

УДК 633.1:631.8:633.16

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-4-23-31

Сравнительные исследования влияния применения эффлюента на всхожесть ячменя

Филипп Александрович Васильев¹, Виктор Константинович Евтеев², Виктор Викторович Пальвинский³

^{1,2,3} Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского, Иркутская область, пос. Молодёжный, Россия

¹ fvasiljiev@yandex.ru, ³ kvenbox@mail.ru

Аннотация. С целью определения влияния эффлюента и других удобрений на всхожесть ячменя выполнен опыт по проращиванию. В опыте были изучены и сопоставлены результаты обработки (проведение полива) семян ячменя препаратом Эпин-экстра, нативным навозом крупного рогатого скота и эффлюентом, с различной степенью разбавления водой. Опыт проводился в соответствии с требованиями государственных стандартов. В исследовании изучены восемь вариантов по три повторности: 1) замачивание семян в растворе Эпин-экстра на одни сутки; 2) замачивание семян в растворе Эпин-экстра на три часа; 3) полив водой; 4) полив нативным навозом; 5) полив чистым эффлюентом; 6) полив 75-процентным раствором эффлюента с водой; 7) полив 50-процентным раствором эффлюента с водой; 8) полив 25-процентным раствором эффлюента с водой. При этом установлены энергия прорастания, всхожесть и высота coleoptилей. Энергия прорастания в контроле составила 70,67 %, максимальное значение получено в варианте опыта с применением 75-процентного раствора эффлюента – 84,67 %, минимальное значение зафиксировано в варианте с обработкой и замачиванием в растворе Эпин-экстра (с продолжительностью замачивания в одни сутки) – 13,33 %. Всхожесть в контроле, при поливе водой составила 86 %, а максимальное значение составило 88,64 % в варианте с 25-процентным раствором эффлюента. Максимальная высота ростков наблюдалась в пятом варианте при поливе чистым эффлюентом. Она составила 97,02±4,32 мм. Для адекватной оценки влияния стимулятора роста Эпин-экстра необходимо дальнейшее изучение и проработка вопроса. В нашем исследовании влияние препарата на всхожесть – отрицательное. Влияние нативного навоза сопоставимо с действием чистого эффлюента.

Ключевые слова: эффлюент, навоз, биогаз, удобрение, всхожесть, энергия прорастания, фитогормоны

Для цитирования: Васильев Ф. А., Евтеев В. К., Пальвинский В. В. Сравнительные исследования влияния применения эффлюента на всхожесть ячменя // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 4 (60). С. 23–31. doi: 10.24412/1999-6837-2021-4-23-31.

Comparative studies of effluent impact on barley germination

Filipp A. Vasilev¹, Viktor K. Evteev², Viktor V. Palvinskiy³

^{1,2,3} Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky, Irkutsk region, Molodezhny, Russia

¹ fvasiljiev@yandex.ru, ³ kvenbox@mail.ru

Abstract. The germination experiments were conducted in order to determine the effect of effluent and other fertilizers on barley germination. The experiment results of treatment (watering) of barley seeds with Epin-extra, native cattle manure and effluent, with various degrees of dilution with water, were studied and compared. The experiments were conducted in accordance with the requirements of state standards. The study examined eight variants in three repetitions: 1) seed

soaking in Epin-extra solution – one day; 2) seed soaking in Epin-extra solution – three hours; 3) watering with water; 4) watering with native manure; 5) watering with pure effluent; 6) watering with 75 % effluent solution with water; 7) watering with 50 % effluent solution with water; 8) watering with 25 % effluent solution with water. The germination energy, germination rate and coleoptile height were determined. The germination energy in the control was 70,67 %, the maximum value of 84,67 % was obtained in the experiment using 75 % effluent solution, the minimum value of 13,33 % was obtained in the experiment with treatment and soaking in Epin-extra solution (the duration of soaking in one day). The germination rate in the control, when watered with water was 86 %, and the maximum value was 88.64 % in the experiment with 25% effluent solution. The maximum sprout height of $97,02 \pm 4,32$ mm was observed in the fifth variant when watering with pure effluent. For an adequate assessment of the effect of the growth stimulator Epin-extra, further study is necessary. In our experience, the effect of the drug on germination is negative. The effect of native manure is comparable to that of pure effluent.

