

УДК 631.871:595.772:631.524.821:633.31/.37

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГУМУСА ЛИЧИНОК МУХИ ЧЕРНАЯ ЛЬВИНКА (*Hermetia illucens*) ПРИ ПРОРАСТАНИИ СЕМЯН ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР[§]

© 2023 г. К. А. Баштовенко¹, С. И. Лоскутов¹, Д. С. Рябухин^{1,*}¹Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН 191014 Санкт-Петербург, Литейный просп., 55, Россия

*E-mail: rdms@bk.ru

Поступила в редакцию 13.03.2023 г.

После доработки 20.04.2023 г.

Принята к публикации 15.07.2023 г.

Самым перспективным и популярным насекомым в области переработки органических отходов является муха черная львинка (*Hermetia illucens*), личинки которой неприхотливы в еде и условиях выращивания. В качестве корма им подходит большинство видов органических отходов, которые после переваривания личинкой обогащаются различными питательными веществами и микроорганизмами, полезными для роста и развития растений. Экскременты личинок являются ценным и экологически чистым органическим удобрением (биогумусом) для выращивания растений. С целью проверить эффективность влияния биогумуса личинок черной львинки на процесс прорастания семян в лабораторных условиях, получали жидкие экстракты биогумуса путем экстрагирования дистиллированной водой и соединениями гидроксида калия (КОН) и пиррофосфата натрия ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$). Самым эффективным способом экстракции оказался метод обработки щелочью и пиррофосфатом натрия, при котором получена наиболее концентрированная вытяжка с концентрацией 2.44%. Все виды вытяжек биогумуса прошли биотестирование на прорастание семян гороха посевного (*Pisum sativum* L.) и люпина белого (*Lupinus albus* L.). По сравнению с показателями контрольных вариантов с дистиллированной водой все экстракты биогумуса оказали стимулирующее действие на прорастание семян, ускоряя их рост и развитие. Наиболее высокие показатели наблюдали в растворах щелочно-пиррофосфатного экстракта с величиной рН 6.7–6.8 в концентрациях 0.01 и 0.05%.

Ключевые слова: органические удобрения, муха черная львинка (*Hermetia illucens*), личинки, биогу-мус, зернобобовые культуры, горох, люпин.

DOI: 10.31857/S0002188123100046, **EDN:** QGUUQX

ВВЕДЕНИЕ

Личинки мухи черная львинка (*Hermetia illucens*) из семейства Львинок (*Stratiomyidae*) в процессе своего питания перерабатывают органические отходы, в результате чего их объем уменьшается более чем на 50% [1]. Эти переработанные отходы становятся ценным, экологически чистым биогумусом, практически лишенным патогенных бактерий, таких как, например, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. и др. [2], богатым доступными для растений питательными веществами, в основном соединениями с гумусовыми кислотами. Согласно работе [3], анализ данных химиче-

ского состава и свойств биогумуса от 22-х производителей баланс элементов в составе биогумуса мухи черная львинка (БЧЛ) менялся в зависимости от субстрата, на котором выращивали насекомых. Отмечено, что содержание азота составляло в среднем 3.39% сухого вещества с коэффициентом вариации (CV) = 0.2, P_2O_5 – 2.85% (CV = 0.36), K_2O – 3.47% (CV = 0.34).

БЧЛ можно использовать как органическое биоудобрение и регулятор роста растений, что показано в ряде исследований. Первое упоминание о тестировании биогумуса в качестве удобрения связано с выращиванием базилика и сорго [4], также описаны опыты со спаржевой фасолью [5], кукурузой [6], листьями салата и райграса [7], луком [8]. Зачастую в исследованиях использовали сухой биогумус в составе смесей с торфом,

[§] Работа выполнена в рамках тем НИР FGUS 2022-0017 и FGUS 2022-0017 государственного задания ФНИЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН.



Рис. 1. Внешний вид биогумуса личинок мухи черная львинка.

почвой и т.д. в различных пропорциях [4, 5, 7], либо водную вытяжку в пропорциях 1 : 10, 1 : 100, 1 : 1000 по массе [9, 10].

