

ТОПЛИВНЫЕ БИОСТИМУЛЯТОРЫ РОСТА СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР

М.И. Бабурина¹, Н.Л. Вострикова¹, Н.Ю. Зарубин¹, Н.А. Горбунова¹,
А.Н. Иванкин², А.Н. Зенкин²

¹ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН», 109316, г. Москва, ул. Талалихина, д. 26

²МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

baburina2005@yandex.ru

Рассмотрено использование побочного сырья животного и растительного происхождения — хвойные отходы лесопереработки, птичий помет с сапропелью, жилованную массу крупного рогатого скота, с сухожилиями в виде ферментативного гидролизата и кожуры банана для получения биоорганического удобрения. Проведена сравнительная характеристика качественных показателей органических стимуляторов. Предложена технология получения нехимического, биокомпозиционного стимулятора роста сельскохозяйственных культур с гидролизатами, полученными в результате ферментативной обработки побочного сырья мясной, плодовоовощной и лесоперерабатывающей отраслей промышленности. На основании изучения химического состав компонентов этого сырья показано, что в нем есть все вещества, необходимые для стимуляции роста растений. По данным определения аминокислотного состава в полученном биостимуляторе установлено высокое содержание связанного органического азота, обусловленное наличием активных свободных аминокислот. Химический состав биокомпозиционного стимулятора роста охарактеризован как полноценный — со всеми необходимыми компонентами, активно влияющими на стимуляцию роста растений, по сравнению с птичьим пометом и сапропелью, в частности наличие высокого содержания хорошо усвояемого общего азота, калия и фосфора. На примере семян горчицы доказана эффективность использования разработанного биокомпозиционного органического удобрения. Установлен значительный эффект влияния биостимулятора на скорость образования проросших семян в зависимости от времени выдержки в питательной среде. Приведены данные, свидетельствующие о значительном повышении скорости прорастивания семян вследствие применения разработанного стимулятора по сравнению с известными удобрениями. Выявлен консервирующий эффект действия биостимулятора на рост микрофлоры.

Ключевые слова: органические удобрения, стимуляторы роста, сельскохозяйственные растения, побочное сырье, гидролизат, жилованная масса, кожура банана, хвоя ели, ферментативная обработка

Ссылка для цитирования: Бабурина М.И., Вострикова Н.Л., Зарубин Н.Ю., Горбунова Н.А., Иванкин А.Н., Зенкин А.Н. Топливные биостимуляторы роста сельхозкультур // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 1. С. 90–97. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-90-97

Стратегия научно-технологического развития страны, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (далее — Стратегия), в качестве приоритетных на ближайшие 10–15 лет определяет такие научно-технологические направления, которые позволят получить высокие научные и технологические результаты для создания технологий, которые послужат основой для инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг и обеспечат устойчивое положение России на внешних рынках. В Стратегии рассмотрена реализация мер по таким направлениям, как переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных продуктов питания. В нашей стране и за рубежом имеются научные разработки, позволяющие эффективно решить поставленные задачи [1–10].

Создание устойчивой кормовой базы для животноводства напрямую связано с решением важнейшей проблемы повышения плодородия почв сельскохозяйственных угодий [11–14].

В настоящее время первостепенное значение придается вопросам защиты окружающей среды. К тому же возросла готовность людей ради сохранения природы изменить потребительские привычки и отказаться от определенных удобств. Это коснулось и сельского хозяйства [3, 5, 13]. Одним из возможных решений по выходу из сложившейся экологической ситуации наряду с ограничительными мерами стал переход хозяйств на экологические виды фермерства. Такой переход получил название экологизации земледелия. Речь идет о максимально натуральном производстве, т. е. о лишенных «вредной химии» растениеводстве и животноводстве — минеральные удобрения заменяются органическими, в первую очередь биогумусом [15, 16]. Таким образом можно максимально комплексно решить острые проблемы охраны окружающей среды, создать безотходное производство и воспроизвести плодородие почв, перебазируть хозяйства

на биоземледелие без применения химических удобрений и химических средств защиты культур от сорняков, вредителей и болезней [7].

Одним из основных факторов успешного развития сельского хозяйства признано создание экологически чистых стимуляторов роста для сельскохозяйственных растений, содержащих питательные вещества с высокой усвояемостью, стимулирующих нормальный рост и интенсивное развитие растений [3, 5, 12–16]. Поскольку на перерабатывающих предприятиях различных отраслей АПК Российской Федерации создаются огромные ресурсы ежегодно скапливающихся органических отходов, существует техническая возможность их ресурсоэффективной переработки в биологически активные вещества, которые возможно использовать как основу для стимуляторов роста, предназначенных для сельскохозяйственных растений [1, 12, 14–20]. Применение современных биохимико-технологических способов переработки органических отходов на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности — с использованием ферментных и микробных препаратов — позволяет рациональнее их перерабатывать в целях улучшения показателей экономической безопасности самих предприятий и городов в целом [18, 20, 21]. Работы в этом направлении активно проводятся в странах Евросоюза, где вопросы экологической безопасности пищевых предприятий вышли на передний план [4, 18–21].

