

**С.К.Воцелко<sup>1</sup>, Н.А.Ямборко<sup>1</sup>, О.А.Литвинчук<sup>1</sup>, Л.А.Данкевич<sup>1</sup>, Ю.Н.Шкатула<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины,  
ул. Академика Заболотного, 154, Киев ГСП, Д03680, Украина

<sup>2</sup>Винницкий национальный аграрный университет,  
ул. Солнечная, 3, Винница, 21008, Украина

## **БИОДЕСТРУКЦИЯ ЛИПКОГЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ В ПОЧВАХ РАЗНЫХ ТИПОВ**

Установлена способность природных микробных ассоциаций из различных типов почв разлагать липкогенные композиции, созданные на основе препарата ЭПАА. Показано, что липкогенные композиции экологичны и безвредны для окружающей среды, постепенно разлагаются в почве, обеспечивая пролонгированное действие на растения внесенных вместе с ними средств защиты растений. Скорость деструкции данных липкогенов зависит от типа почвы. Наиболее благоприятные для деструкции всех липкогенных композиций – дерновоподзолистая и серая лесная почвы, медленнее идет деструкция в условиях супесчаной почвы.

*Ключевые слова:* липкоген, препарат ЭПАА, биодеструкция, почвенные микроорганизмы, различные типы почв.

В условиях современной сельскохозяйственной деятельности человека количество стрессовых для окружающей среды, в том числе и почвы, факторов непрерывно возрастает. Почва – это живой органоминеральный субстрат с характерной зональностью и заселяющей его биотой различного уровня организации. Почвенные микроорганизмы выполняют ключевую роль в формировании её плодородия, осуществляя трансформацию органических остатков и обеспечивая синтез гумусовых веществ [1,10]. На микроорганизмы почвы также влияют средства защиты растений, применяемые в современных агротехнологиях. Именно микроорганизмам принадлежит ведущая роль в деструкции пестицидов – экзотических субстратов для микробоценозов почвы. Приспосабливаясь к новым, часто агрессивным соединениям, микроорганизмы могут проявлять устойчивость к ним и даже использовать в качестве источника питания [6, 11]. Однако, при высокой их токсичности и мутагенности наблюдается ингибирующее действие на функциональные свойства микроорганизмов. Последнее отрицательно отражается на структуре микробного ценоза почвы и его функционировании [12]. Интенсивность негативного воздействия пестицидов зависит от целого ряда факторов: почвенно-климатических условий, особенностей агротехники выращивания культур, дозирования препаратов, длительности их применения и многих других.

С целью уменьшения доз пестицидов и их негативного влияния на окружающую среду при предпосевной обработке семян и растений используют различные липкогены, в частности, препарат ЭПАА-10. Этот биологический гель разработан в Институте микробиологии и вирусологии НАН Украины путем полимеризации водного раствора микробного полисахарида ксантана (продуцент *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* УКМ 1051) в присутствии полиакриламида [8]. Препарат ЭПАА в водных растворах – это биоколлоид, сохраняющий свои реологические свойства в широком диапазоне температур, pH, давления и концентраций различных солей [3]. Препарат не токсичен (IV класс безопасности), легко растворим в воде, совместим со средствами защиты растений, применяемыми в растениеводстве.

Препарат ЭПАА и его товарная форма ЭПАА-10 производится согласно ТУ В 88-105-002-2000.

Препарат ЭПАА-10 предназначен для использования на полях в различных климатических зонах Украины как липкогенный носитель пестицидов. Попадая в почву, он контактирует с её естественными микробными ассоциациями. Возникает вопрос о способности почвенных микроорганизмов разлагать в естественных условиях липкогенные композиции различного состава.

В связи с этим, целью данного исследования было изучить способность природных микробных сообществ различных типов почв разлагать липкогенные композиции, созданные на основе препарата ЭПАА.

**Материалы и методы.** Объектом исследований были поликомпонентные липкогенные композиции, созданные на основе препарата ЭПАА. В вариантах опыта использовали композиции ЭПАА и ксантана, а также полиакриламид (ПАА) с различной молекулярной массой (ПАА 1510 и ПАА 950).

Композиция 1: смесь 1 %-ного раствора ксантана и ЭПАА, в соотношении 7:3. Композиция используется в качестве носителя клубеньковых бактерий при инокуляции семян бобовых растений [9].

Композиция 2: ЭПАА (соотношение полиакриламида и 1 %-ного ксантана составляет 8:2). Используется для обработки семян зерновых, зернобобовых и технических культур [3].