Keywords: effluent, manure, biogas, fertilizer, germination, germination energy, phytohormones

For citation: Vasilev F. A., Evteev V. K., Palvinskiy V. V. Comparative studies of effluent impact on barley germination. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 4 (60): 23–31. (In Russ.). doi: 10.24412/1999-6837-2021-4-23-31.

Введение. Получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур является сложной научно-практической задачей, которую не решить без применения удобрений. Одним из повсеместно доступных органических удобрений является навоз и помет сельскохозяйственных животных и птицы. Наиболее приемлемым способом утилизации данных органических отходов, с обеспечением экологической безопасности производства, является технология анаэробной переработки. В результате анаэробного сбраживания отходов получают газообразное топливо (биогаз) и высокоминерализованное органическое удобрение – эффлюент.

Изучению действия эффлюента как удобрения, а также его свойств посвящены работы [3, 8, 9, 10]. Однако, в данных исследованиях не рассматривается влияние эффлюента на посевные качества семян.

В ходе проведения лабораторных исследований на семенах пшеницы [7], ячменя [1, 2], овощного однолетнего перца [11] полученные результаты указывают на биологически активное действие эффлюента. Но при этом не проводились сравнения с нативным (свежим) навозом и другими препаратами. Поэтому, в данной работе нами представлены сравнительные исследования действия эффлюента на всхожесть ячменя.

Цель работы состоит в оценке влияния эффлюента, нативного навоза и препарата Эпин-экстра на всхожесть ячменя.

Методика исследования. Для опыта были отобраны семена ячменя сорта «Биом». Отбор семенного материала выполнен на воздушно-сортировальной установке К-273 РЕТКУС. Семена прошли трехкратную сортировку при скорости воздушного потока 11,1 м/с.

Условия по проращиванию полностью отвечали требованиям, установленным:

1) ГОСТ 12038–84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести»;

2) ГОСТ Р 52325–2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортвые и посевные качества. Общие технические условия».

Проращивание семян производили при температуре 20 °С (с допустимым отклонением плюс (минус) 2 °С) в чашках Петри с ложем. Семена в количестве 50 штук равномерно распределяли на ложе, состоящем из двух слоёв фильтровальной бумаги. Ежедневно осуществлялся контроль увлажнённости ложа. При необходимости производилось смачивание (из расчёта 3 мл, дозировка осуществлялась медицинским шприцем), не допуская переувлажнения.

Таблица 1 – Схемы опыта и их характеристика

Номер варианта опыта	Характеристика варианта опыта	Характеристика применяемых дозировок препаратов и удобрений
I	предварительное замачивание: раствор препарата Эпин-экстра с экспозицией одни сутки; основной полив: вода	раствор для замачивания: 0,1 мг (четыре капли) на 100 мл воды
II	предварительное замачивание: раствор препарата Эпин-экстра с экспозицией три часа; основной полив: вода	раствор для замачивания: 0,05 мг (две капли) на 100 мл воды
III	контроль, полив водой	чистая вода
IV	полив водным раствором нативного навоза крупного рогатого скота	водный раствор свежего нативного навоза крупного рогатого скота влажностью 99 %
V	полив эффлюентом	эффлюент, полученный при мезофильном режиме сбраживания при влажности 99 %
VI	полив 75-процентным водным раствором эффлюента	водный раствор эффлюента
VII	полив 50-процентным водным раствором эффлюента	водный раствор эффлюента
VIII	полив 25-процентным водным раствором эффлюента	водный раствор эффлюента

Подсчет проросших семян при определении энергии прорастания производили на третьи сутки, а всхожесть – на седьмые сутки. При этом день закладки семян на проращивание и день подсчета считали за одни сутки. К всхожим семенам относили нормально проросшие семена.

Для определения длины ростков использовали линейку с ценой деления в полмиллиметра, при этом колеоптиль отрывали от семени и производили замер длины.

Для достижения цели исследования было выбрано восемь вариантов опыта (табл. 1). Каждый вариант выполнялся с трёхкратной повторностью.

Для реализации I и II варианта опыта заблаговременно до закладки на проращивание, в соответствии с вариантом, выполнялось замачивание семян в растворе препарата Эпин-экстра.

Результаты исследования и их анализ.