Среди органических отходов можно выделить побочное (вторичное) сырье мясной, плодоовощной и лесной отраслей, которое можно перерабатывать, в частности, в целях получения эффективных органических стимуляторов роста для повышения плодородия почвы и интенсификации роста растений в целом [5, 9, 22, 23].

Цель работы

Цель настоящей работы — разработка биоконпозиционного стимулятора роста для выращивания сельхозкультур на основе побочного сырья мясной, плодоовощной и лесной отраслей.

Материалы и методы

В качестве основных объектов исследования использовали следующие:

- органические отходы после первичной переработки крупного рогатого скота (КРС), представленные в виде жилованной массы с сухожилиями;
- гидролизат, полученный из жилованной массы КРС с сухожилиями методом ферментативной обработки [3];
- органические отходы, образующиеся от переработки бананов, а именно их кожура;
- органические отходы лесной отрасли, представленные в виде хвои ели;

– птичий помет и сапропель для сравнительной характеристики качественных показателей органических удобрений.

Прежде всего, был получен гидролизат из непищевой жилованной массы КРС. Для этого жилованную массу (ЖМ) после первичной обработки КРС вымачивали в 5%-м растворе лимонной кислоты в течение 40 мин при соотношении сырья 1:1 и измельчали на волчке с диаметром отверстий 5 мм. После этого проводили ферментативную обработку с использованием ферментного препарата Протепсин с общей протеолитической активностью 150 ед/г. Для ферментативной обработки сырья выбраны параметры:

Концентрация ферментного препарата «Протепсин» к массе сырья, % 0,1
 Продолжительность обработки, ч 3
 Температура обработки, °С 35
 Гидромодуль «сырье : вода» 1:1

Полученную смесь гидролизата в воде пропустили через ультрафильтрационную установку 5 кДа для концентрирования системы в 2 раза и более полного отделения влаги от фракции гидролизата.

Кожуру бананов (КБ) и хвою ели (ХЕ) обыкновенной также подвергали предварительной обработке — промывали водой и измельчали: кожуру бананов — на куттере в течение 15 мин, а хвою ели — на дробилке-измельчителе до тонкоизмельченного состояния с частицами средним диаметром менее 1 мм. Далее полученную массу кожуры бананов и хвои ели смешивали в соотношении КБ:ХЕ — 50:50. Смесь подвергали ферментативной обработке с использованием ферментного препарата при следующих параметрах:

Продолжительность обработки, ч 4
 Концентрация ферментного препарата от массы сырья, % 1
 Гидромодуль «вода : сырье» 1:1

После ферментативной обработки смесь подвергали ультрафильтрации для увеличения концентрирования в 2–3 раза. Полученную смесь далее использовали в составе биоконпозиционного стимулятора роста (БСР).

Компоненты, т. е. гидролизат из жилованной массы КРС и растительную смесь (РС) на основе КБ и ХЕ смешивали в соотношении ЖМ : РС — 60:40 на гомогенизаторе при скорости 4000 мин⁻¹ в течение 25 мин. Полученный БСР высушивали с использованием вакуумной конвективной сушки до содержания массовой доли влаги не более 14 %.

Для исследования физико-химических характеристик стимулятора БСР и образцов сравнения применяли стандартные методы с соответствующей математической обработкой результатов [8, 9].

Результаты и обсуждение

На первом этапе исследования изучали химический состав сырья для получения стимулятора роста и сравнивали его характеристики со свойствами наиболее часто применяемых органических удобрений (табл. 1).

Проанализировав данные табл. 1, можно однозначно заключить, что выбранное сырье имеет все необходимые для стимуляции роста растений компоненты. Так, например в жилованной массе КРС содержится большая доля общего азота и калия по сравнению с птичьим пометом и сапропелью. Этот факт позволяет утверждать, что гидролизат на данной основе будет содержать много свободных аминокислот, что, соответственно, обусловит стимулирующий эффект роста растений. Кроме этого, большее содержание калия улучшит состояние биогумуса, что, в частности, будет способствовать повышению плодородия почвы в целом. В случае растительного сырья, наибольшее содержание калия наблюдается в КБ. По значениям массовой доли фосфора и калия, ХЕ была приближена к сапропели.

