

Рост микрочеренков картофеля *in vitro* при действии мультиконверсионного биопрепарата «Эмбиота»

Г.В. Филиппова*, В.Г. Дарханова, Н.С. Строева

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия

**nureeva@yandex.ru*

Аннотация. Представлены результаты исследования влияния мультиконверсионного биопрепарата «Эмбиота», полученного с использованием 5 штаммов-продуцентов, выращенных на отработанном соломенном субстрате вешенки, на рост и развитие в условиях *in vitro* микрочеренков растений-регенерантов картофеля сорта 'Розара'. Биопрепарат вносили в концентрациях 2,5, 5, 10, 25, 50 и 100 мл/л в питательную среду, содержащую элементы по прописи Мурасиге–Скуга, с полным и половинным составом солей. Показано, что при доступности минерального питания биопрепарат во всем диапазоне исследуемых концентраций не оказывал влияния на морфологические показатели вегетативных органов. Вместе с тем, в варианте 2,5 мл/л отмечено увеличение в 1,3–1,4 раза воздушно-сухой массы надземных органов, а при 100 мл/л снижение в 1,2–1,3 раза этого показателя по сравнению с контролем. В условиях недостаточного питания ростостимулирующий эффект проявляли варианты 5 и 10 мл/л. Установлено превышение в 1,3–1,5 раза контрольных уровней по показателям числа побегов и листьев. Концентрация 10 мл/л также оказывала наилучшее действие на формирование корневой системы. Отмечено ингибирующее влияние на морфометрические показатели растений и их фитомассу при внесении биопрепарата в высоких концентрациях 50 и/или 100 мл/л, что особенно выражено при недостатке питания. Таким образом, полученные результаты исследований показали дозозависимое влияние биопрепарата «Эмбиота» на рост и развитие растений. С точки зрения применения в качестве ростостимулирующих и способствующих повышению продуктивности могут быть использованы концентрации 2,5–10 мл/л.

Ключевые слова: отходы грибоводства, мультиконверсионный препарат, микрочеренки картофеля, *in vitro*, морфометрические показатели, фитомасса.

Благодарности. Работа выполнена в рамках госзадания Института биологических проблем криолитозоны СО РАН на 2017–2020 № АААА-А17-117020110056-0 «Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии».

Коллектив авторов выражает благодарность индивидуальному предпринимателю Ефремову А. А. за развитие грибоводства в условиях Центральной Якутии.

Введение

В условиях бурно развивающейся отрасли производства по выращиванию грибов с использованием различных субстратов, дающей большие объемы отходов в виде полуперепревших органических материалов, особую актуальность приобретает налаживание безотходного производства, способного минимизировать загрязнение окружающей среды и финансовые затраты на утилизацию [1, 2]. На сегодня исследований по использованию отработанного субстрата грибоводства и его переработки крайне мало. В работе [1] показано, что внесение в почву в качестве органического удобрения перепревшего отработанного соломенного субстрата, дополнительно

прошедшего ферментацию в течение 2–3 месяцев, оказало положительное влияние на урожайность огурца, а его использование в качестве компонента рассадного грунта вызывало улучшение биометрических показателей роста и развития овощных культур. Также авторы отмечали перспективность использования отработанного субстрата на основе подсолнечной лузги в качестве мульчи. Вместе с тем, высказывается предположение о том, что в сочетании с дополнительным внесением минеральных удобрений, гуматов и др. возможно достижение наибольшей эффективности. В исследовании [3] оценивали действие в органическом земледелии мультиконверсионного биопрепарата на основе двух полифункциональ-

ных штаммов микроорганизмов, выращенных на продукте биоконверсии шиитаке, – дубовых опилок и пшеничных отрубей. Показана возможность использования отработанного грибного субстрата для культивирования штаммов-продуцентов, обеспечивающих био-, ростостимулирующие и дозозависимые защитные эффекты.