Известно, что предпосевная обработка семян растений регуляторами роста, особенно содержащими гуминовые кислоты, значительно улучшает посевные качества семян, ускоряет их всхожесть, рост и обеспечивает иммунитет к вредителям и патогенам. Цель работы – оценка агрономического потенциала концентрированных и разбавленных экстрактов БЧЛ как органического удобрения и проведение биотестирования полученных растворов на тест-растениях гороха посевного (*Pisum sativum* L.) и люпина белого (*Lupinus albus* L.) в лабораторных условиях.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом данного исследования являлся БЧЛ (*Hermetia illucens*), полученный от ООО “Экобелок”, Московская обл., Шелковский р-н, п. Фряново. Биогумус имел вид сыпучей мелкогранулированной массы темно-коричневого цвета со специфическим запахом аммиака (рис. 1).

В состав биогумуса в основном входят различные соединения гуминовых кислот, поэтому, основываясь на работе [11], в качестве экстрагентов использовали нестерильную дистиллированную воду, КОН (АО “ВЕКТОН”, Россия), $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (ООО “Компонент-Реактив”, Россия), NaClO (ООО “АКВАХИМ”, Россия). Семена гороха посевного (*Pisum sativum* L.) сорта Софья и люпина белого (*Lupinus albus* L.) сорта Дега предоставлены к.б.н., старшим научным сотрудником и заведующей отделом сельскохозяйственной микробиологии НИИСХ Крыма А.И. Якубовской.

Экстракция биогумуса водой. Для получения водных вытяжек смешивали БЧЛ с дистиллированной водой в пропорциях 1 : 19 и 1 : 9. Через 1 сут осадок отфильтровывали через бумажный фильтр (красная линия), 100 мл водного раствора упаривали в вакууме ротационного испарителя для определения концентрации растворенного субстрата. В первом варианте концентрация растворимой в воде части биогумуса составила 0.54, во втором – 1.99%.

Экстракция биогумуса щелочным раствором. В мерной колбе смешивали 5.6 г КОН, 25 г биогумуса и доводили дистиллированной водой до 1 л, раствор настаивали 24 ч и далее отфильтровывали и упаривали в вакууме ротационного испарителя. Концентрация растворенного биогумуса в щелочной вытяжке была равна 1.15%, с вычетом растворенного в воде гидроксида калия.

Экстракция биогумуса раствором щелочи и пиррофосфата натрия. Для данного опыта в мерную колбу объемом 500 мл добавляли 2.8 г КОН, 15 г $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, 25 г влажного зоогумуса, дистиллированной водой доводили до метки 500 мл. Настаивали данный раствор 24 ч, затем фильтровали и упаривали в вакууме ротационного испарителя. Концентрация биогумуса в щелочно-пиррофосфатной вытяжке составила 2.44%, после вычета соответствующих количеств гидроксида калия и пиррофосфата натрия.

Определение влажности образцов. Определение влажности проводили по ГОСТ 16483.7-71 с некоторыми изменениями. Навеску БЧЛ весом 1 г сушили в сушильном шкафу при температуре $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$, добиваясь сходимости постоянной массы. Измерения проводили в 3-х повторностях.

Влажность пробы (W) (в %) вычисляли по формуле (1):

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \times 100\%, \quad (1)$$

где m_0 – масса бюкса, г;

m_1 – масса бюкса с пробой до высушивания, г;

m_2 – масса бюкса с пробой после высушивания, г.

Определение зольности образцов. Определение зольности проводили по ГОСТ Р 56888-2016 с изменениями. Навеску 1 г БЧЛ в фарфоровом тигле сжигали в муфельной печи при температуре $(600 \pm 5)^\circ\text{C}$ до достижения постоянной массы. Охлаждали в эксикаторе до комнатной температуры. Измерение проводили в 3-х повторностях.

Таблица 1. Показатели прорастания гороха в опыте с кипячением водной вытяжки БЧЛ

Раствор	Повторность				Итого	
	1-я		2-я		Всхожесть, %	Длина корней, см
Всхожесть, %	Длина корней, см	Всхожесть, %	Длина корней, см	Всхожесть, %		
Водная вытяжка БЧЛ	65	3.41 ± 0.74	40	1.88 ± 0.64	52.5 ± 12.5	2.83 ± 0.61
Контроль	30	1.63 ± 0.94	25	1.56 ± 0.60	27.5 ± 2.5	1.60 ± 0.55

Зольность пробы (в %) вычисляли по формуле (2):

$$\text{Зольность} = \frac{W_2 - W_c}{W_1 - W_c} \times 100\%, \quad (2)$$

где W_c – масса пустого тигля, г;

W_1 – масса тигля с исходной навеской пробы, г;

W_2 – масса тигля с золой, г.