После предварительной подготовки сырья был составлен БСР на основе гидролизатов из жилованной массы КРС, КБ и ХЕ. Также проводились исследования по изучению химического состава полученной смеси, который характеризует его как органическое удобрение (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что БСР по значениям анализируемых показателей преобладает над их значениями у птичьего помета и сапропели, кроме массовой доли фосфора, наибольшее содержание которого у птичьего помета. Но, несмотря на это, БСР имеет все необходимые компоненты для активного стимулирования роста сельскохозяйственных растений, в частности большее содержание общего азота, что в свою очередь связано со значительным содержанием свободных аминокислот.

Далее проводились исследования по изучению аминокислотного состава и его сопоставление с аминокислотным составом птичьего помета и сапропели (табл. 3).

Аминокислоты необходимы для нормального метаболизма растений, поскольку являются элементами, из которых образуются белки расти-

Т а б л и ц а 1

Сравнительная характеристика химического состава сырья и наиболее часто используемых видов органических удобрений, % ($n = 3$)

Comparative characteristics of the chemical composition of raw materials and the most commonly used types of organic fertilizers, % ($n = 3$)

Показатель	Птичий помет	Сапропель	Жилованная масса КРС с сухожилиями	Кожура банана	Хвоя ели обыкновенной
Массовая доля влаги	63,24 ± 1,55	60,53 ± 1,48	65,62 ± 1,54	83,52 ± 2,04	62,12 ± 1,52
Массовая доля сухих веществ	36,76 ± 0,9	39,47 ± 0,97	34,38 ± 0,84	16,48 ± 0,4	37,88 ± 0,93
Содержание общего азота ($N_{\text{общ}}$)	2,10 ± 0,05	2,05 ± 0,05	3,68 ± 0,09	0,83 ± 0,02	0,71 ± 0,07
Содержание фосфора, (пересчет на P_2O_5)	1,24 ± 0,03	0,91 ± 0,02	0,41 ± 0,01	0,09 ± 0,002	1,12 ± 0,03
Содержание калия, (пересчет на K_2O)	0,64 ± 0,02	0,35 ± 0,01	0,78 ± 0,03	1,62 ± 0,06	0,27 ± 0,01

Т а б л и ц а 2

Сравнительная характеристика химического состава стимулятора БСР в сравнении с наиболее часто используемыми видами органических удобрений, % ($n = 5$)

Comparative characteristics of the chemical composition of the BDS stimulator in comparison with the most commonly used types of organic fertilizers, % ($n = 5$)

Показатель	БСР (сухой)	Птичий помет (термически высушенный)	Сапропель (термически высушенный)
Массовая доля влаги	13,34 ± 0,33	17,46 ± 1,55	16,73 ± 1,48
Массовая доля сухих веществ	86,66 ± 2,12	82,54 ± 2,01	39,47 ± 0,97
Содержание общего азота ($N_{\text{общ}}$)	8,84 ± 0,24	4,54 ± 0,13	3,42 ± 0,10
Содержание фосфора, по P_2O_5	3,26 ± 0,09	3,91 ± 0,11	2,37 ± 0,06
Содержание калия, по K_2O	2,15 ± 0,06	1,74 ± 0,04	1,26 ± 0,03

Т а б л и ц а 3

**Аминокислотный состав стимулятора БСР, птичьего помета и сапропели,
в расчете на сухое вещество, % ($n = 3$)**

Amino acid composition of the BSR stimulator, bird droppings and sapropel, calculated on the dry matter, % ($n = 3$)

Аминокислоты	БСР	Птичий помет	Сапропель
Глицин	7,41 ± 0,18	1,21 ± 0,03	0,77 ± 0,02
Аспаргиновая кислота	1,17 ± 0,03	1,04 ± 0,03	0,96 ± 0,03
Глутаминовая кислота	3,03 ± 0,07	1,29 ± 0,03	1,24 ± 0,03
Лизин	1,02 ± 0,03	0,72 ± 0,02	0,45 ± 0,01
Аланин	2,18 ± 0,05	0,75 ± 0,02	0,73 ± 0,02
Лейцин	1,01 ± 0,03	0,61 ± 0,02	0,56 ± 0,02
Валин	0,78 ± 0,02	0,62 ± 0,02	0,68 ± 0,03
Серин	1,74 ± 0,04	0,54 ± 0,01	0,47 ± 0,01
Треонин	1,22 ± 0,03	0,63 ± 0,02	0,59 ± 0,02
Изолейцин	0,60 ± 0,02	0,43 ± 0,01	0,67 ± 0,03
Фенилаланин	0,69 ± 0,02	0,39 ± 0,01	0,55 ± 0,02
Аргинин	1,25 ± 0,03	0,35 ± 0,01	0,53 ± 0,02
Пролин	8,86 ± 0,22	0,33 ± 0,01	0,33 ± 0,01
Тирозин	0,12 ± 0,003	0,19 ± 0,004	0,41 ± 0,01
Гистидин	0,31 ± 0,01	0,16 ± 0,004	0,29 ± 0,01
Цистин	0,14 ± 0,003	0,04 ± 0,001	0,24 ± 0,01
Метионин	0,41 ± 0,01	0,09 ± 0,002	0,27 ± 0,01
Триптофан	0,03 ± 0,001	Следы	Следы