Технологии на основе эффективных микроорганизмов достаточно перспективны с точки зрения оптимизации минерального питания растений, восстановления плодородия почв, агроэкологии и др. Использование различных штаммов-продуцентов позволяет воспроизводить природоподобные процессы по высвобождению из органики биодоступных водорастворимых минеральных соединений, а также способствует устранению патогенной микрофлоры [4–6]. Известно, что химический состав стеблей растений и грибов включает различные макро- и микроэлементы, полисахариды, белки, жирные кислоты, биоактивные компоненты [7]. Эффективность таких препаратов на основе отходов грибоводства также может быть обусловлена содержанием комплекса биодоступных соединений и минералов, полученных из отработанного грибного субстрата, мицелия и плодовых тел грибов.

Цель работы – исследовать влияние коммерческого мультиконверсионного биоудобрения «Эмбиота», полученного с использованием 5 штаммов-продуцентов, выращенных на отработанном соломенном субстрате вешенки, на рост и развитие микрочеренков картофеля сорта ‘Розара’ *in vitro* при различных условиях минерального питания.

Материалы и методы

Эксперимент по выращиванию растений проводили в двух сериях, различающихся по концентрации минеральных соединений в питательной среде. В первой серии использовали сбалансированную агаризованную питательную среду по прописи Мурасиге–Скуга (MS) [8]. Во второй для моделирования недостатка минерального питания использовали эту же среду с половинным составом солей микро- и макроэлементов (1/2 MS). Мультиконверсионный биопрепарат «Эмбиота» полученный на основе пяти штаммов микроорганизмов, выращенных на продукте биоконверсии соломенного субстрата в процессе выращивания вешенки, был предоставлен производителем (ИП А.А. Ефремов, г. Якутск). В составе данного препарата содержится азот – 0,56 %, фосфор – 0,35 %, калий – 0,39 %, полигуматы, микроорганизмы и др.

Внесение в питательную среду биопрепарата, имеющего жидкую консистенцию, осуществляли в концентрациях 2,5, 5, 10, 25, 50 и 100 мл/л. Работа в асептических условиях, приготовление и стерилизация питательных сред были проведены согласно общепринятым приемам и рекомендациям [9, 10].

Объектом исследования служили асептические растения-регенеранты картофеля сорта «Розара». В качестве контроля были растения, выращенные на средах MS и 1/2 MS соответствующей серии, и вариант, дополненный индолилуксусной кислотой (ИУК) в концентрации 1 мг/л. Микрочеренки изолировали так, чтобы каждый черенок имел одно междоузлие с листом, а их размер составлял 0,8–1,0 см. Микрочеренки помещали в индивидуальные биологические пробирки, для каждого варианта формировали группу из 12 шт. Развитие микрочеренков проходило в контролируемых условиях при 16-часовом световом периоде, постоянной температуре 24–25 °С, освещенности 3000 люкс и влажности 70 %. Длительность культивирования составляла 60 сут.

По окончании сроков культивирования сформированные растения аккуратно извлекали из пробирок, корневую систему тщательно отмывали от остатков питательной среды и обсушивали фильтровальной бумагой. Далее оценивали линейные размеры главного побега и корня, число побегов, листьев и корней. Воздушно-сухую массу растений определяли весовым методом после высушивания растений до постоянной массы при температуре и влажности лабораторного помещения. Математическую обработку полученных данных проводили с учетом общепринятых методических указаний по биологической статистике [11]. Результаты экспериментов представлены в виде средней арифметической (M) и ее стандартной ошибки (\pm SEM). Статистическую значимость различий определяли с использованием критерия Даннета для множественного сравнения при уровне значимости $p \leq 0,05$. Расчет проводили с помощью пакета StatPlus v.2007 (AnalystSoft Inc., Германия).

Результаты и обсуждение

Для микроклонального размножения картофеля, как правило, используется питательная среда MS [12, 13]. Введение в среду различных стимуляторов роста позволяет активизировать ростовые процессы. Для этих целей достаточно