Биотестирование зоогумуса. Все вышеупомянутые вытяжки проходили проверку на эффективность как активаторы роста растений. Для этого семена гороха посевного (*Pisum sativum* L.) сорта Софья и люпина белого (*Lupinus albus* L.) сорта Дега предварительно стерилизовали в 1.8%-ном растворе гипохлорита натрия в течение 15 мин, промывали в дистиллированной воде по 5 мин не менее 4-х раз и помещали в стерильные чашки Петри с небольшим количеством изучаемого раствора. На каждый опыт приходилось по 2 повторности по 20–30 семян растений в каждой чашке Петри. Семена проращивали в сухом темном месте в течение 3–5 сут. По истечении времени у семян фиксировали всхожесть и длину отросших зародышевых корней. Контролем служила дистиллированная вода.

Всхожесть семян определяли по формуле (3):

$$X = \frac{n}{N} \times 100\%, \quad (3)$$

где X – всхожесть семян, %;

n – количество проросших семян;

N – общее количество семян.

Статистическую обработку данных, полученных в ходе исследования, проводили в программе Microsoft Office Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективность водного экстракта. В результате водной экстракции зоогумуса получены 2 раствора с концентрацией 0.54% (соотношение БЧЛ : вода = 1 : 19, вариант 1) и 1.99% (соотноше-

ние БЧЛ : вода = 1 : 9, вариант 2). С использованием вытяжки варианта 1 провели 2 опыта на проращивание семян. В первом случае семена гороха замачивали в растворе, полученном после фильтрации водной вытяжки. В результате наблюдали подавление прорастания семян с последующим брожением, разрушением целостности семени и по истечении 5 сут превращение в кашеобразную массу содержимого чашки Петри.

Для следующего опыта отфильтрованную водную вытяжку кипятили в течение 5 мин на электрической плитке, охлаждали до комнатной температуры и смачивали семена гороха на чашках Петри. Показатели определяли на 5-е сут проращивания (табл. 1).

Показано, что водная вытяжка БЧЛ после ее нагревания оказывала стимулирующее действие на прорастание семян, ускоряя их рост и развитие.

Для определения степени насыщенности раствора водной вытяжки, подходящего как удобрение для растений, в опыте 3 использовали водную вытяжку варианта 2, которую разводили дистиллированной водой для получения растворов разных концентраций (0.01, 0.05, 0.10, 0.50, 1.0%). Растворы проходили предварительную стерилизацию в сушильном шкафу при температуре (120 ± 5)°C в течение 3-х ч, после чего их охлаждали до комнатной температуры, смачивали семена гороха в чашках Петри и проращивали в течение 5-ти сут, затем определяли морфометрические показатели всхожести семян (рис. 2).

Среди изученных вариантов с концентрациями биогумуса наибольшая всхожесть семян гороха была в варианте с концентрацией 0.50%, в котором было 90% проросших семян. Длина зародышевых корней была больше всего при концентрации 0.10% и составила в среднем 1.59 ± 0.34 см. Однако эти растворы по показателям всхожести уступали дистиллированной воде, в которой взойшло 95% семян со средней длиной корней проростков 1.71 ± 0.42 см.