тельных клеток [9]. Наряду с запасными белками, определяющими качество урожая, более важное значение имеют ферменты, вовлеченные в регулирование процессов, происходящих в клетке. Растения способны синтезировать необходимые для них аминокислоты. Однако в период интенсивного роста или в стрессовом состоянии, дополнительное поступление аминокислот извне способствует ускорению метаболических процессов в растениях [2, 3, 5].

Из табл. 3 видно, что БСР содержит все аминокислоты, необходимые для активного прорастания семян растений, в частности лизин, глутаминовую и аспаргиновую кислоту, фенилаланин, метионин, пролин и треонин, причем в более высокой массовой доле по сравнению с птичьим пометом и сапропелью. Указанные аминокислоты отвечают за активный рост семян растений. Их более высокое содержание в биоорганическом удобрении обусловит стимулирующий эффект повышенной интенсивности.

Биокомпозиционный стимулятор роста кроме того содержит глицин и пролин, их массовая доля в среднем в 6–8 раз больше, чем в птичьем помете или сапропели. Это — положительный фактор. Наряду с общим стимулирующим эффектом роста глицин и пролин способствуют развитию тканей, повышению антистрессового воздействия и сопротивляемости осмотическим стрессам, а также улучшению вкусовых качеств растений.

Исследовано влияние БСР на рост растений на примере горчицы (табл. 4, рисунок). Определены ин-

Т а б л и ц а 4

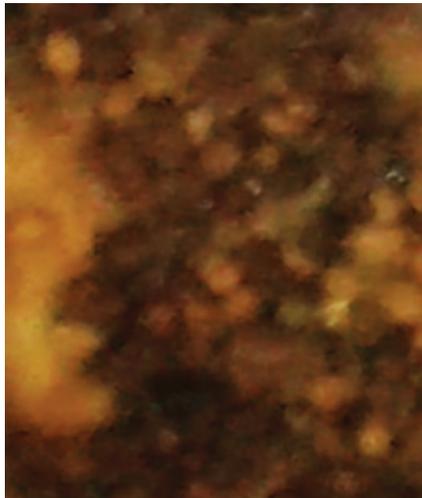
**Проращивание семян в присутствии
стимулятора роста, % суммы**

Germination of seeds in the presence of growth promoter,
% of the amount

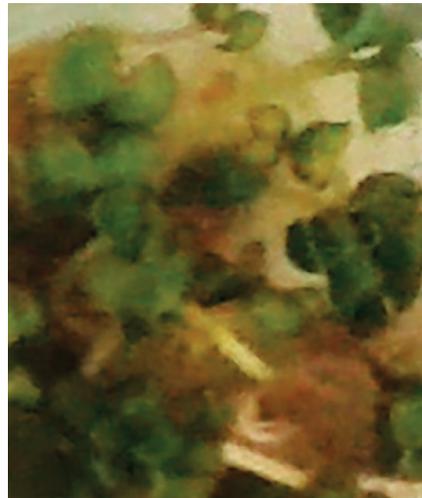
Время, сут	Контроль (вода)	Птичий помет	Сапропель	БСР
1-е	20	30	25	50
2-е	20	45	36	65
3-е	50	55	43	88

тегральные значения эффекта влияния стимулятора на скорость образования проросших семян горчицы, оцениваемого по доли проросших семян в зависимости от времени выдержки в питательной среде.

Из табл. 4 видно, что проращивание семян происходило более интенсивно в среде БСР, в которой при прочих равных условиях содержалось больше свободных аминокислот. Так, в среде БСР, содержащей в своей основе более 70 % достаточно сбалансированной смеси свободных аминокислот, выдержка семян приводила к прорастанию с большей скоростью по сравнению с птичьим пометом и сапропелью, в которых содержалось около 45 % свободных аминокислот, поэтому и образование ростков при использовании последних происходило в несколько раз медленнее. В этом же БСР содержится больше всего свободного лизина, необходимого для развития растений. На активное проращивание семян также влияют фосфор и калий, содержание которых в БСР также преобладает.