часто применяется фитогормон с высокой физиологической активностью – индолилуксусная кислота (ИУК) [14]. В этой связи в качестве контролей служили растения, развивающиеся на безгормональной среде MS и среде, дополненной ИУК в концентрации 1 мг/л. При оценке влияния среды произрастания наряду с оценкой морфологических признаков также принимается во внимание фитомасса растений, характеризующая протекание процессов, направленных на синтез органических веществ, обеспечивающих рост и развитие растений. Результаты исследований показали, что в условиях сбалансированного микро- и макроэлементного питания во всех вариантах исследуемые морфометрические показатели растений имели близкие значения (табл. 1). Вместе с тем, были отмечены некоторые различия в варианте сравнения с использованием ИУК, отражающие влияние экзогенного фитогормона. Сформировавшиеся растения характеризовались более компактными размерами побегов (длина в 1,2 раза меньше) и развитой корневой системой (масса в 1,5 раза больше), чем в варианте MS (см. табл. 1 и 2). Это обстоятельство отразилось на соотношении надземной части и подземной, характеризующем продук-

тивность растений, что выражалось в его уменьшении и указывало на выраженную корневую продуктивность по сравнению с MS (табл. 2).

Использование мультikonверсионного биопрепарата «Эмбиота» в диапазоне концентраций 2,5–100 мг/л также имело ряд особенностей. Только в варианте 2,5 мл/л отмечено увеличение в 1,3 раза фитомассы побегов на фоне не различающихся морфометрических показателей, что, соответственно, увеличило в 1,2 раза расчетное соотношение надземной к подземной массе относительно варианта MS. В больших концентрациях (25–100 мл/л) биопрепарат оказывал влияние на количество образовавшихся корней (без ущерба их массе, кроме варианта 100 мл/л). Число сформировавшихся корней было в 1,4–1,6 раза меньше, чем в вариантах MS и MS, дополненной ИУК (табл. 1 и 2).

Проведенные исследования во второй серии эксперимента в условиях недостаточного минерального питания показали, что в данных условиях формируются более вытянутые растения с большим числом побегов и листьев и низкой вегетативной массой (табл. 3 и 4). В целом, это приводило к снижению числового значения продуктивности, чем в MS (см. табл. 2 и 4).

Таблица 1
Средние морфометрические показатели растений-регенерантов картофеля «Розара», культивируемых на среде Мурасиге–Скуга (MS)

Table 1

Average morphometric parameters of the «Rozara» potato regenerant plants cultivated on Murashige–Skoog (MS) medium

Вариант/ Variant	Длина главного побега, см/ Main shoot length, cm	Число побегов, шт./ Number of shoots	Число листьев, шт./ Number of leaves	Длина корня, см/ Root length, cm	Число корней, шт./ Number of roots
MS	11,3±1,4 ^a	2,6±0,6 ^a	19,7±3,8 ^a	7,8±1,5 ^a	4,7±0,9 ^a
MS+ИУК 1мг/л/ MS+ IAA 1 mg/l	9,1±0,6 ^b	2,2±0,4 ^a	16,2±2,7 ^a	8,7±1,3 ^a	4,6±0,6 ^a
Эмбиота, мл/л [Embiota, ml/l]					
2,5	12,1±1,3 ^a	2,3±0,3 ^a	20,0±1,7 ^a	8,5±1,2 ^a	3,9±0,5 ^a
5,0	10,7±0,8 ^{ab}	2,3±0,2 ^a	19,4±0,9 ^a	8,8±1,0 ^a	3,6±0,4 ^a
10,0	10,7±0,9 ^{ab}	2,4±0,3 ^a	19,3±1,3 ^a	8,4±1,1 ^a	4,0±0,4 ^a
25,0	11,2±1,1 ^a	2,3±0,5 ^a	20,7±2,4 ^a	7,5±1,3 ^a	3,3±0,3 ^b
50,0	11,1±1,2 ^a	2,2±0,6 ^a	18,8±3,1 ^a	8,3±0,9 ^a	3,4±0,3 ^b
100,0	11,0±1,1 ^a	2,7±0,7 ^a	19,4±3,3 ^a	7,3±1,3 ^a	3,0±0,4 ^b

^{a, b} – в каждом столбце разными буквами обозначены достоверно различающиеся значения ($p \leq 0,05$, ANOVA, критерий Даннета).

^{a, b} – in each column, different letters denote significantly different values ($p \leq 0.05$, ANOVA, Dannet criterion).