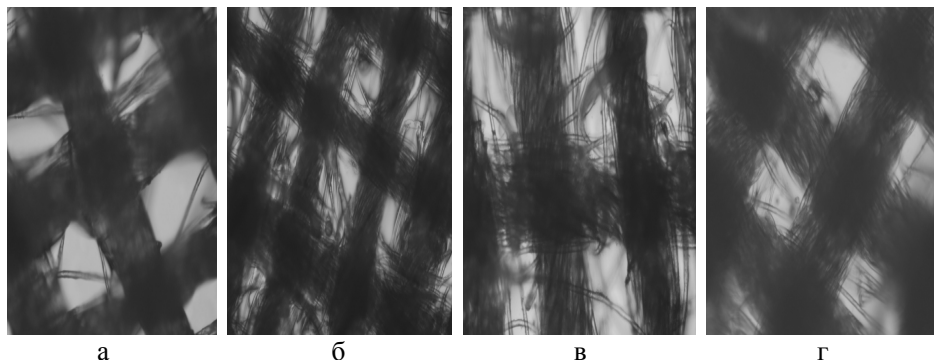
Композиция 3: ЭПАА-10 (соотношение полиакриламида и 1 %-ного ксантана составляет 7:3). Используется для защиты стручков рапса от высыпания [3].

Композиция 4. Баковая смесь получена без процесса сополимеризации и содержит: ПАА 1510 (0,5 %-ный водный раствор) + ПАА 950 (0,5 % водный раствор) + ксантан (1 %-ный водный раствор). Все компоненты смешивали в соотношении 3:1:2. По сравнению с препаратом ЭПАА образует менее липкогенную и эластичную плёнку.

Деструкцию липкогенных композиций с ЭПАА изучали в трёх типах почв – песчаной, дерново-подзолистой и серой лесной. Исследуемые композиции в количестве 1,2 мл наносили на поверхность тканевых дисков из батиста ( $d=50$  мм), высушивали до постоянной массы и помещали в почву для всестороннего контакта с естественной почвенной микрофлорой. В качестве контроля использовали необработанный липкогеном тканевый диск. Срок экспозиции дисков в почве составлял 90 суток при температуре 22 °С и влажности почвы на уровне 60 % от полной влагоемкости. По окончании опыта диски вынимали из почвы, освобождали от почвенных частичек, высушивали до постоянной массы. Интенсивность разложения оценивали по убыли массы дисков после экспозиции по сравнению с исходной массой.

Микроструктуру высушенных дисков с нанесенными липкогенами изучали с использованием оптического микроскопа XY - B2, оборудованного цифровым видеоуляром ICM 532 и системой обработки изображения AMCAP/VIDCAP (Microsoft). Микрофотографии получали при увеличении в 500 раз с 20-ти кратным объективом в режиме проходящего света.

**Результаты и их обсуждение.** Внесённые в почву субстраты были подвержены микробно-му разложению. После 90 суток инкубации в дерновоподзолистой почве, образец № 1 потерял в массе 76,2 %, образцы № 2, 3 и 4 соответственно – 31,1, 41,9 и 31,1 %. Следовательно, первая композиция липкогенов (образец № 1) микроорганизмами дерновоподзолистой почвы разлагается в 2,7 раза эффективнее, чем № 2, № 3 и в 1,9 раза, чем композиция №4. В то же время, контрольный диск разложился на 17,0 % (рис. 1, 2).



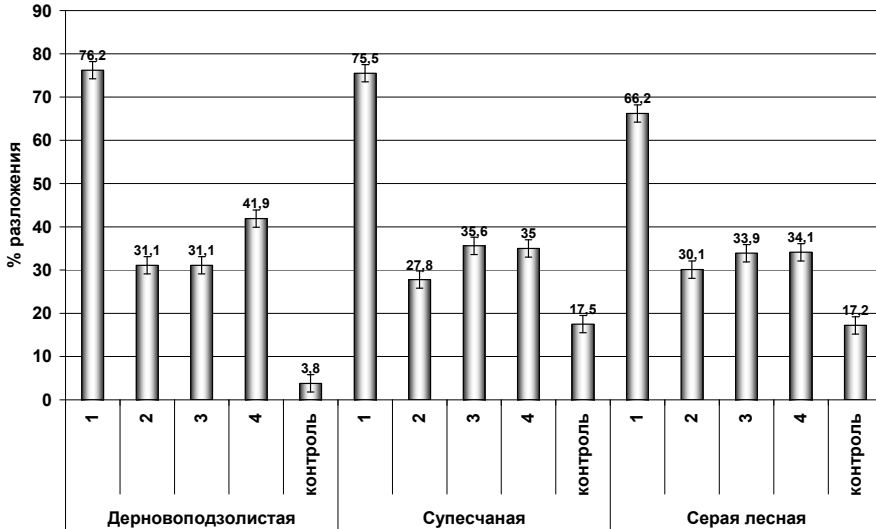
**Рис. 1. Микроструктура дисков с вариантом липкогенной композиции №1 в:**