Опыты по непосредственному проращиванию начались 12 октября 2020 г. в 15 часов. Первые проростки появились в I варианте через сутки после начала ос-

новного опыта, что объясняется большим временем нахождения семян в контакте с водой за счет предварительного замачивания.

Но при подсчете проростков на третьи сутки ситуация изменилась (табл. 2). В первых двух вариантах опыта семена проросли несколько раньше, но в дальнейшем их рост и развитие замедлились. Так, на четвертые и пятые сутки полив в I и II вариантах не производился, в связи с высокой увлажнённостью фильтровальной бумаги. Возможно, требовалось продолжить применение препарата, но по условию вариантов опытов этого не предусматривалось.

Анализ выявил, что действие нативного навоза крупного рогатого скота (среднее значение энергии прорастания – 43,3 %) и эффлюента (50,67 %) не имеют существенного различия. Возможно, это связано с тем, что нативный навоз и эффлюент схожи по своим основным агрономическим свойствам, в соответствии с публикацией [9].

В контроле (полив водой) получены более высокие показатели по энергии про-

Таблица 2 – Количество проростков и энергия прорастания по вариантам опыта

№	Вариант опыта															
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	
N, шт.	Э прор., %	N, шт.	Э прор., %	N, шт.	Э прор., %	N, шт.	Э прор., %	N, шт.	Э прор., %	N, шт.	Э прор., %	N, шт.	Э прор., %	N, шт.	Э прор., %	
1	12	24	20	40	36	72	23	46	20	40	46	92	43	86	38	76
2	4	8	8	16	34	68	16	32	29	58	37	74	42	84	43	86
3	4	8	11	22	36	72	26	52	27	54	44	88	37	74	44	88
Примечания – 1 Содержание вариантов опыта (с I по VIII) определяется по данным таблицы 1. 2 В таблице обозначены: № – номер повторности (чалки); N – количество проростков (штук); E прор. – энергия прорастания (процентом). 3 Полуужирным начертанием шрифта выделены средние значения в варианте опыта																

Таблица 3 – Количество проросших семян и определение всхожести по вариантам опыта

№	Вариант опыта															
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	
N, шт.	Всхож., %	N, шт.	Всхож., %	N, шт.	Всхож., %	N, шт.	Всхож., %	N, шт.	Всхож., %	N, шт.	Всхож., %	N, шт.	Всхож., %	N, шт.	Всхож., %	
1	13	26	22	44	46	92	40	80	36	72	46	92	44	88	45	90
2	5	10	11	22	41	82	29	58	41	82	40	80	42	84	44	88
3	4	8	16	32	42	84	29	58	36	72	45	90	42	84	44	88
Примечания – 1 Содержание вариантов опыта (с I по VIII) определяется по данным таблицы 1. 2 В таблице обозначены: № – номер повторности (чалки); N – количество проростков (штук); Всхож. – всхожесть (процентом). 3 Полуужирным начертанием шрифта выделены средние значения в варианте опыта																

растания – 70,67 %. Это связано с тем, что в эффлюенте и растворе нативного навоза вода находится в связанном состоянии. Поэтому процессы массопередачи (диффузии) влаги внутрь семян замедлены. Так, в VI–VIII вариантах опыта, при разбавлении водой эффлюента, наблюдаем повышение энергии прорастания. Необходимо отметить, что подобные результаты получены в ранее проведенных исследованиях [1, 2].

В таблице 3 представлены результаты опыта по проращиванию на седьмые сутки с расчетом всхожести.

Всхожесть семян в контроле составила 86 %, что свидетельствует о низком качестве посевного материала. Но именно такой материал и нуждается в предпосевной обработке и повышении его качества. Авторы работы [4] сообщают, что приме-

нение различных стимуляций необходимо именно для семян низкого и среднего качества. Кондиционные семена несущественно отзывчивы к предпосевной обработке.

Одним из критериев элементарной проверки ошибочности опыта является сравнение значения всхожести и энергии прорастания. В представленных вариантах всхожесть выше, чем энергия прорастания (рис. 1). Всхожесть при внесении нативного навоза составила 65,33 %, а при варианте с поливом эффлюентом наблюдается её повышение на 10 % (для сравнения – разница в энергии прорастания составляла 7,34 %). Это указывает на более интенсивное действие эффлюента во времени.