а



б

Эффект проращивания семян горчицы под воздействием стимулятора в течение 3 сут. при температуре воздуха 25 °С, влажности воздуха 90 %: а — водная среда; б — стимулятор

The effect of mustard seeds germination under the influence of a stimulant for 3 days at air temperature 25 °C, air humidity 90 %: а — water medium; б — stimulant

На рисунке представлена визуальная картина проращивания семян горчицы.

Из рисунка видно, что в данном опыте в среде БСР произошло интенсивное образование ростков, в то время как в водной среде проращивания практически не было, а в зоне эксперимента имело место развитие процессов загнивания. В случае использования БСР загнивание семян в целом не наблюдалось, что, возможно, связано с наличием фитонцидов из хвойных добавок в его составе. Аналогичный консервирующий эффект от добавления стимулятора, содержащего кроме питательных веществ еще и компоненты, вызывающие ингибирование развития микрофлоры, наблюдался также в ряде других независимых опытов [3].

Выводы

Проведенные испытания органических биостимуляторов, разработанных на основе продуктов переработки животного и растительного сырья показали, что наблюдается выраженное влияние на скорость проращивания семян растений и дальнейшее формирование зеленой биомассы. На основании полученных данных можно сделать вывод о более эффективном развитии растений при использовании БСР по сравнению с птичьим пометом и сапропелью.

Эффективность влияния стимуляторов, по-видимому, связана с наличием и свободных аминокислот, и фосфора, и калия, содержащихся в стимуляторе в соотношениях, соответствующих их количественному составу в природных объектах, поскольку исходным сырьем для их по-

лучения служило природное сырье животного и растительного происхождения. Этот факт можно рассматривать как дополнительный экологический фактор.

Список литературы

- [1] Numan M., Bashir S., Khan Y., Mumtaz R., Khan Z., Shinwari Z.K., Khan A.L., Khan A., Al-Harrasi A. Plant growth promoting bacteria as an alternative strategy for salt tolerance in plants: A review // *Microbiological Research*, 2018, v. 209, no. 4, pp. 21–32.
- [2] Федотов Г.Н., Федотова М.Ф., Шоба С.А., Шалаев В.С., Батырев Ю.П., Васильев С.Б., Новиков Д.А., Пастухов А.Е. Способ выбора состава растворов при предпосевной обработке семян зерновых культур препаратами — стимуляторами прорастания семян. Пат. № 2593214 Российская Федерация. Оpubл. 10.08.2016.
- [3] Бабурина М.И., Зарубин Н.Ю., Горбунова Н.А., Иванкин А.Н., Зарубина А.Н., Леонтьев П.К. Биостимуляторы роста растительных клеток // Сб. матер. III Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции» (Краснодар, ВНИИТТИ, 08–19 апр. 2019). Краснодар: ВНИИТТИ, 2019. С. 315–324.
- [4] Lima M.F., Eloy N.B., Siqueira J.A.B., Inzé D., Ferreira P.C.G. Molecular mechanisms of biomass increase in plants // *Biotechnology Research and Innovation*, 2017, v. 1, no. 1, pp. 14–25.
- [5] Федотов Г.Н., Шоба С.А., Федотова М.Ф. Разработка стимулятора для повышения посевных качеств семян на основе автолизата дрожжей // *Вестник Московского университета. Сер. 17: Почвоведение*, 2017. № 2. С. 3–12.
- [6] Laila K.M., Elbordiny M.M. Response of wheat plants to potassium humate application // *Journal of Applied Sciences Research*, 2009, v. 5, no. 9, pp. 1202–1209.

