

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
ГНПО «Химический синтез и биотехнологии»  
Институт микробиологии  
БЕЛОРУССКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ФОНД  
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
БЕЛОРУССКОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
МИКРОБИОЛОГОВ

# **МИКРОБНЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ**

*Сборник научных трудов*

*Основан в 2007 году  
Том 8*

Минск  
«Беларуская навука»  
2016

УДК 606:579.6(082)

В сборнике рассмотрены основные тенденции современного развития прикладных и фундаментальных биотехнологических исследований в Республике Беларусь, представлены обзорные и экспериментальные статьи в области разработки новых импортозамещающих микробных технологий для сельского хозяйства, медицины, промышленности, охраны окружающей среды, аспекты их практического применения.

Сборник представляет интерес для ученых-микробиологов, биотехнологов, биохимиков, работников биотехнологической промышленности и агропромышленного комплекса, а также для студентов средних и высших учебных заведений соответствующих профилей.

Редакционная коллегия:

член-корреспондент НАН Беларуси,  
доктор биологических наук Э. И. Коломиец (главный редактор),  
академик НАН Беларуси, доктор биологических наук,  
профессор А. Г. Лобанок (заместитель главного редактора),  
член-корреспондент НАН Беларуси,  
доктор биологических наук, профессор А. И. Зинченко,  
член-корреспондент НАН Беларуси,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор В. М. Галушко,  
член-корреспондент РАН, доктор биологических наук,  
профессор И. Б. Ившина,  
доктор биологических наук, профессор Р. В. Михайлова,  
доктор биологических наук, профессор Н. П. Максимова,  
доктор биологических наук, профессор М. А. Туток,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор В. И. Беззубов,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор М. А. Кадыров,  
доктор химических наук, профессор П. А. Киселев,  
доктор химических наук, профессор М. А. Кисель,  
доктор биологических наук А. А. Леонтьевский,  
доктор биологических наук И. А. Архипченко,  
доктор биологических наук З. М. Алещенкова,  
доктор биологических наук А. Н. Капич,  
кандидат биологических наук Н. А. Головнева,  
кандидат биологических наук Г. И. Новик,  
кандидат биологических наук Т. В. Романовская,  
кандидат биологических наук Л. И. Стефанович

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор Н. П. Максимова,  
член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук В. В. Туток

© Институт микробиологии НАН Беларуси, 2016

© Оформление. РУП «Издательский дом

«Беларуская навука», 2016

Т. Л. САВЧИЦ<sup>1</sup>, В. А. ТИМОФЕЕВА<sup>2</sup>,  
Л. А. ГОЛОВЧЕНКО<sup>2</sup>, З. М. АЛЕЩЕНКОВА<sup>1</sup>

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
БИОПРЕПАРАТА «ПОЛИФУНКУР»  
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА  
ОДНОЛЕТНИХ ЦВЕТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ**

<sup>1</sup>Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,  
*tsavchic@mail.ru*

<sup>2</sup>Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь,  
*luda\_gol@yahoo.com*

Использование биоудобрения «ПолиФункур» при выращивании посадочного материала однолетних цветочных растений *Tagetes erecta* (сем. *Asteraceae*, сорт Родос) положительно влияет на их рост и развитие. Обработка биопрепаратом активизирует аборигенную микрофлору ризосферы, стимулирует рост и продуктивность цветения растений тагетеса.

**Введение.** В настоящее время для поддержания почвенного плодородия, высокой продуктивности в растениеводстве большое внимание уделяется использованию микробных препаратов [1]. Микроорганизмы, составляющие основу биопрепаратов, стимулируют рост и развитие растений за счет фиксации атмосферного азота, растворения труднодоступных почвенных фосфатов, подавления развития корневых фитопатогенов, биосинтеза ростовых веществ [2]. Применение таких биопрепаратов позволяет регулировать численный состав микроорганизмов ризосферы декоративных растений в соответствии с их потребностями.