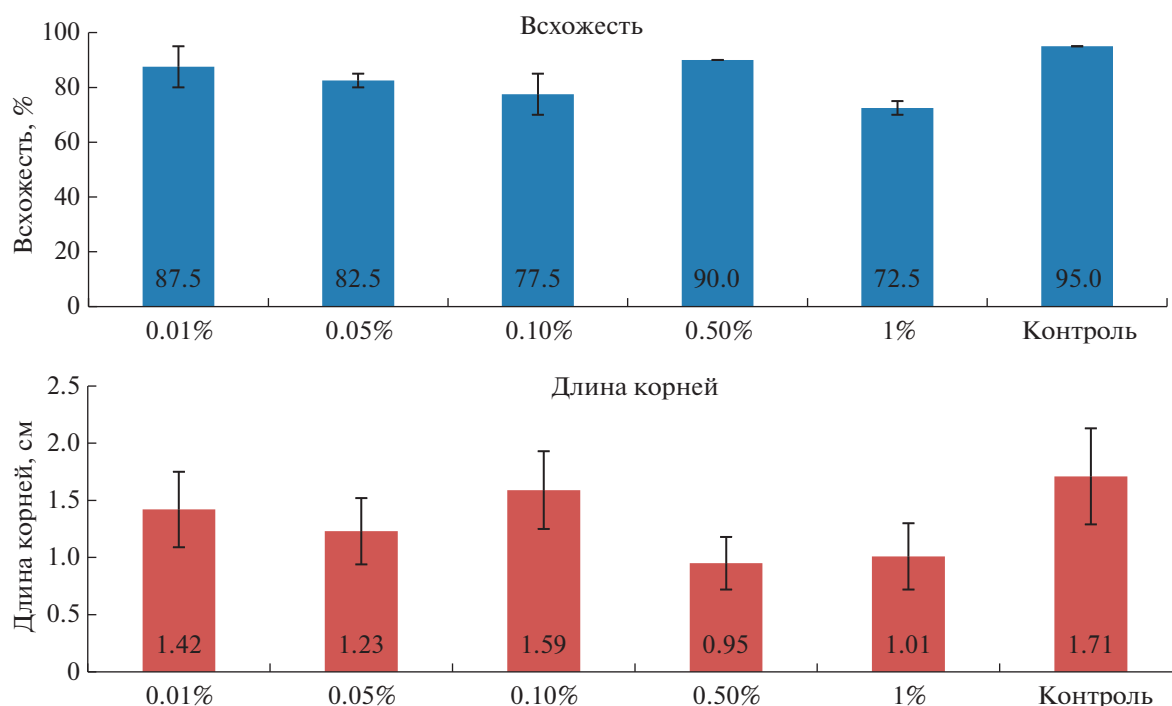


Рис. 2. Показатели прорастания семян гороха в опыте с использованием растворов водной вытяжки различных концентраций.

Эффективность щелочного экстракта. Вытяжка, полученная при щелочной экстракции БЧЛ, имела концентрацию растворенного биогуруса 1.15%, что по содержанию сухого остатка превосходило извлечение водой. Для данного опыта из щелочной вытяжки путем разбавления дистиллированной водой получали растворы меньших концентраций (0.02, 0.05, 0.20, 0.50%), которые добавляли в чашки Петри к семенам гороха. Показатели всхожести семян, которые определяли на 5-е сут после начала проращивания, показаны на рис. 3. Наивысшими показателями всхожести семян и средней длиной зародышевых корней обладал вариант с концентрацией 0.05%, что составили $83.70 \pm 6.30\%$ и 2.09 ± 0.33 см соответственно.

Эффективность щелочно-пирофосфатного экстракта. Экстракция биогуруса щелочью КОН и пирофосфатом натрия $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ оказалась самым эффективным способом, показав наибольшую концентрацию веществ, перешедших из твердой фазы биогуруса в жидкую фазу раствора – 2.44%. Также стоит отметить, что в результате экстракции был нейтрализован неприятный запах биогуруса. С использованием щелочно-пирофосфатной вытяжки было проведено 3 эксперимента: опыт с растворами разных концентраций, опыт с нейтральными растворами различных концентраций, опыт с растворами разных концентраций в стерильных условиях. В первом опыте из вытяжки с добавлением дистиллированной воды го-

Таблица 2. Показатели прорастания семян при использовании растворов щелочно-пирофосфатной вытяжки БЧЛ различных концентраций

Вариант	Концентрация, %							
	0.01		0.05		0.50		1.0	
	1	2	11	2	1	2	1	2
Вытяжка БЧЛ	75 ± 5	2.54 ± 0.61	57.5 ± 2.5	1.49 ± 0.62	7.50 ± 2.50	0.87 ± 0.86	0	0
Контроль	1				1			
	57.5 ± 17.5				2.71 ± 0.51			

Примечание. В графе 1 – всхожесть, %; 2 – длина корней, см. То же в табл. 4.