**Воздушно-сухая масса (мг) растений-регенерантов картофеля,
культивируемых на среде Мурасиге–Скуга (MS)**

Table 2

**Air-dry weight (mg) of potato regenerant plants
cultivated on the Murashige–Skuga medium (MS)**

Вариант/ Variant	Масса надземной части/ Mass of aboveground parts of plants	Масса корней/ Root mass	Отношение надземной/ подземной массы/ The ratio of aboveground and underground mass
MS	30±2 ^a	8±1 ^a	3,8±0,1 ^a
MS+ИУК 1мг/л/ MS+IAA 1 mg/l	32±1 ^a	12±2 ^b	2,7±0,3 ^b
Эмбиота, мл/л Embiota, ml/l			
2,5	41±3 ^b	9±2 ^{ab}	4,6±0,4 ^c
5,0	34±2 ^a	8±2 ^{ab}	4,3±0,5 ^a
10,0	31±3 ^a	10±2 ^{ab}	3,1±0,3 ^b
25,0	33±2 ^a	9±3 ^{ab}	3,7±0,3 ^a
50,0	28±2 ^a	8±3 ^{ab}	3,5±0,2 ^a
100,0	25±2 ^c	7±1 ^a	3,6±0,3 ^a

^{a, b, c} – в каждом столбце разными буквами обозначены достоверно различающиеся значения ($p \leq 0,05$, ANOVA, критерий Даннета).

^{a, b, c} – in each column, different letters denote significantly different values ($p \leq 0.05$, ANOVA, Dannel criterion).

Таблица 3

**Средние морфометрические показатели растений-регенерантов картофеля «Розара»,
культивируемых на среде Мурасиге–Скуга
с половинным составом микро- и макроэлементов (½ MS)**

Table 3

**Average morphometric parameters of potato regenerant plants «Rozara»
cultivated on Murashige–Skoog medium with a half composition of micro- and macro-elements (½ MS)**

Вариант/ Variant	Длина главного побега, см./ Main shoot length, cm	Число побегов, шт./ Number of shoots	Число листьев, шт./ Number of leaves	Длина корня, см./ Root length, cm.	Число корней, шт./ Number of roots
½ MS	15,2±0,5 ^a	3,5±0,4 ^a	33,4±4,6 ^a	8,1±0,9 ^a	4,4±0,7 ^a
½MS+ИУК 1мг/л/ ½MS+IAA 1 mg/l	13,9±0,6 ^b	3,4±0,5 ^a	34,1±3,6 ^a	12,1±0,5 ^b	5,2±0,6 ^a
Эмбиота, мл/л Embiota, ml/l					
2,5	13,3±1,5 ^{ab}	4,0±0,8 ^a	27,7±4,5 ^a	8,2±1,1 ^a	3,2±0,5 ^a
5,0	14,7±0,7 ^{ab}	5,2±0,8 ^b	49,4±8,5 ^b	9,5±1,4 ^a	4,9±0,6 ^a
10,0	13,9±1,2 ^{ab}	5,0±0,5 ^b	42,7±3,3 ^b	10,9±0,8 ^b	5,3±0,6 ^a
25,0	15,4±0,5 ^{ab}	3,9±0,4 ^a	33,2±2,2 ^a	11,7±1,5 ^b	4,2±0,5 ^a
50,0	11,9±1,0 ^c	2,6±0,3 ^c	24,1±3,2 ^c	9,3±0,8 ^a	3,6±0,5 ^a
100,0	8,3±1,1 ^d	1,3±0,1 ^d	13,8±1,2 ^d	7,6±0,5 ^a	2,2±0,3 ^b

^{a, b, c, d} – в каждом столбце разными буквами обозначены достоверно различающиеся значения ($p \leq 0,05$, ANOVA, критерий Даннета).

^{a, b, c, d} – in each column, different letters denote significantly different values ($p \leq 0.05$, ANOVA, Dannel criterion).

Воздушно-сухая масса (мг) растений-регенерантов картофеля, культивируемых на среде Мурасиге–Скуга с половинным составом микро- и макроэлементов (½ MS).