**Цель исследования** – оценка влияния биоудобрения «ПолиФунКур» на рост и развитие однолетних цветочных растений *Tagetes erecta* при выращивании посадочного материала.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в условиях закрытого грунта в ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (2014 г.). Объектом исследований служил биопрепарат «ПолиФунКур», разработанный в Институте микробиологии НАН Беларуси. Биоудобрение «ПолиФунКур» представляет собой аэробно ферментированный куриный помет, содержащий в своем составе, не менее: органических веществ – 60%, азота (N) – 1,5%, фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 1,5%, калия (K<sub>2</sub>O) – 1,0% и интродуцированный бактериальный компонент на основе ростостимулирующего штамма *Brevibacillus* sp. 11-A.

Испытание эффективности применения биопрепарата «ПолиФунКур» проводили на однолетних цветочных растениях – бархатцах прямостоячих (*Tagetes erecta* cv. Rodos, сем. *Asteraceae*). Это раскидистые растения высотой 65–80 см с густомахровыми ярко-оранжевыми соцветиями диаметром до 12 см.

Интродукцию микроорганизмов, составляющих основу биоудобрения «ПолиФунКур», в ризосферную почву тагетеса осуществляли методом полива в условиях горшечной культуры (двух-, трех- и четырехкратно). Сроки применения препарата: первый – в фазе двух настоящих листьев, последующие – в период активного роста через каждые 2 недели.

Пробы отбирали из верхнего слоя (0–10 см) ризосферной почвы растений. Численность микроорганизмов различных физиологических групп определяли стандартными методами путем посева соответствующих разведений почвенной суспензии на агаризованные селективные среды (Эшби, Муромцева, МСА, МПА, СА и КАА) [3,4].

Для оценки функциональной структуры микробоценоза определяли коэффициенты минерализации азота как отношение между микроорганизмами, которые используют минеральный и органический азот [5].

Оценку эффективности применения биоудобрения «ПолиФунКур» изучали по морфологическим и биометрическим по-

казателям однолетних цветочных растений тагетеса. Обработка экспериментальных данных проводилась согласно общепринятым для биологических исследований методикам [3].

**Результаты и обсуждение.** Активность интродуцированных микроорганизмов связана с приживаемостью их в ризосфере и ризопланте. Концентрация их в ризосфере и плотная колонизация корней зависят от правильного подбора агрономически полезных штаммов и их ассоциаций [6]. Анализируя полученные данные, можно констатировать, что использование биопрепарата «ПолиФунКур» при выращивании однолетних цветочных культур способствовало увеличению численности микроорганизмов в почве (рис. 1).

Применение биопрепарата «ПолиФунКур» при выращивании растений *Tagetes erecta* увеличило численность бактерий, усваивающих органические формы азота в 1,3 раза. Высокое содержание аммонификаторов в почве говорит о преобладании процессов минерализации органических азотсодержащих веществ, ведущих к образованию гумусовых веществ (коэффициент

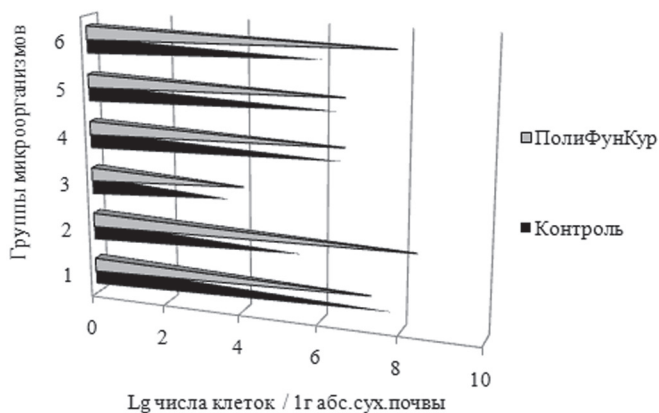


Рис. 1. Количественный состав микроорганизмов ризосферной почвы растений *Tagetes erecta* после двукратного внесения биопрепарата «ПолиФунКур»: 1 – спорообразующие; 2 – усваивающие органические формы азота; 3 – актиномицеты; 4 – фосфатмобилизующие; 5 – олигонитрофильные (в т. ч. азотфиксирующие); 6 – усваивающие минеральные формы азота

минерализации – 0,27) и, как следствие, к повышению плодородия почвы [7, 8]. Внесение биопрепарата «ПолиФунКур» способствует росту титра микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, который составляет  $5,7 \times 10^7$  КОЕ/мл, что в 2 раза выше контрольного показателя.