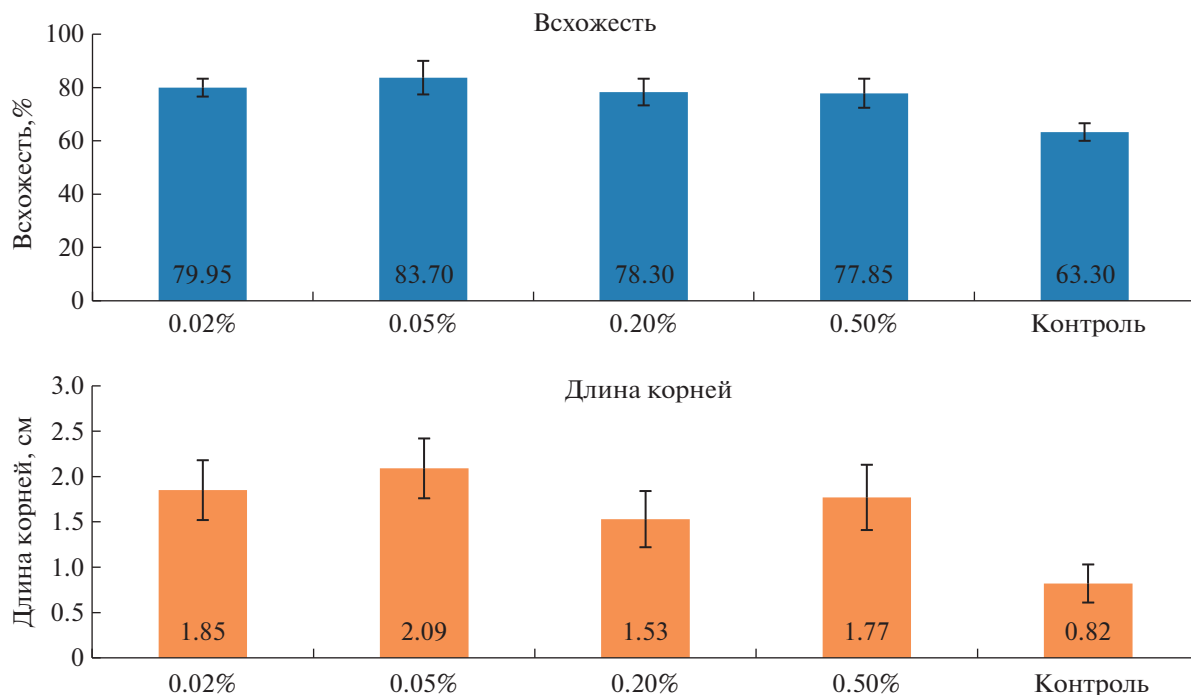


Рис. 3. Показатели прорастания семян гороха в опыте с использованием растворов БЧЛ щелочной вытяжки различных концентраций.

товили растворы различных концентраций (0.01, 0.05, 0.50, 1.0%). Их доливали в чашки Петри к семенам люпина и оставляли на проращивание на 3-е сут (табл. 2).

По итогам опыта показано, что чем больше была в питательном растворе концентрация выделяемых веществ, тем меньше было прорастание семян люпина, т.к. в растворе с концентрацией 0.01% проросло $75 \pm 5\%$ семян со средней длиной корней 2.54 ± 0.61 см, тогда как в растворе с концентрацией 0.05% эти показатели были равны $57.50 \pm 2.5\%$ проросших семян с длиной корней 1.49 ± 0.62 см соответственно.

Показатели pH исходной вытяжки и разведенных растворов были сильнощелочными (табл. 3). Известно, что большинство растений, в том числе и семейство Бобовые (*Fabaceae*), к которым относят люпин и горох, предпочитают слабокислую или нейтральную кислотность почвы (pH 6.5–

7.0). Поэтому в опыте 2 готовили растворы, аналогичные по концентрации, но с нейтральной кислотностью среды (pH 6.7–6.8). Для опыта брали семена люпина и гороха, которые проращивали в течение 4-х сут (рис. 4).

Нейтрализация примененных растворов щелочно-пирофосфатной вытяжки положительно повлияла на прорастание семян, т.к. увеличились показатели их всхожести и средней длины корней, а в тех вариантах растворов, где в прошлом опыте не взошло ни одного семени, появились проростки. Как и ранее, наибольший эффект на прорастание семян люпина оказал раствор с концентрацией 0.01%, в котором доля всхожих семян составила $82.5 \pm 2.5\%$ и длина корней в среднем равнялась 3.25 ± 0.51 см.