Максимальное значение всхожести (88,67 %) получено при поливе 25 % раствором эффлюента. Повышение всхоже-

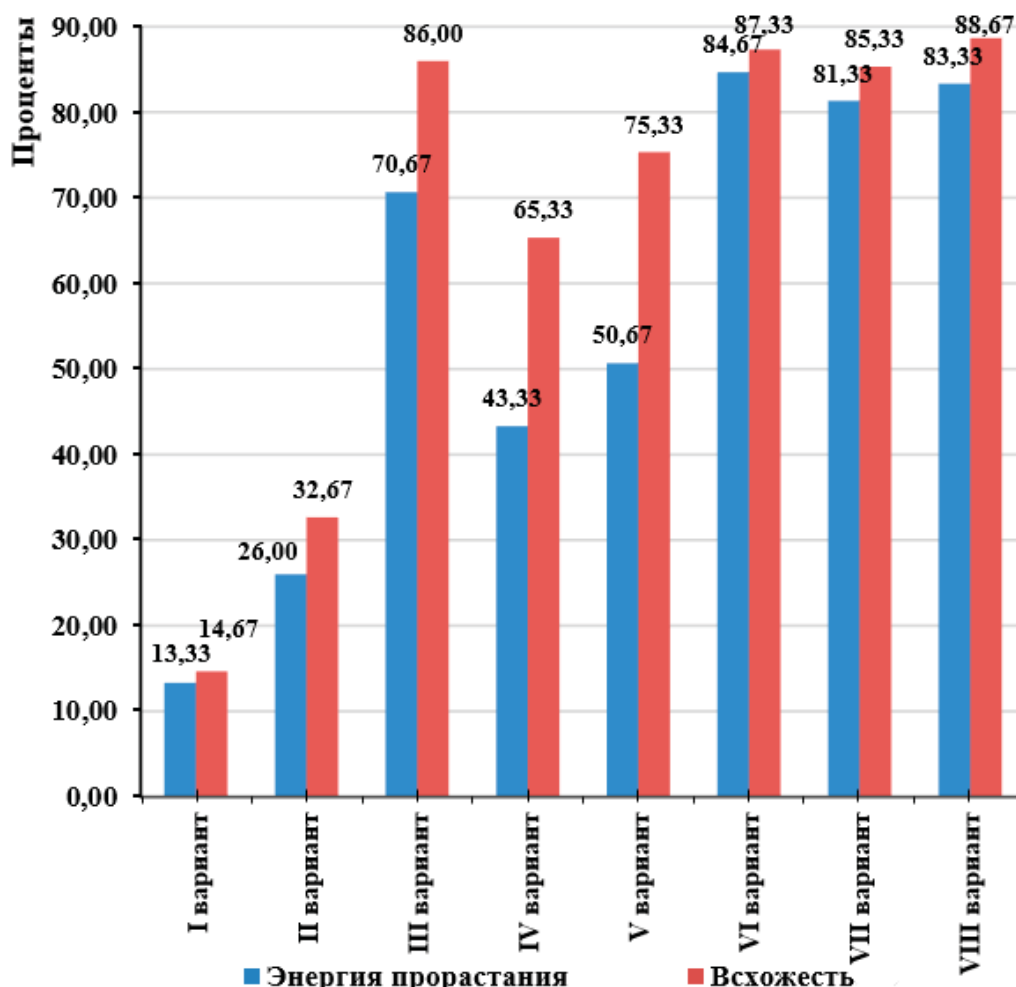


Рисунок 1 – Энергия прорастания и всхожесть по вариантам опыта

сти в вариантах с раствором эффлоента (VI–VIII варианты), в сравнении с применением неразбавленного эффлоента (V вариант) указывает на наличие биологически активных веществ в эффлоенте, которые проявляются при использовании минимальных доз.

Результаты по замеру высоты ростков и их статистическая обработка представлены в таблице 4.

Средняя высота ростков по вариантам опыта с принятым интервалом доверительной вероятности на уровне 95 % представлены на рисунке 2.

Во всех вариантах средняя высота ростков варьирует в пределах 80–100 мм. Наибольшую среднюю высоту ростков удалось получить в V варианте (при поливе эффлоентом). Это достигается, на наш взгляд, за счет большей концентрации питательных веществ.

Построение распределений (в данной статье не приведено) выявило, что данный показатель имеет асимметричный характер. При этом наиболее равномерная высота всходов наблюдается в вариантах V–VIII с применением эффлоента. При этом высота ростков в основном варьирует в пределах 90–110 мм.