Table 4

Air-dry weight (mg) of potato regenerant plants cultivated on Murashige–Skuga medium with a half composition of micro- and macroelements (½ MS)

Вариант/ Variant	Масса надземной части / Mass of aboveground parts of plants	Масса корней/ Root mass	Отношение надземной/подземной массы / The ratio of aboveground and underground mass
½ MS	23±2 ^a	14±2 ^a	1,6±0,1 ^a
½MS+ИУК 1мг/л / ½MS+IAA 1 mg/l	28±2 ^b	27±4 ^b	1,0±0,2 ^b
Эмбиота, мл/л Embiota, ml/l			
2,5	20±4 ^a	11±4 ^a	1,8±0,2 ^a
5,0	31±2 ^b	18±3 ^a	1,7±0,1 ^a
10,0	29±3 ^b	20±2 ^b	1,5±0,1 ^a
25,0	22±2 ^a	14±2 ^a	1,6±0,2 ^a
50,0	18±2 ^c	10±3 ^a	1,8±0,2 ^a
100,0	7±1 ^d	3±1 ^c	2,3±0,3 ^c

^{a, b, c, d} – в каждом столбце разными буквами обозначены достоверно различающиеся значения ($p \leq 0,05$, ANOVA, критерий Даннета).

^{a, b, c, d} – in each column, different letters denote significantly different values ($p \leq 0.05$, ANOVA, Dannet criterion).

Анализ морфологических изменений в этой группе растений выявил стимулирующее действие концентраций 5 и 10 мл/л биопрепарата, при которых зафиксировано достоверное превышение контрольного уровня (½ MS) по показателям числа побегов и листьев (см. табл. 3), а при 50 и 100 мл/л, наоборот, ингибирующее. Концентрации 10 и 25 мл/л оказывали действие на формирование корневой системы, сравнимое с вариантом, дополненным ИУК, а именно вызывали увеличение длины корней. Сильное угнетение корневой системы отмечено при воздействии самой большой концентрации биопрепарата (100 мл/л), что выражалось в малом количестве сформировавшихся корней и их низкой массе (см. табл. 3 и 4). Следует отметить, что в диапазоне 2,5–25 мл/л опытных концентраций длина побега и число корней не отличались от контролей. В целом зеленая и корневая массы растений опытных вариантов соответствовали их линейным размерам. Показано, что в данных экспериментальных условиях значение такого показателя, как соотношение надземной к подземной массе в опытных вариантах 2,5–25 мл/л, достоверно не отличалось от безгормонального контроля.

В работе [15] отмечено, что поглощение элементов растениями может значительно разли-

чаться в зависимости от качества почвы. При произрастании на более плодородных почвах наибольшее содержание марганца, меди и цинка обнаруживали в корнях растений, а на обедненных почвах – в тканях побегов. Сначала была выдвинута, а позднее подтверждена [16] гипотеза о влиянии стресса на различие в накоплении элементов органами растений. Кроме того, в исследовании авторы не выявили влияния стимуляторов роста на биомассу растений, произрастающих на песчаных почвах, что, вероятно, обусловлено особенностями действия исследуемых препаратов. Наши результаты указывают на то, что биопрепарат «Эмбиота» в определенных концентрациях может оказывать положительное влияние на уровень возможного стресса растений, произрастающих на обедненных почвах, что подтверждается более выраженным дозозависимым эффектом на рост и развитие растений картофеля, чем в условиях доступности макро- и микроэлементов.

Заключение

Таким образом, применение препарата «Эмбиота» оказывало дозозависимое влияние на рост и развитие микрочеренков картофеля «Розара» в условиях культуры *in vitro*. Отмечено стимулирующее действие данного препарата в низких кон-

центрациях (2,5–10 мл/л). Причем в условиях сбалансированного содержания микро- и макроэлементов в составе питательной среды наиболее эффективной концентрацией, вызывающей повышение продуктивности надземных органов, была 2,5 мл/л, а при недостатке минерального питания – концентрации 5 и 10 мл/л. Наряду с более высоким темпом роста побегов последняя (10 мл/л) также вызывала интенсивный рост и развитие корневой системы растений-регенерантов картофеля по сравнению с безгормональным контролем. Высокие концентрации 50 и/или 100 мл/л обладали ингибирующим действием, что особенно выражено при недостатке питания. Полученные результаты исследований подтверждают возможность применения определенных концентраций мультиконверсионного препарата «Эмбиота» в качестве ростостимулирующего биопрепарата. При этом внесение биопрепарата в среду для культивирования растений в условиях ограниченного питания не может выступать в качестве альтернативы полноценному минеральному питанию.