Для прорастания семян гороха самыми благоприятными оказались растворы БЧЛ с концентрациями 0.01 и 0.05%, в которых доля всхожих семян составила 75.0 ± 1.7 и $76.7 \pm 10\%$ семян, а средняя длина корней – 2.71 ± 0.31 см и 2.01 ± 0.28 см соответственно.

Третий опыт с данной вытяжкой проводили в ламинарном боксе в асептических условиях с использованием растворов с нейтральной реакцией pH (6.7–6.8 ед.) в 2-х концентрациях 0.01 и 0.05%, которые отличались наилучшими результатами в предыдущих опытах. Растворы предварительно

Таблица 3. Величина pH щелочно-пирофосфатной вытяжки БЧЛ

pH	Концентрация, %				Маточный раствор (2.44%)
	0.01	0.05	0.5	1.0	
	9.7	10.2	10.9	11.0	11.2

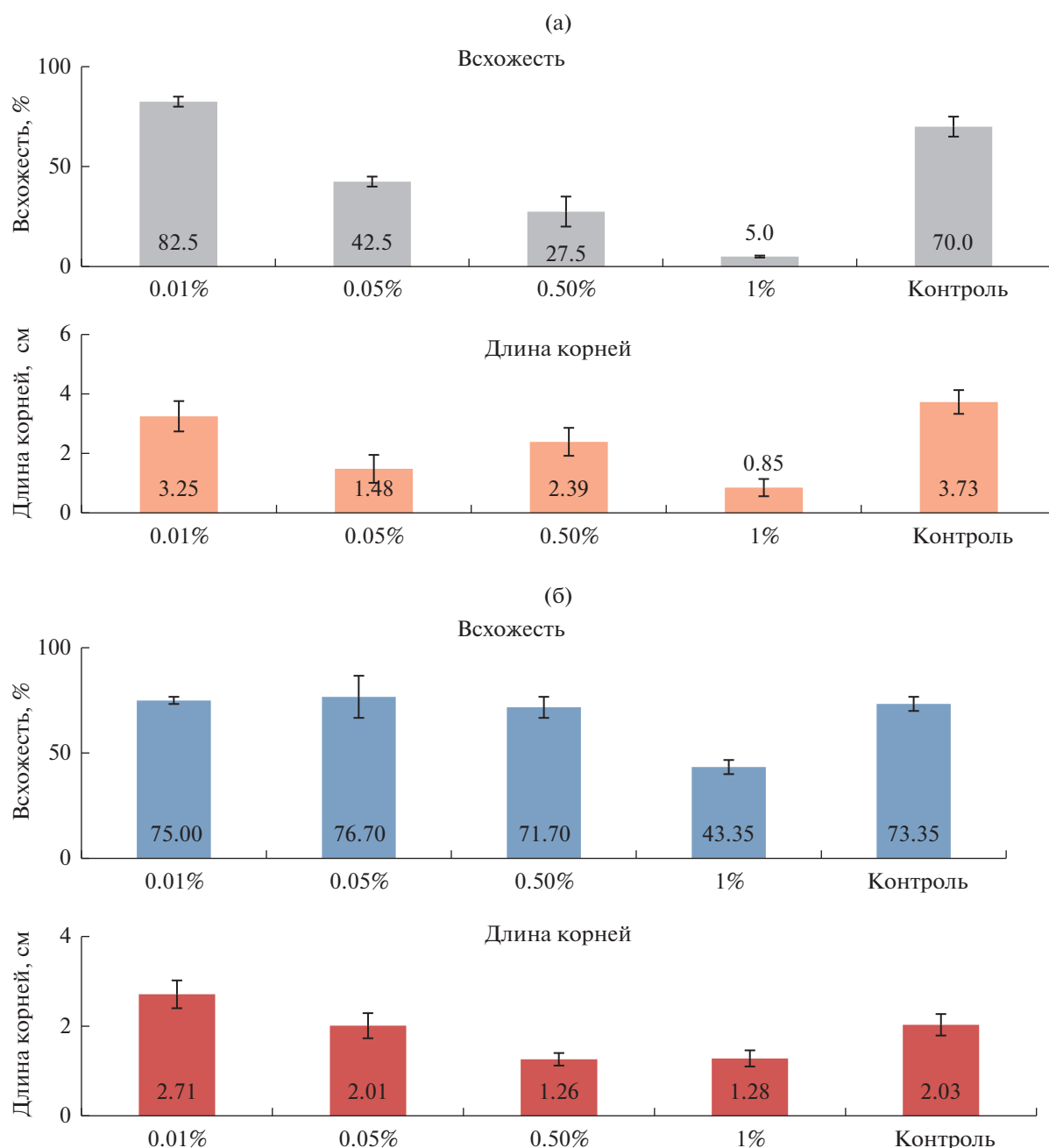


Рис. 4. Показатели прорастания семян люпина в опыте с использованием растворов БЧЛ щелочно-пирофосфатной вытяжки: (а) – различных концентраций, (б) – при нейтрализации данных растворов.

стерилизовали в автоклаве под давлением 2 атм, охлаждали до комнатной температуры и добавляли в стерильные чашки Петри к семенам гороха и люпина, которые проращивали 3 сут (табл. 4).

Показано, что обе концентрации оказались удачными для проращивания семян. В случае с проращиванием семян гороха наилучшая всхожесть зафиксирована в растворе с концентрацией 0.05% и была равна $91.7 \pm 5.0\%$, а наибольшая средняя длина корней в растворе с концентраци-

ей 0.01% составила 2.26 ± 0.79 см. Результаты проращивания семян люпина оказались противоположными, т.к. в варианте с концентрацией 0.01% была зафиксирована наибольшая всхожесть семян, равная $60 \pm 5\%$, а в варианте с концентрацией 0.05% отмечена самая большая длина корней, которая в среднем составила 2.31 ± 0.64 см.