Двукратное внесение биопрепарата «ПолиФунКур» оказало влияние на рост и развитие растений *Tagetes erecta*. Через 2 недели после второго внесения удобрений прирост растений составил 211,1 мм, что на 99,0% превышало контрольные показатели (106,1 мм). Через 4 недели после второго внесения удобрения стимулирующий эффект возрос: прирост растений в варианте внесения препарата «ПолиФунКур» составил 284,2 мм и на 104,0% превышал контрольные показатели. Через 6 недель после внесения биоудобрения «ПолиФунКур» прирост растений тагетеса составил 323,0 мм и был на 91,5% выше прироста растений в контроле (168,7 мм) (табл. 1).

Таблица 1. Влияние двукратного внесения биопрепарата «ПолиФунКур» на рост растений *Tagetes erecta*

Вариант опыта	Высота растения, мм		Величина прироста растения	
	до внесения	после 2-го внесения	мм	% к контролю
Контроль (без внесения удобрений)	20,9 ± 0,4	189,6 ± 28,0	168,7	100,0
ПолиФунКур	57,4 ± 8,5	380,4 ± 21,9	323,0	191,5
НСР <sub>05</sub>	13,4	80,7		

В вариантах применения удобрения «ПолиФунКур» начало фазы бутонизации растений тагетеса отмечено на 3 дня раньше, чем в контроле. На протяжении последующего месяца количество бутонов в варианте применения удобрения «ПолиФунКур» превышало контрольные показатели в 1,5–7,0 раз. Цветение растений тагетеса в варианте внесения биоудобрения «ПолиФунКур» началось на месяц раньше, чем в контроле, а продуктивность цветения в 7 раз превышала показатели растений в контроле.

Двукратное внесение биоудобрения «ПолиФунКур» стимулировало формирование мочковатой корневой системы растений тагетеса, сырая масса которой на 234,1% превышала контрольные показатели (табл. 2).

Таблица 2. Влияние двукратного внесения биоудобрения «ПолиФунКур» на формирование корневой системы растений *Tagetes erecta*

Вариант опыта	Масса корневой системы	
	г	% к контролю
Контроль (без внесения удобрений)	5,36 ± 0,35	100,0
ПолиФунКур	17,91 ± 2,81	334,1

Главной задачей интродуцируемых бактерий является сохранение высокого уровня плотности для проявления полезного действия на протяжении всего вегетационного периода растений и положительного влияния на численность агрономически ценной аборигенной микрофлоры. Трехкратное внесение биопрепарата «ПолиФунКур» способствовало развитию микроорганизмов, участвующих в превращении соединений азота и фосфора (рис. 2).

Анализ микробного сообщества почвы цветочных растений *Tagetes erecta* показал, что доминирующими в нем являются бактерии, способные усваивать минеральные формы азота и олигонитрофильные (в т. ч. азотфиксирующие) бактерии. Следует отметить, что их титр был выше контроля в 1,3 и 1,2 раза соответственно. При внесении биопрепарата «ПолиФунКур» численность микроорганизмов, способных солиubilизировать фосфаты, увеличилась по сравнению с контрольным вариантом в 1,3 раза. Фосфор – одно из главных ограничивающих рост питательных веществ, что объясняется быстрым его связыванием в почве в труднодоступные для растений соединений. Таким образом, внесение фосфатрастворяющих бактерий, входящих в состав биопрепарата «ПолиФунКур», способствует улучшению фосфорного питания путем увеличения доступности фосфора для растений через мобилизацию и минерализацию неорганического и органического фосфора.

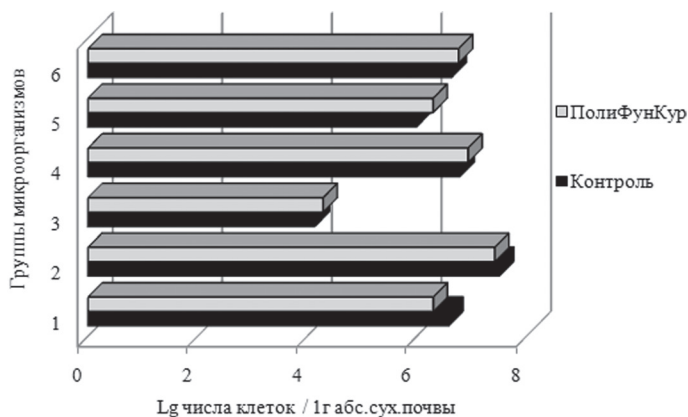


Рис. 2. Влияние биопрепарата «ПолиФунКур» на численность бактерий ризосферной почвы растений *Tagetes erecta* (трехкратное внесение препарата): 1 – спорообразующие; 2 – усваивающие органические формы азота; 3 – актиномицеты; 4 – фосфатмобилизующие; 5 – олигонитрофильные (в т. ч. азотфиксирующие); 6 – усваивающие минеральные формы азота