Литература

1. Иванов А.И., Корягин Ю.В., Анохин Р.В. Использование отработанного субстрата в качестве органического удобрения – важнейшее звено безотходной технологии выращивания грибов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2015. № 5 (27). С. 120–128.
2. Валиев М.М., Тухватуллин Р.А. Модель безотходного высокодоходного сельскохозяйственного предприятия с применением биотехнологий // Аграрный вестник Урала. 2010. № 3(69). С. 41–43.
3. Титова Ю.А., Краснобаева И.Л. Мультиконверсионные биопрепараты для защиты растений и возможности их использования в органическом земледелии // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2019. № 2(99). С. 164–183. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10161
4. Мотина Т.Ю., Дегтярева И.А., Давлетишина А.А., Яппаров И.А., Алиев Ш.А., Бабынин Э.В. Биодобрения комплексного действия на основе консорциума микроорганизмов и наноструктурных агроминералов для получения экологически безопасной продукции растениеводства // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20, № 12. С. 122–126.
5. Шаблин П.А. Применение ЭМ-технологии в сельском хозяйстве. Сборник трудов: Микробиологические препараты «Байкал ЭМ1», «Тамир». М., 2006. С. 23–36.
6. Евсеева Е.А. Биотехнологические приемы получения экологически чистой высококачественной продукции (на примере технологии эффективных микроорганизмов) // Аграрный вестник приморья. 2018. № 3(11). С. 35–38.
7. Кароматов И.Д., Саломова М.Ф. Медицинское значение грибов вешенки // Биология и интегративная медицина. 2017. № 9. С. 78–88.
8. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures // Physiologia Plantarum. 1962. Vol. 15. P. 473–476.
9. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М.: Наука, 1964. 272 с.
10. Калинин Ф.Л., Сарнацкая В.В., Полищук В.Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. Киев: Наукова думка, 1980. 320 с.
11. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М., 1991. 183 с.
12. Vinterhalter D., Dragievi I., Vinterhalter B. Potato *In Vitro* Culture Techniques and Biotechnology // Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology. 2008. Vol. 2 (1). P. 16–45.
13. Fawzia Abo-Sria Ebad, Marwa El-Sebai Abd El-sadek, El-Kazzaz A.A. Micropropagation of four potato cultivars *in vitro* // Academia Journal of Agricultural Research. 2015. Vol. 3(9). Pp. 184–188. DOI: 10.15413/ajar.2015.0145
14. Fu S.F., Wei J.Y., Chen H.W., Liu Y.Y., Lu H.Y., Chou J.Y. Indole-3-acetic acid: A widespread physiological code in interactions of fungi with other organisms // Plant Signal Behav. 2015. Vol. 10(8). P. e1048052. DOI: 10.1080/15592324.2015.1048052
15. Nebeska D., Pidlisnyuk V., Stefanovska T., Trögl J., Shapoval P. et al. Impact of plant growth regulators and soil properties on *Miscanthus x giganteus* biomass parameters and uptake of metals in military soils // Reviews on Environmental Health. 2019. Vol. 34(3). P. 283–291. DOI: 10.1515/reveh-2018-0088.
16. Malinska H., Pidlisnyuk V., Nebeska D., Erol A., Medzova A., Trögl J. Physiological Response of *Miscanthus x giganteus* to Plant Growth Regulators in Nutritionally Poor Soil // Plants (Basel) 2020. Vol. 9(2). P. 194. DOI: 10.3390/plants9020194.