Определение влажности и зольности образцов. Влажность образцов исходного и экстрагированного биогумуса различалась незначительно, при

Таблица 4. Показатели всхожести в стерильных условиях с использованием нейтральных растворов БЧЛ различных концентраций щелочно-пирофосфатной вытяжки

Растение	Раствор	Концентрация, %			
		0.01		0.05	
		1	2	1	2
Горох	Вытяжка БЧЛ	86.7 ± 6.7	2.26 ± 0.79	91.7 ± 5.0	2.01 ± 0.21
	Контроль	1		2	
		91.7 ± 1.7		1.69 ± 0.19	
Люпин	Вытяжка БЧЛ	60 ± 5	1.94 ± 0.43	45 ± 15	2.31 ± 0.64
	Контроль	1		2	
		45.0 ± 5.0		1.46 ± 0.52	

этом большее значение влажности образцов экстрагированного биогумуса объясняется его предшествующим насыщением водой при экстрагировании (табл. 5). Величина зольности образцов исходного биогумуса была больше, из чего можно предполагать, что при экстрагировании некоторая часть соединений перешла в водную фазу вытяжки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования были рассмотрены 3 способа экстрагирования биогумуса мухи черная львинка (БЧЛ) и проведено биотестирование полученных вытяжек на семенах гороха посевного (*Pisum sativum* L.) и люпина белого (*Lupinus albus* L.). Самым эффективным способом экстракции оказался метод обработки гидроксидом калия и пирофосфатом натрия, при котором из небольшого количества материалов была получена наиболее концентрированная вытяжка с 2.44% сухого остатка.

По сравнению с водным контролем экстракты БЧЛ оказывали явное стимулирующее действие на прорастание семян тест-растений, ускоряя их рост и развитие. При сравнении результатов влияния экстрактов биогумуса на прорастание семян наиболее высокие показатели наблюдали в рас-

