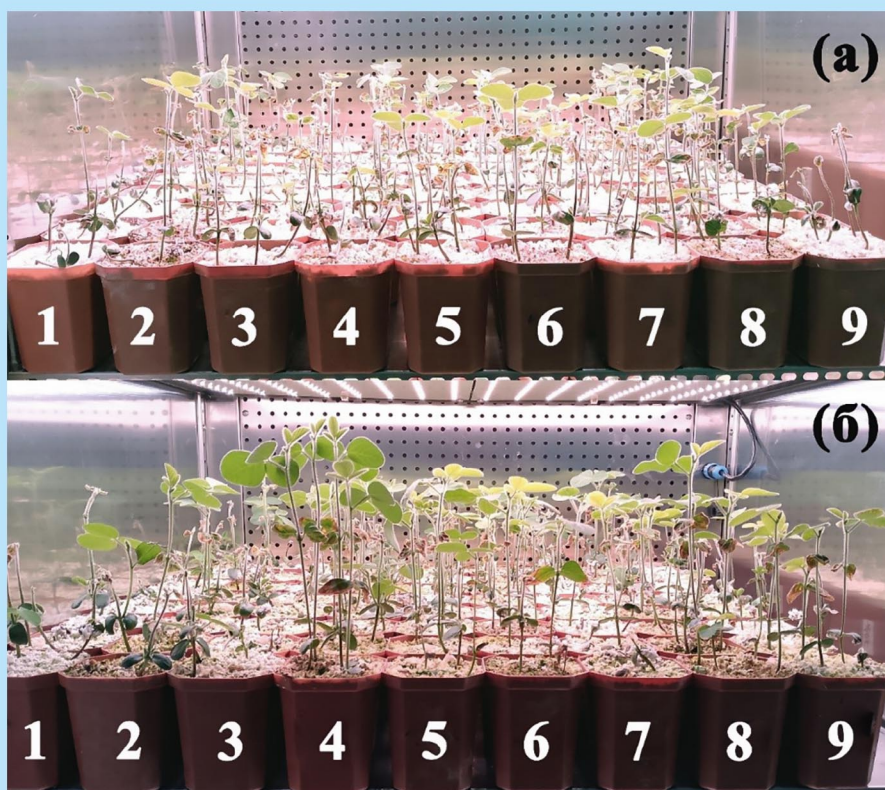


Рис. 1. Вид проведения опыта в фитотроне. Номера вариантов соответствуют обозначениям в таблице: а – без внесения добавки NPK, б – добавка NPK.

Рисунки к статье Сергеева С.Н. и др. «Выбор экологически безопасного метода получения целлюлозы из биомассы льна (*Linum usitatissimum linaceae*), выращенного в различных регионах Поволжья» (стр. 22)



Рис. 1. Результаты высокотемпературного воздействия 10%-х водных растворов активных реагентов на структуру поверхности соломы льна-долгунца: а – без воздействия; б – гидроксид натрия; в – пероксид водорода; г – бисульфит натрия.

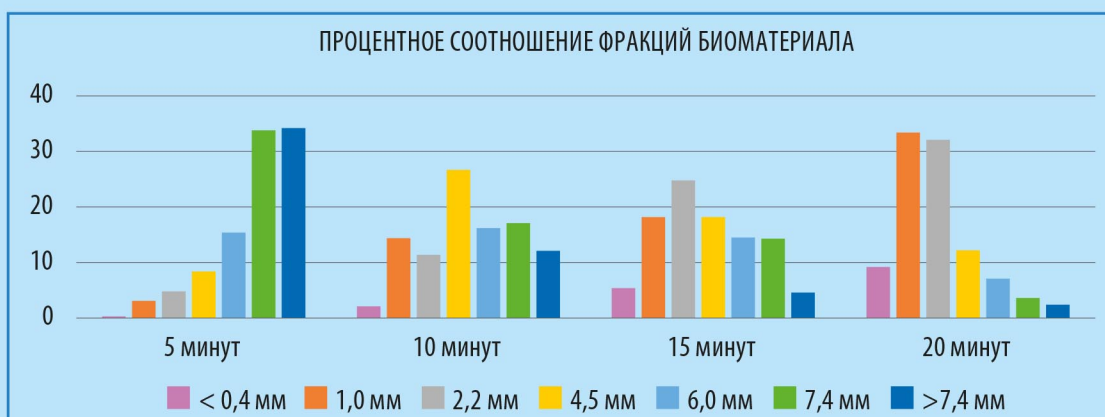


Рис. 2. Гранулометрический состав фракций, полученный при размоле соломы льна.