- [7] Lodhi A., Tahir S., Iqbal Z., Mahmood A., Akhtar M., Qureshi T.M., Yaqub M., Naeem A. Characterization of commercial humic acid samples and their impact on growth of fungi and plants // *Soil Environ*, 2013, v. 32, no. 1, pp. 63–70.
- [8] Неклюдов А.Д., Иванкин А.Н. Биологически активные соединения из природных объектов. Свойства и структурно-функциональное взаимодействие. М.: МГУЛ, 2003. 480 с.
- [9] Иванкин А.Н., Неклюдов А.Д., Вострикова Н.Л. Биологически активные соединения природного происхождения. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2011. 480 с.
- [10] Ivankin A.N., Kulikovskii A.V., Vostrikova N.L., Chernuha I.M. Cis and trans conformational changes of bacterial fatty acids in comparison with analogs of animal and vegetable origin // *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2014, v. 50, no. 6, pp. 668–674.
- [11] Baburina M.I., Vostrikova N.L., Ivankin A.N., Zenkin A.N. Biochemical conversion of natural lipids // *Theory and practice of meat processing*, 2018, v. 3, no. 3, pp. 12–26.
- [12] Неклюдов А.Д., Иванкин А.Н., Бердугина А.В. Основы биохимической переработки животного и комбинированного сырья. М.: ВНИИМП, 2003. 116 с.
- [13] Коноваленко Л.Ю. Использование кормовых ресурсов леса в животноводстве: науч. аналит. обзор. М.: Росинформтех, 2011. 52 с.
- [14] Зарубин Н.Ю., Бредихина О.В., Краснова И.С., Семенов Г.В. Получение сухих высококачественных рыбных гидролизатов с использованием вакуумной сублимационной сушки // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Рыбное хозяйство*, 2016. № 3. С. 138–144.
- [15] Ivankin A.N., Pandya U., Saraf M. Intensification of aerobic processing of the organic wastes into compost. In: *Composting for Sustainable Agriculture (Ser. Sustainable Development and Biodiversity)*, v. 3 / Ed. D.K. Maheshwari. Amsterdam: Springer, 2014, pp. 23–43.
- [16] Nekliudov A.D., Ivankin A.N. Biochemical processing of fats and oils into new lipid products with improved biological and physico-chemical properties // *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2002, v. 38, no. 5, pp. 469–481.
- [17] Гуляев Д.К. Фармакогностическое исследование ели обыкновенной, произрастающей в Пермском крае: Автореф. дис. ... канд. фарм. наук: 14.04.02. Пермь, 2016, 25 с.
- [18] Hamid H.A., Abdollah M.F.B, Masripan N.A.B, Hasan R. Characterization of raw and ripen of banana peel wastes and it's oils extraction using soxhlet method // *International Journal of Applied Chemistry*, 2016, v. 12, no. 1, pp. 1–5.
- [19] Khaled A., El-Tarabily K., Sivasithamparam P. Potential of yeasts as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters // *The Mycological Society of Japan and Springer-Verlag Tokyo*, 2006, v. 47, pp. 25–35.
- [20] Mercy S, Mubsira B.S, Jenifer I. Application of different fruit peels formulations as a natural fertilizer for plant growth // *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2014, v.3, no. 1, pp. 300–307.
- [21] Churala P., Sumit D., Sanjit K., Mahato J.V., Prasun K.P., Venkatachalam S.G., Parasuraman J., Tanvir H., Shikhi B., Debjit R., Suparna M.B. Eco-friendly synthesis and study of new plant growth promoters: 3,3-diindolylmethane and its derivatives // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 2007, no. 17, pp. 4924–4928.
- [22] Абдрафиков А., Яхин А., Чернуха Б., Ушакова Н., Бабурина М. Биологическая добавка для свиней // *Комбикорма*, 2004. № 6. С. 51.
- [23] Rodríguez H., Fraga R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion // *Biotechnology Advances*, 1999, no. 17, pp. 319–339.

Сведения об авторах

Бабурина Марина Ивановна — канд. биол. наук, вед. науч. сотр. ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН», baburina2005@yandex.ru

Вострикова Наталья Леонидовна — канд. техн. наук, зав. лабораторией ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН», nvostrikova@list.ru

Зарубин Никита Юрьевич — науч. сотр. ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН», zar.nickita@yandex.ru

Горбунова Наталия Анатольевна — канд. техн. наук, зав. отд. ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН», n.gorbunova@fneps.ru

Иванкин Андрей Николаевич — д-р хим. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), aivankin@mgul.ac.ru

Зенкин Александр Николаевич — студент МГТУ им. Н.Э. Баумана, caf-chem@mgul.ac.ru

Поступила в редакцию 13.06.2019.

Принята к публикации 15.11.2019.

FUEL BIOSTIMULANTS FOR AGRICULTURE CROP GROWTH

M.I. Baburina¹, N.L. Vostrikova¹, N.Yu. Zarubin¹, N.A. Gorbunova¹,
A.N. Ivankin², A.N. Zenkin²

¹V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, 26, Talalikhina st., 109316, Moscow, Russia

²BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

baburina2005@yandex.ru

The article describes the use of by-product raw materials of animal and vegetable origin — the trimmed mass of cattle with tendons, banana peel and spruce needles of ordinary for obtaining bio-organic fertilizer. The objects of the study were organic waste in the form of trimmed mass with sinews after primary processing of cattle, enzyme hydrolyzate obtained from it, banana peel waste, coniferous forest waste and saproel bird droppings for the comparative characteristics of qualitative indicators of organic fertilizers. A technology is proposed for producing a non-chemical, bio-positional growth stimulator for agricultural crops using hydrolysates obtained by enzymatic treatment of a by-product of meat, fruit and vegetable, and timber processing industries. The chemical composition of the raw material was studied and it was shown that the raw material used contains all the necessary components to stimulate plant growth. Based on the data on the determination of the amino acid composition, it was shown that the high content of bound organic nitrogen in the biostimulator obtained is due to the presence of active free amino acids. The chemical composition of the bio-compositional growth stimulator is complete and has all the necessary components, namely, a high content of highly assimilable total nitrogen, potassium and phosphorus, as compared with bird droppings and saproel, which, in turn, actively influences the growth stimulation agricultural plants. The effectiveness of the use of the developed biocomposite organic fertilizer from natural raw materials to stimulate plant growth has been proved using the example of mustard seeds. A significant effect of the biostimulant on the rate of formation of germinated mustard seeds was established depending on the exposure time in the nutrient medium. The stimulant developed by the speed of seed germination significantly exceeded the known fertilizers. The conservation effect of the biostimulant on microflora growth was also detected.

Keywords: organic fertilizers, growth stimulants, agricultural plants, secondary raw materials, hydrolyzate, trimmed mass, banana peel, spruce needles, enzymatic treatment

Suggested citation: Baburina M.I., Vostrikova N.L., Zarubin N.Yu., Gorbunova N.A., Ivankin A.N., Zenkin A.N. *Toplivnye biostimulyatory rosta sel'khozkul'tur* [Fuel biostimulants for agriculture crop growth]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 1, pp. 90–97. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-90-97

References

- [1] Numan M., Bashir S., Khan Y., Mumtaz R., Khan Z., Shinwari Z.K., Khan A.L., Khan A., Al-Harrasi A. Plant growth promoting bacteria as an alternative strategy for salt tolerance in plants: A review. *Microbiological Research*, 2018, v. 209, no. 4, pp. 21–32.
- [2] Fedotov G.N., Fedotova M.F., Shoba S.A., Shalaev V.S., Batyrev Yu.P., Vasil'ev S.B., Novikov D.A., Pastukhov A.E. *Sposob vybora sostava rastvorov pri predposevnoy obrabotke semyan zernovykh kul'tur preparatami-stimulyatorami prorstaniya semyan* [A method for choosing the composition of solutions during pre-sowing treatment of seeds of grain crops with stimulant preparations of seed germination]. Pat. No. 2593214 Russian Federation. Publ. 08.10.2016.
- [3] Baburina M.I., Zarubin N.Yu., Gorbunova N.A., Ivankin A.N., Zarubina A.N., Leont'ev P.K. *Biostimulyatory rosta rastitel'nykh kletok* [Biostimulators of plant cell growth]. *Innovatsionnye issledovaniya i razrabotki dlya nauchnogo obespecheniya proizvodstva i khraneniya ekologicheski bezopasnoy sel'skokhozyaystvennoy i pishchevoy produktsii: sb. materialov III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovative research and development for scientific support of the production and storage of environmentally friendly agricultural and food products: Sat. materials of the III International scientific and practical conference]. Krasnodar, VNIITTI, April 08–19, 2019. Krasnodar: VNIITTI, 2019, pp. 315–324.
- [4] Lima M.F., Eloy N.B., Siqueira J.A.B., Inzé D., Ferreira P.C.G. Molecular mechanisms of biomass increase in plants. *Biotechnology Research and Innovation*, 2017, v. 1, no. 1, pp. 14–25.
- [5] Fedotov G.N., Shoba S.A., Fedotova M.F. *Razrabotka stimulyatora dlya povysheniya posevnykh kachestv semyan na osnove avtolizata drozhzhey* [Development of a stimulant to improve the sowing quality of seeds based on yeast autolysate]. *Vestnik Moskovskogo universiteta* [Bulletin of Moscow University]. Ser. 17, Pochvovedenie [Soil Science], 2017, no. 2, pp. 3–12.
- [6] Laila K.M., Elbordiny M.M. Apply to potassium application. *Journal of Applied Sciences Research*, 2009, v. 5, no. 9, pp. 1202–1209.
- [7] Lodhi A., Tahir S., Iqbal Z., Mahmood A., Akhtar M., Qureshi TM, Yaqub M., Naeem A. Characterization of the fungi and plants. *Soil Environ*, 2013, v. 32, no. 1, pp. 63–70.
- [8] Neklyudov A.D., Ivankin A.N. *Biologicheski aktivnye soedineniya iz prirodnikh ob'ektov. Svoystva i strukturno-funktsional'noe vzaimosvyazi* [Biologically active compounds from natural objects. Properties and structural and functional relationships]. Moscow: MSFU, 2003, 480 p.
- [9] Ivankin A.N., Neklyudov A.D., Vostrikova N.L. *Biologicheski aktivnye soedineniya prirodnogo proiskhozhdeniya* [Biologically active compounds of natural origin]. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2011, 480 p.
- [10] Ivankin A.N., Kulikovskii A.V., Vostrikova N.L., Chernuha I.M. Cis and trans conformational changes in bacterial and in vain origin. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2014, v. 50, no. 6, pp. 668–674.
- [11] Baburina M.I., Vostrikova N.L., Ivankin A.N., Zenkin A.N. Biochemical conversion of natural lipids. Theory and practice of meat processing, 2018, v. 3, no. 3, pp. 12–26.