творах щелочно-пирофосфатного экстракта с рН 6.7–6.8 в концентрациях 0.01 и 0.05.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шайхиев И.Г., Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Антюфеева Е.С. Использование пищевых отходов для выращивания личинок мухи *Hermetia illucens* (краткий обзор зарубежной литературы) // Эконом. строит-ва и природопольз-я. 2020. № 4 (77). С. 17–30.
2. Setti L., Francia E., Pulvirenti A., Gigliano S., Zaccardelli M., Pane C. et al. Use of Black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.), *Diptera: Stratiomyidae*) larvae processing residue in peat-based growing media // Waste Manag. 2019. V. 95. P. 278–288.
3. Gärtling D., Schulz H. Compilation of Black soldier fly frass analyses // J. Soil Sci. Plant Nutr. 2022. V. 22. № 1. P. 937–943.
4. Newton L., Sheppard C., Watson D.W., Burtle G., Dove R. Using the Black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure // Animal Poultry Waste Manag. Cent. North Carolina State University, Raleigh, NC, 2005. V. 17. № 2005. 18 p.
5. Anggraeni D. The Effect of bioconversion fertilizer palm kernel meal (BFPKM) as fertilizer for the growth of *Vigna unguiculata* L. Walp (Yard Long Bean) var. *Mutiara*: Diss. Thesis for S2 graduation. University of Indonesia, 2010. 95 p.
6. Alattar M.A., Alattar F.N., Popa R. Effects of microaerobic fermentation and Black soldier fly larvae food scrap processing residues on the growth of corn plants (*Zea mays*) // Plant Sci. Today. 2016. V. 3. № 1. P. 57–62.
7. Kebli H., Sinaj S. Potential agronomique d'un engrais naturel à base de digestats de larves de mouches // Recherche agronomique suisse. 2017. V. 8. № 3. P. 88–95.
8. Zahn N.H., Quilliam R. The effects of insect frass created by *Hermetia illucens* on spring onion growth and soil fertility // Univ. Stirl. 2017. P. 1–65.

Таблица 5. Показатели влажности и зольности образцов БЧЛ

Образец	Влажность	Зольность
	%	
Исходный биогумус	16.2 ± 0.6	3.95 ± 0.85
Биогумус после экстракции	17.0 ± 0.204	2.88 ± 0.63

9. Гончарова Е.Н., Василенко М.И., Кузнецова О.И. Выращивание горчицы белой с использованием фитостимулятора из зоокомпоста // Инновации в АПК: пробл. и перспект. 2020. № 4 (28). С. 137–144.
10. Гончарова Е.Н., Василенко М.И., Кузнецова О.И., Курзнев И.Р., Кучерова Ю.О. Фитостимулятор из отходов культивирования мухи Черная львинка // Chem. Bul. 2021. Т. 4. № 3. С. 95–105.
11. Попов А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / Под ред. Е.И. Ермакова. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. 248 с.

Effectiveness of the Use of Vermicompost Larvae of the Black Lion Fly (*Hermetia illucens*) when Germinating Seeds of Leguminous Crops

K. A. Bashtovenko^a, S. I. Loskutov^a, and D. S. Ryabukhin^{a,#}

^aAll-Russia Research Institute for Food Additives –
Branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS
St. Petersburg, Liteyny prosp. 55, 191014, Russia

[#]E-mail: rdms@bk.ru

The most promising and popular insect in the field of organic waste processing is the black lion fly (*Hermetia illucens*), whose larvae are unpretentious in food and growing conditions. As a feed, most types of organic waste are suitable for them, which, after being digested by the larva, are enriched with various nutrients and microorganisms useful for the growth and development of plants. Larval excrement is a valuable and environmentally friendly organic fertilizer (biohumus) for growing plants. In order to test the effectiveness of the effect of biohumus of black lion larvae on the process of seed germination in laboratory conditions, liquid extracts of biohumus were obtained by extraction with distilled water and compounds of potassium hydroxide (KOH) and sodium pyrophosphate (Na₄P₂O₇). The most effective extraction method turned out to be the method of treatment with alkali and sodium pyrophosphate, in which the most concentrated extract with a concentration of 2.44% was obtained. All types of extracts of vermicompost have been biotested for germination of seeds of seed peas (*Pisum sativum* L.) and white lupin (*Lupinus albus* L.). Compared with the indicators of the control variants with distilled water, all extracts of vermicompost had a stimulating effect on seed germination, accelerating their growth and development. The highest rates were observed in solutions of alkaline pyrophosphate extract with a pH value of 6.7–6.8 at concentrations of 0.01 and 0.05%.

Keywords: organic fertilizers, black lion fly (*Hermetia illucens*), larvae, vermicompost, legumes, peas, lupin.