При трехкратном внесении биоудобрения «ПолиФунКур» прирост растений тагетеса через 4 недели после внесения составил 274,6 мм, что на 62,8% превышало контрольные показатели (табл. 3).

Таблица 3. Влияние трехкратного внесения биоудобрения «ПолиФунКур» на рост растений *Tagetes erecta*

Вариант опыта	Высота растения, мм		Величина прироста растений	
	до внесения	после 3-го внесения	мм	% к контролю
Контроль (без внесения удобрений)	20,9 ± 0,4	189,6 ± 28,0	168,7	100,0
ПолиФунКур	24,6 ± 1,7	299,2 ± 14,9	274,6	162,8
НСР <sub>05</sub>	8,8	55,3		

В вариантах трехкратного применения биоудобрения «ПолиФунКур» начало фазы бутонизации отмечено на 3 дня раньше, чем в контроле. На протяжении последующего месяца количество бутонов в варианте применения удобрения «ПолиФунКур» превышало контрольные показатели в 1,4–6,0 раз (рис. 3).



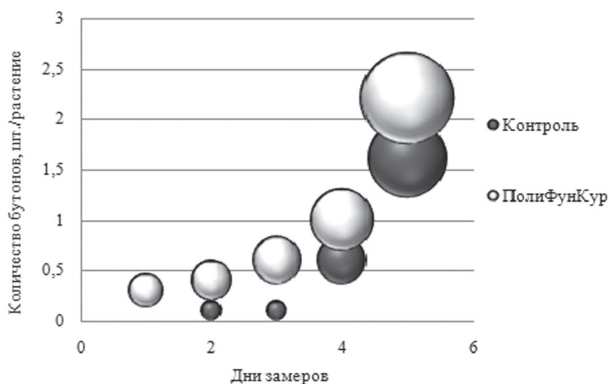


Рис. 3. Влияние трехкратного внесения биоудобрения «ПолиФунКур» на формирование бутонов у растений тагетеса: даты замеров: 1 – 19.09; 2 – 22.09; 3 – 25.09; 4 – 03.10; 5 – 20.10

Начало фазы цветения в варианте внесения биоудобрения «ПолиФунКур» отмечено на месяц раньше, чем в контроле, а продуктивность цветения растений в 7 раз превышала контрольные показатели.

Трехкратное внесение биопрепарата «ПолиФунКур» стимулировало формирование корневой системы растений тагетеса, сырая масса которой на 253,9% превышала контрольные показатели (табл. 4).

Таблица 4. Влияние трехкратного внесения биопрепарата «ПолиФунКур» на формирование корневой системы растений *Tagetes erecta*

Вариант опыта	Масса корневой системы	
	г	% к контролю
Контроль (без внесения удобрений)	5,36 ± 0,35	100,0
ПолиФунКур	18,97 ± 3,45	353,9

Использование биоудобрения «ПолиФунКур» как стимулятора почвенного плодородия под однолетние цветочные растения активизировало микробиологические процессы в ризосферной почве тагетеса (рис. 4).

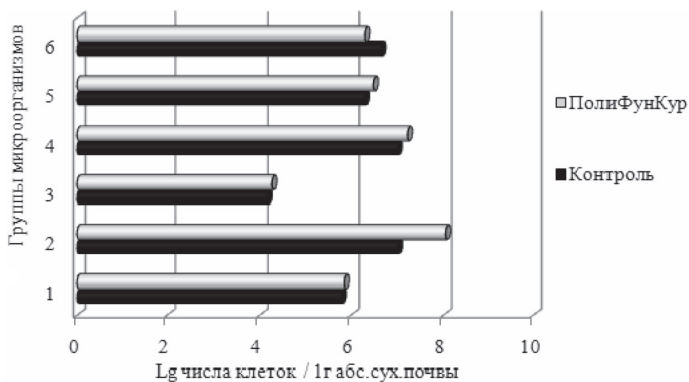


Рис. 4. Микрофлора ризосферы растений тагетеса под действием биопрепарата «ПолиФунКур» (четырёхкратное внесение препарата): 1 – спорообразующие; 2 – усваивающие органические формы азота; 3 – актиномицеты; 4 – фосфатмобилизующие; 5 – олигонитрофильные (в т. ч. азотфиксирующие); 6 – усваивающие минеральные формы азота