Таблица 4 – Результаты замера высоты ростков и их статистическая обработка

Вариант опыта	Кол-во ростков, шт.	Средняя высота ростков, мм	При доверительном интервале $\pm 95\%$	Медиана	Дисперсия	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка
I	22	80,95	$\pm 14,57$	88,5	1 079,4	32,85	7,00
II	49	91,65	$\pm 7,58$	97,0	696,1	26,38	3,77
III	129	86,12	$\pm 3,93$	90,0	509,4	22,57	1,99
IV	98	93,20	$\pm 4,52$	96,0	508,3	22,55	2,28
V	113	97,02	$\pm 4,32$	99,0	538,6	23,21	2,18
VI	131	92,45	$\pm 4,42$	96,0	654,4	25,58	2,24
VII	128	94,88	$\pm 4,09$	101,0	547,9	23,41	2,07
VIII	133	91,83	$\pm 4,39$	96,0	652,8	25,55	2,20

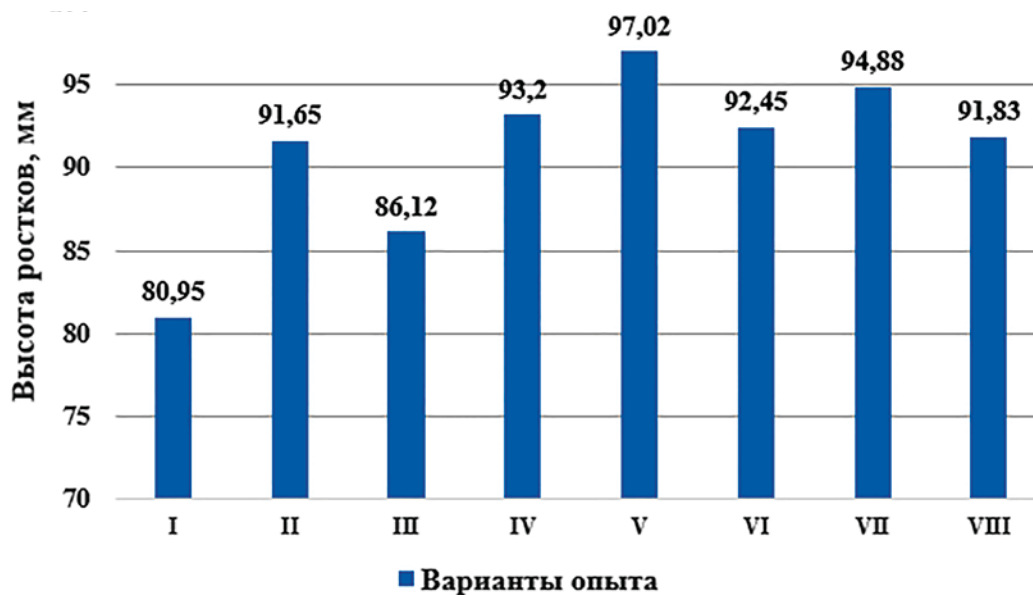


Рисунок 2 – Средняя высота ростков в опыте по вариантам

Выводы и обсуждение. Результаты опытов выявили, что выбранные семена ячменя являются некондиционными. Применение только некоторых доз и видов удобрений позволяет повысить энергию прорастания и всхожесть относительно контроля. Известно, что некоторые виды почвенных и ризосферных бактерий могут продуцировать вещества фитогормональной природы [5]. Предполагается наличие данных веществ в эффлюенте [8]. При этом С. И. Тарасовым [9, 10] установлено, что в эффлюентах на основе навоза крупного рогатого скота, свиного навоза или помета существенно увеличивается содержание аминокислот (в среднем на 12–35 %), что также повышает стимулирующие функции прорастания семян [4].

Повышение всхожести при использовании пониженных доз применения эффлюента указывает на наличие в них биологически активных веществ. Именно

наличие данных веществ проявляется при понижении концентраций [4, 5]. Остается нерешенным вопрос детектирования и конкретного определения фитогормонов в эффлюенте, их составе и концентрации, что достаточно затруднительно и трудоёмко [6].