- [12] Neklyudov A.D., Ivankin A.N., Berdutin A.V. *Osnovy biokhimicheskoy pererabotki zhitovogo i kombinirovannogo syr'ya* [Basics of biochemical processing of animal and combined raw materials]. Moscow: VNIIMP, 2003, 116 p.
- [13] Konovalenko L.Yu. *Ispol'zovanie kormovykh resursov lesa v zhitovodstve: nauch. analit. obzor*. [The use of forest fodder resources in livestock: overview]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2011, 52 p.
- [14] Zarubin N.Yu., Bredikhina O.V., Krasnova I.S., Semenov G.V. *Poluchenie sukhikh vysokokachestvennykh rybnykh gidrolizatorov s ispol'zovaniem vakuumnoy sublimatsionnoy sushki* [Production of dry high-quality fish hydrolysates using vacuum freeze-drying]. Bulletin of Astrakhan State Technical University (Ser. Fish farm), 2016, no. 3, pp. 138–144.
- [15] Ivankin A.N., Pandya U., Saraf M. Intensification of organic processing was compost. In: *Composting for Sustainable Agriculture (Ser. Sustainable Development and Biodiversity)*, v. 3. Ed. D.K.Maheshwari. Amsterdam: Springer, 2014, pp. 23–43.
- [16] Nekliudov A.D., Ivankin A.N. Biological and chemical properties and chemical properties. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2002, v. 38, no. 5, pp. 469–481.
- [17] Gulyaev D.K. *Farmakognosticheskoe issledovanie eli obyknovnoy, proizrastayushchey v Permskom krae* [Pharmacognostic study of common spruce growing in the Perm Territory]. Abstract Diss. ... Cand. Sci. (Tech.), 14.04.02. Perm, 2016, 25 p.
- [18] Hamid H.A., Abdollah M.F.B, Masripan N.A.B, Hasan R. Characterization of raw and ripen of banana peel wastes and it's oils extraction using soxhlet method. *International Journal of Applied Chemistry*, 2016, v. 12, no. 1, pp. 1–5.
- [19] Khaled A., El-Tarabily K., Sivasithamparam P. Potential of yeasts as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters. *The Mycological Society of Japan and Springer-Verlag Tokyo*, 2006, v. 47, pp. 25–35.
- [20] Mercy S, Mubsira B.S, Jenifer I. Application of different fruit peels formulations as a natural fertilizer for plant growth. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2014, v. 3, no. 1, pp. 300–307.
- [21] Churala P., Sumit D., Sanjit K., Mahato J.V., Prasun K.P., Venkatachalam S.G., Parasuraman J., Tanvir H., Shikhi B., Debjit R., Suparna M.B. Eco-friendly synthesis and study of new plant growth promoters: 3,3-diindolylmethane and its derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 2007, no. 17, pp. 4924–4928.
- [22] Abdrafikov A., Yakhin A., Chernukha B., Ushakova N., Baburina M. *Biologicheskaya dobavka dlya sviney* [Biological additive for pigs]. *Compound feed*, 2004, no. 6, pp. 51.
- [23] Rodríguez H., Fraga R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion // *Biotechnology Advances*, 1999, no. 17, pp. 319–339.

Authors' information

Baburina Marina Ivanovna — Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher of the V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, baburina2005@yandex.ru

Vostrikova Natalia Leonidovna — Cand. Sci. (Tech.), Head of the Laboratory of the V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, nvostrikova@list.ru

Zarubin Nikita Yurievich — Cand. Sci. (Tech.), Researcher of the V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, zar.nickita@yandex.ru

Gorbunova Natalia Anatolievna — Cand. Sci. (Tech.), Head of the Department of the V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, n.gorbunova@fncps.ru

Ivankin Andrey Nikolaevich — Dr. Sci. (Chemistry), Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), aivankin@mgul.ac.ru

Zenkin Aleksandr Nikolaevich — Student of the BMSTU (Mytishchi branch), caf-chem@mgul.ac.ru

Received 13.06.2019.

Accepted for publication 15.11.2019.