Колебания численности микроорганизмов при четырехкратном внесении биопрепарата оказались выше по напряженности, чем в предыдущих вариантах опыта. Максимальная биогенность почвы установлена в ризосфере тагетеса при четырехкратном внесении биоудобрения. В варианте внесения препарата «ПолиФунКур» максимальную численность имели микроорганизмы, усваивающие органические формы азота, их количество было выше контрольного показателя в 1,6 раз. Коэффициент минерализации составил 0,18. Титр микроорганизмов, способных к солибилизации фосфатов и олигонитрофильных бактерий, после внесения биоудобрения «ПолиФунКур» вырос по сравнению с контрольным вариантом.

Полученные количественные данные по численности микроорганизмов основных эколого-трофических групп свидетельствуют, что в ризосфере цветочных растений тагетес формируются микробценозы, богатые микроорганизмами, усваивающими органические формы азота, фосфатмобилизующими бактериями, а также олигонитрофильными микроорганизмами (в т. ч. азотфиксирующими), более низкие показатели численности имеют спорообразующие бактерии и актиномицеты.

Четырехкратное внесение биоудобрения «ПолиФунКур» оказало значительное влияние на рост и развитие растений тагетеса (табл. 5). В варианте внесения препарата прирост растений на 45,8% превышал контрольные показатели.

В варианте четырехкратного внесения удобрения «ПолиФунКур» начало фазы бутонизации отмечено на 3 дня раньше, чем в контроле. На протяжении последующего месяца количество бутонов в варианте применения удобрения «ПолиФунКур» превышало контрольные показатели в 1,6–5 раз (рис. 5).

Как и в предыдущих вариантах опыта, цветение растений в варианте применения биоудобрения началось на месяц раньше, чем в контроле, продуктивность цветения в 6 раз превышала контрольные показатели.

Четырехкратное внесение биоудобрения «ПолиФунКур» стимулировало формирование корневой системы растений тагетеса, масса которой на 288,8% превышала контрольные показатели (табл. 6).

Таблица 5. Влияние четырехкратного внесения биоудобрения «ПолиФунКур» на рост растений *Tagetes erecta*

Вариант опыта	Высота растения, мм		Величина прироста растений	
	до внесения	после 4-го внесения	мм	% к контролю
Контроль (без внесения удобрений)	20,9 ± 0,4	189,6 ± 28,0	168,7	100,0
ПолиФунКур	29,1 ± 3,4	275,0 ± 7,8	245,9	145,8
НСР <sub>05</sub>	19,3	66,4		

Таблица 6. Влияние четырехкратного внесения биопрепарата «ПолиФунКур» на формирование корневой системы растений *Tagetes erecta*

Вариант опыта	Масса корневой системы	
	г	% к контролю
Контроль (без внесения удобрений)	5,36 ± 0,35	100,0
ПолиФунКур	20,84 ± 3,35	388,8

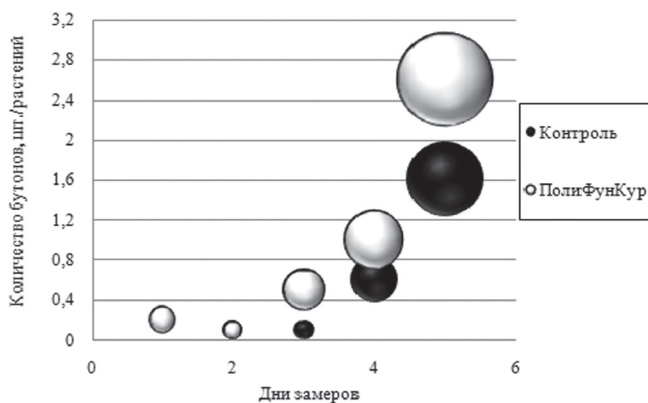


Рис. 5. Влияние четырехкратного внесения биоудобрения «ПолиФунКуР» на формирование бутонов у растений тагетеса: даты замеров: 1 – 19.09; 2 – 22.09; 3 – 25.09; 4 – 03.10; 5 – 20.10