Таким образом, возможно рекомендовать следующую последовательность обработки семян. Первичная обработка (до трёх суток) пониженными концентрациями эффлюента (25–33 %). Затем полив неразбавленным эффлюентом. В результате получим активацию за счет биологически активного вещества и оптимизируем питание проростков для лучшего роста и развития растений.

Необходимо проведение экспериментальных исследований для уточнения действия стимулятора Эпин-экстра. В данном опыте его действие на прорастание отрицательное.

Список источников

1. Антипин А. И., Бердников А. С., Васильев Ф. А. Влияние анаэробно-сброженных удобрений на энергию прорастания пленчатых семян // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона: сб. науч. тр. Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет. 2019. С. 19–20.
2. Васильев Ф. А., Евтеев В. К., Бояркин Е. В. Влияние эффлюента на посевные качества ячменя // Актуальные вопросы аграрной науки. 2020. № 37. С. 5–13.
3. Васильев Ф. А., Евтеев В. К., Житов В. В. Агрономическая эффективность анаэробно-сброженных органических удобрений // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 49. С. 92–99.
4. К вопросу о стимуляции прорастания семян с неглубоким покоем / Г. Н. Федотов [и др.] // Лесной вестник. 2016. № 1. С. 147–157.
5. Кудоярова Г. Р., Курдиш И. К., Мелентьев А. И. Образование фитогормонов почвенными и ризосферными бактериями как фактор стимуляции роста растений // Известия Уфимского научного центра РАН. 2011. № 3–4. С. 5–15.
6. Методы определения фитогормонов: твердофазный иммуноферментный анализ абсцизовой кислоты, ауксинов и цитокининов / сост. Р. А. Борзенкова. Екатеринбург : Уральский государственный университет, 2006. 43 с.
7. Мирзаев Б. М., Бозарова М. Б., Васильев Ф. А. Влияние эффлюента на посевные качества семян пшеницы // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона: сб. науч. тр. Молодежный : Иркутский государственный аграрный университет, 2020. С. 90–92.
8. Найман С. М., Тунакова Ю. А. Возможность применения биогазовых технологий для переработки органических отходов в Татарстане. Производство биогаза и энергии // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 19. С. 227–234.
9. Тарасов С. И. Метангенерация бесподстилочного навоза, помета. Эффлюент: свойства, эффективность применения // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2018. № 4 (32). С. 139–149.

10. Тарасов С. И., Ковалев Д. А., Караева Ю. В. Применение эффлюента биогазовой установки в качестве удобрения для органического земледелия // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3 (43). С. 91–97.

11. Фальчевская Ю. А., Бояркин Е. В., Евтеев В. К. Влияние эффлюента на посевные качества овощных культур // Актуальные вопросы аграрной науки. 2019. № 31. С. 31–38.

References

1. Antipin A. I., Berdnikov A. S., Vasilev F. A. Vliyanie anaerobno-sbrozhennykh udobreniy na energiyu prorastaniya plenchatykh semyan [Influence of anaerobic-fermented fertilizers on the energy of seed germination]. Proceeding from *Znachenie nauchnykh studencheskikh kruzhkov v innovatsionnom razvitii agropromyshlennogo kompleksa regiona – The importance of scientific student circles in the innovative development of the agro-industrial complex of the region.* (PP. 19–20), Irkutsk, Irkutskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2019 (in Russ.).

2. Vasilev F. A., Evteev V. K., Boyarkin Ye. V. Vliyanie efflyuyenta na posevnyye kachestva yachmenya [Influence of effluent on sowing qualities of barley]. *Aktual'nyye voprosy agrarnoy nauki. – Current issues of agricultural science*, 2020; 37: 5–13 (in Russ.).

3. Vasilev F. A., Evteev V. K., Zhitov V. V. Agronomicheskaya effektivnost' anaerobno sbrozhennykh organicheskikh udobrenij [Agronomic efficiency of anaerobically fermented organic fertilizers]. *Vestnik Irkutskoj gosudarstvennoj sel'skogozyajstvennoj akademii. – Bulletin of the Irkutsk State Agricultural Academy*, 2012; 49: 92–99 (in Russ.).

4. Fedotov G. N., Fedotova M. F., Shalayev V. S., Batyrev Yu. P. K voprosu o stimulyatsii prorastaniya semyan s neglubokim pokoyem [On the question of stimulation of seed germination with shallow dormancy]. *Lesnoy vestnik. – Forrest Bulletin*, 2016; 1: 147–157 (in Russ.).