Поступила в редакцию 23.11.2020
Принята к публикации 15.06.2021

Об авторах

ФИЛИППОВА, Галина Валерьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, 677980, пр. Ленина, 41, Россия, <http://orcid.org/0000-0002-2024-6062>, nureeva@yandex.ru;

ДАРХАНОВА, Валентина Гаврильевна, инженер-исследователь, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, 677980, пр. Ленина, 41, Россия, <http://orcid.org/0000-0002-8789-5147>, darhana@mail.ru;

СТРОЕВА, Наталья Семеновна, инженер-исследователь, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, 677980, пр. Ленина, 41, Россия, <http://orcid.org/0000-0003-2803-4440>, natali.stroeva.62@mail.ru.

Информация для цитирования

Филиппова Г.В., Дарханова В.Г., Строева Н.С. Рост микрочеренков картофеля *in vitro* при действии мультikonверсионного биопрепарата «Эмбиота» // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2021, Т. 26, № 3. С. 112–119. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2021-26-3-112-119>

DOI 10.31242/2618-9712-2021-26-3-112-119

The growth of potato micro-stalks *in vitro* under the action of multiconversion biopreparation Embiota

G.V. Filippova*, V.G. Darkhanova, N.S. Stroevea

Institute for Biological Problems of Cryolithozone, SB RAS, Yakutsk, Russia

**nureeva@yandex.ru*

Abstract. Results of the investigation into the effect of multiconversion biopreparation Embiota, obtained using five producing strains grown on the exhausted straw substrate of the oyster mushroom, on *in vitro* growth and development of micro-stalks of regenerant potato plants of «Rozara» are presented. The biopreparation was introduced in the concentrations of 2.5; 5; 10; 25; 50 and 100 mL/L into the growth medium containing the elements according to Murashige and Skoog formulation, with the full and half salt compositions. It is demonstrated that in the case of the availability of mineral nutrition, the biopreparation had no effect on the morphological parameters of vegetative organs within the whole range of studied concentrations. At the same time, in the version with 2.5 mL/L, an increase in the air-dry mass of above-ground organs by a factor of 1.3–1.4 was detected, while in the version with 100 mL/L this parameter exhibited a decrease by a factor of 1.2–1.3 in comparison with the reference. Under the conditions of insufficient nutrition, the growth-stimulating effect was registered in the versions with 5 and 10 mL/L. An increase in the parameters characterizing the number of shoots and leaves by a factor of 1.3–1.5 over the reference was detected. The concentration of 10 mL/L also has the best effect on the formation of the root system. Inhibiting action on the morphometric parameters of plants and their phytomass was detected after the introduction of the biopreparation in high concentrations 50 and/or 100 mL/L, which was especially clearly shown in the case when nutrition was insufficient. So, the results of the studies showed dose-dependent effect of «Embiota» biopreparation on the growth and development of plants. From the viewpoint of application for growth stimulation and for enhancement of productivity, the concentrations 2.5–10 mL/L may be used.

Keywords: wastes from mushroom growing, multiconversion preparation, potato microstalks, *in vitro*, morphometric parameters, phytomass.

Acknowledgements. The research was carried out within the State Assignment for the Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS for 2017–2020 «Fundamental and Applied Aspects of the Studies of the Diversity of the Plant Community of Northern and Central Yakutia» (No. AAAA-A17-117020110056-0).