Таким образом, применение биопрепарата «ПолиФунКуР» способствовало более раннему началу фазы бутонизации и фазы цветения по сравнению с контролем, повышению продуктивности цветения, а также стимулировало формирование более мощной корневой системы.

**Заключение.** Полученные результаты показывают, что применение биоудобрения «ПолиФунКуР» позитивно влияет на рост и развитие посадочного материала однолетних цветочных растений *Tagetes erecta*, приводя к увеличению высоты растений, формированию более мощной корневой системы, более раннему началу бутонизации и цветения, повышению продуктивности цветения.

В результате проведенных исследований установлено, что максимальная биогенность почвы в ризосфере цветочных растений тагетеса достигается при четырехкратном внесении биопрепарата «ПолиФунКуР». Максимальную численность имеют микроорганизмы, усваивающие органические формы азота, их количество превышает контроль во всех вариантах опыта. Следует отметить, что они являются одной из значимых групп микроорганизмов, принимающих участие в процессах гумификации. В результате расчета коэффициентов минерализации установлено, что в почве преобладают процессы разложения азотсодержащих

органических веществ, которые напрямую связаны с количественным ростом аммонификаторов и преобладанием таковых над численностью бактерий, способных усваивать минеральные формы азота (коэффициенты минерализации ниже 1).

## Литература

1. Михеева, Г. А. Влияние полифункционального биопрепарата на продуктивность овощных культур / Г. А. Михеева, Л. А. Сомова // *Агрохимия*. – 2013. – № 5. – С. 66–72.
2. Петрова, С. Н. Микробные препараты как способ формирования эффективных растительно-микробных систем / С. Н. Петрова, Н. В. Парахин // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2013. – № 2 (6). – С. 86–91.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов; под ред. В. Е. Егорова. – М.: Колос, 1965. – С. 423.
4. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Й. Сэги. – М.: Колос, 1983. – С. 104.
5. Мишустин, Е. Н. Успехи разработки принципов микробиологического диагностирования состояния почв / Е. Н. Мишустин, Е. В. Рунов // *Успехи соврем. биологии*. – 1957. – Т. 44. – С. 256–267.
6. Сидоренко, О. Д. Использование микроорганизмов ризосферы в качестве перспективного бакпрепарата для возделывания сельскохозяйственных культур / О. Д. Сидоренко, Л. И. Войно // *Вестн. Тамбов. ун-та. Сер.: Естеств. и техн. науки*. – 1999. – Т. 4, № 1. – С. 87–91.
7. Пономарева, В. В. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л., 1975. – 105 с.
8. Дятлова, К. Д. Микробные препараты в растениеводстве / К. Д. Дятлова // *Соросовский образоват. журн.* – 2001. – Т. 7, № 5. – С. 17–23.

*T. L. SAVCHITS<sup>1</sup>, V. A. TIMOFEEVA<sup>2</sup>, L. A. GOLOVCHENKO<sup>2</sup>,  
Z. M. ALESCHENKOVA<sup>1</sup>*

### EVALUATION OF APPLICATION EFFICIENCY OF «POLYFUNCUR» BIOPREPARATION PROMOTING DEVELOPMENT OF ANNUAL FLORAL SEEDLINGS

*<sup>1</sup> Institute of Microbiology, National Academy of Sciences,  
Minsk, Belarus, tsavchic@mail.ru*

*<sup>2</sup> Central Botanical Garden, National Academy of Sciences,  
Minsk, Belarus, luda\_gol@yahoo.com*

Treatment of planting stock of annual floral cultures *Tagetes erecta* (fam. *Asteraceae*, variety *Rhodos*) with biofertilizer «PolyFunCur» caused a favorable effect on its growth and development. Introduction of biofertilizer activated indigenous rhizospheric microflora, stimulated growth and blossoming of tagetes plants.

*Поступила 29.03.2016 г.*