5. Kudoyarova G. R., Kurdish I. K., Melent'yev A. I. Obrazovaniye fitogormonov pochvennymi i rizosfernymi bakteriyami kak faktor stimulyatsii rosta rasteniy [Formation of phytohormones by soil and rhizosphere bacteria as a factor of plant growth stimulation]. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk. – Proceedings of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2011; 3–4: 5–15 (in Russ.).

6. *Metody opredeleniya fitogormonov: tverdofaznyy immunofermentnyy analiz abstsizovoy kisloty, auksinov i tsitokininov [Methods for determining phytohormones: enzyme-linked immunosorbent assay of abscisic acid, auxins and cytokinins]*, Ekaterinburg, Ural'skij gosudarstvennyj universitet, 2006, 43 p. (in Russ.).

7. Mirzayev B. M., Bozarova M. B., Vasilev F. A. Vliyanie efflyuyenta na posevnyye kachestva semyan pshenitsy [Effect of effluent on the sowing quality of wheat seeds], Proceeding from *Znachenie nauchnykh studencheskikh kruzhkov v innovatsionnom razvitii agropromyshlennogo kompleksa regiona – The importance of scientific student circles in the innovative development of the agro-industrial complex of the region.* (PP. 90–92), Molodezhnyy, Irkutskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020 (in Russ.).

8. Nayman S. M., Tunakova Yu. A. Vozmozhnost' primeneniya biogazovykh tekhnologiy dlya pererabotki organicheskikh otkhodov v Tatarstane. Proizvodstvo biogaza i energii [Possibility of using biogas technologies for processing organic waste in Tatarstan. Biogas and energy production]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – Bulletin of Kazan Technological University*, 2013; 19: 227–234 (in Russ.).

9. Tarasov S. I. Metangeneratsiya bespodstilochnogo navoza, pometa. Efflyuyent: svoystva, effektivnost' primeneniya [Methangeneration of litterless manure, poultry litter. Effluent: properties, application efficiency]. *Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva. – Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry Mechanization*, 2018; 4 (32): 139–149 (in Russ.).

10. Tarasov S. I., Kovalev D. A., Karayeva Yu. V. Primneneniye efflyuyenta biogazovoy ustanovki v kachestve udobreniya dlya organicheskogo zemledeliya [Application of biogas plant effluent as fertilizer for organic farming]. *Vestnik Ulyanovskoj gosudarstvennoj sel'skogozyajstvennoj akademii. – Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2018; 3 (43): 91–97 (in Russ.).

11. Fal'chevskaya Yu. A., Boyarkin Ye. V., Evteev V. K. Vliyaniye efflyuyenta na posevnyye kachestva ovoshchnykh kul'tur [Influence of the effluent on the sowing qualities of vegetable crops]. *Aktual'nyye voprosy agrarnoy nauki. – Current issues of agricultural science*, 2019; 31: 31–38 (in Russ.).

© Васильев Ф. А., Евтеев В. К., Пальвинский В. В., 2021

Статья поступила в редакцию 21.09.2021; одобрена после рецензирования 05.10.2021; принята к публикации 11.11.2021.

The article was submitted 21.09.2021; approved after reviewing 05.10.2021; accepted for publication 11.11.2021.

Информация об авторах

Васильев Филипп Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технического обеспечения агропромышленного комплекса, Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежовского, fvasiljiev@yandex.ru;

Евтеев Виктор Константинович, кандидат технических наук, доцент, профессор-консультант кафедры технического обеспечения агропромышленного комплекса, Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежовского;

Пальвинский Виктор Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения агропромышленного комплекса, Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежовского, kvenbox@mail.ru

Information about authors

Filipp A. Vasilev, Cand. Techn. Sci., Associate professor of the department of technical support of the agro-industrial complex, Irkutsk State Agricultural University named after A. A. Ezhevsky, fvasiljiev@yandex.ru;

Victor K. Evteev, Cand. Techn. Sci., Professor-consultant of the department of technical support of the agro-industrial complex, Irkutsk State Agricultural University named after A. A. Ezhevsky;

Victor V. Palvinskiy, Cand. Techn. Sci., Associate professor of the department of technical support of the agro-industrial complex; Irkutsk State Agricultural University named after A. A. Ezhevsky, kvenbox@mail.ru