References

1. *Ivanov A.I., Koryagin Yu.V., Anokhin R.V.* Ispol'zovanie otrabotannogo substrata v kachestve organicheskogo udobreniya – vazhneyshee zveno bezotkhodnoy tekhnologii vyrashchivaniya gribov // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus. 2015. No. 5 (27). P. 120–128.
2. *Valiev M.M., Tukhvatullin R.A.* Model' bezotkhodnogo vysokodokhodnogo sel'skokhozyay-stvennogo predpriyatiya s primeneniem biotekhnologiy // Agrarnyy vestnik Urala. 2010. No. 3(69). P. 41–43.
3. *Titova Yu.A., Krasnobaeva I.L.* Mul'konversionnye biopreparaty dlya zashchity raste-niy i vozmozhnosti ikh ispol'zovaniya v organicheskom zemledelii // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva. 2019. No. 2(99). P. 164–183. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10161
4. *Motina T.Yu., Degtyareva I.A., Davletshina A.Ya., Yapparov I.A., Aliev Sh.A., Babynin E.V.* Bioudobreniya kompleksnogo deystviya na osnove konsortsiума mikroorganizmov i nanostrukturnykh agromineralov dlya polucheniya ekologicheskii bezopasnoy produktsii rastenievodstva // Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. 2017. Vol. 20, No. 12. P. 122–126.
5. *Shablin P.A.* Primenenie EM – tekhnologii v sel'skom khozyaystve. Sbornik trudov: Mikrobiologicheskie preparaty «Baykal EM1», «Tamir». M., 2006. P. 23–36.
6. *Evsheva E.A.* Biotekhnologicheskie priemy polucheniya ekologicheskii chistoy vysokokachestvennoy produktsii (na primere tekhnologii effektivnykh mikroorganizmov) // Agrarnyy vestnik primor'ya. 2018. No. 3(11). P. 35–38.
7. *Karomatov I.D., Salomova M.F.* Meditsinskoe znachenie gribov veshenki // Biologiya i integrativnaya meditsina. 2017. No. 9. P. 78–88.
8. *Murashige T., Skoog F.* A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures // *Physiologia Plantarum*. 1962. Vol. 15. P. 473–476.
9. *Butenko R.G.* Kul'tura izolirovannykh tkaney i fiziologiya morfogeneza rasteniy. M: Nauka, 1964. 272 p.
10. *Kalinin F.L., Sarnatskaya V.V., Polishchuk V.E.* Metody kul'tury tkaney v fiziologii i biokhimii rasteniy. Kiev: Naukova dumka, 1980. 320 p.
11. *Zaytsev G.N.* Matematicheskiy analiz biologicheskikh dannyykh. M., 1991. 183 p.
12. *Vinterhalter D., Dragievi I., Vinterhalter B.* Potato *In Vitro* Culture Techniques and Biotechnology // *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*. 2008. Vol. 2 (1). P. 16–45.
13. *Fawzia Abo-Sria Ebad, Marwa El-Sebai Abd El-sadek, El-Kazzaz A.A.* Micropropagation of four potato cultivars *in vitro* // *Academia Journal of Agricultural Research*. 2015. Vol. 3(9). Pp. 184–188. DOI: 10.15413/ajar.2015.0145
14. *Fu S.F., Wei J.Y., Chen H.W., Liu Y.Y., Lu H.Y., Chou J.Y.* Indole-3-acetic acid: A widespread physiological code in interactions of fungi with other organisms // *Plant Signal Behav.* 2015. Vol. 10(8). P. e1048052. DOI: 10.1080/15592324.2015.1048052
15. *Nebeska D., Pidlisnyuk V., Stefanovska T., Trögl J., Shapoval P. et al.* Impact of plant growth regulators and soil properties on *Miscanthus x giganteus* biomass parameters and uptake of metals in military soils // *Reviews on Environmental Health*. 2019. Vol. 34(3). P. 283–291. DOI: 10.1515/reveh-2018-0088.
16. *Malinska H., Pidlisnyuk V., Nebeska D., Erol A., Medzova A., Trögl J.* Physiological Response of *Miscanthus x giganteus* to Plant Growth Regulators in Nutritionally Poor Soil // *Plants (Basel)* 2020. Vol. 9(2). P. 194. DOI: 10.3390/plants9020194.

About the authors

FILIPPOVA, Galina Valeryevna, Cand. Sci. (Biology), senior researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenina st., Yakutsk 677980, Russia, <http://orcid.org/0000-0002-2024-6062>, nureeva@yandex.ru;

DARKHANOVA, Valentina Gavriylevna, research engineer, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenina st., Yakutsk 677980, Russia, <http://orcid.org/0000-0002-8789-5147>, darhana@mail.ru;

STROEVA, Natalya Semenovna, research engineer, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenina st., Yakutsk 677980, Russia, <http://orcid.org/0000-0003-2803-4440>, natali.stroeva.62@mail.ru.

Citation

Filippova G.V., Darkhanova V.G., Stroeveva N.S. The growth of potato micro-stalks *in vitro* under the action of multiconversion biopreparation Embiota // *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2021, Vol. 26, No. 3. pp. 112–119. (In Russ.) <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2021-26-3-112-119>