- а – супесчаной почве
- б – серой лесной почве
- в – дерновоподзолистой почве
- г – контроль (диск без липкогенной композиции)

В условиях супесчаной почвы в контрольном варианте потеря массы составляла 17,5 % за весь опытный период. Диски в варианте № 1 потеряли 75,5 %, в варианте № 2 – 27,8 %, № 3 – 35,6 %, № 4 – 35,0 % от исходной массы. Это свидетельствует об активном разложе-

нии липкогенных композиций микроорганизмами супесчаной почвы. Наиболее интенсивно подвергался деструкции вариант № 1, превышая показатели разложения других вариантов в 3,2-5,6 раза (рис. 2).

Подобную закономерность наблюдали и в условиях разложения липкогенов в серой лесной почве. Потеря массы первого образца составила 66,2 %, второго – 30,1 %, третьего – 33,9 %, четвертого – 34,1 %. Разложение первой композиции превышало разложение остальных композиций в 3,8-2,9 раза (рис. 2).



**Рис. 2.** Разложение липкогенных композиций на основе ЭПАА аборигенными микроорганизмами разных типов почв.

1, 2, 3, 4 – варианты композиций, контроль – диски без липкогенов.

Внесённые в почву липкогенные композиции, на основе микробного экзополисахарида ксантана и других углеродсодержащих компонентов, могут выступать дополнительными субстратами и создавать благоприятные условия для развития симогенной микрофлоры, характерной для каждого из исследуемых типов почв. Известно, что зимогенная микрофлора почвы интенсивно развивается при внесении в нее органических веществ как дополнительных легкодоступных источников питания. Это группа быстрорастущих микроорганизмов, поставляющих материал для синтеза макромолекул гумуса и участвующих в этом процессе ферментов.

Показано, что независимо от типа почвы, почвенной микрофлорой более активно разлагалась липкогенная композиция № 1. Проанализировав ее состав нужно отметить, что данная композиция содержит ксантана больше, чем другие. Очевидно, ЭПС ксантан является для почвенных микроорганизмов наиболее доступным питательным субстратом и это обеспечивает эффективное разложение всего комплекса [5].

Наименее всего деструкции микроорганизмами подвергалась композиция, в состав которой входит смесь полиакриламида с ксантаном (вариант 4).

С другой стороны, скорость деструкции данных липкогенов зависит и от типа почвы. Наиболее благоприятные для деструкции всех липкогенных композиций – дерновоподзолистая и серая лесная почвы, медленнее идет деструкция в условиях супесчаной почвы. По нашему мнению, данный факт может объясняться физико-химическими особенностями почв; количественными и качественными отличиями в составе микрофлоры, содержанием гумуса и т.п.

Известно, что содержание гумуса в серой лесной почве составляет 3-4 %. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. Почвенный раствор имеет слабокислую реакцию, а самая распространенная группа микроорганизмов – педотрофы, которые усваивают наиболее мобильные водорастворимые фракции гумуса на ранних этапах его деструкции, а также органические вещества почвы – белки, аминокислоты, углеводы, полисахариды. Распространены также и целлюлозоразрушающие микроорганизмы, для роста и развития которых имеется достаточное количество субстрата в виде растительных остатков [11].

В дерновоподзолистой почве содержание гумуса не превышает 6-8 %, реакция почвенно-го раствора кислая. Дерновоподзолистая почва характеризуется высоким количеством нитрификаторов и амонификаторов, а также протеазной, уреазной и нитрифицирующей активностью [2, 7].

Супесчаные почвы относительно бедны питательными веществами (1,5-2 % гумуса), поэтому доминирующей группой микроорганизмов являются олиготрофы. Олиготрофы – микроорганизмы, приспособленные к развитию в условиях среды, бедной питательными веществами. Отличаются медленным ростом [1].

Результаты проведенных исследований согласуются с уже полученными данными [4]. Так, ранее было установлено, что препарат ЭПАА в ризосфере саженцев сосны и дуба разлагался почвенными микроорганизмами с различной скоростью. Деструкция 4 %-ного ЭПАА микроорганизмами ризосферы сосны составляла 83 %, 2,5 %-ного ЭПАА – 42 %, а в ризосфере дуба деструкция ЭПАА составляла соответственно 57,7 % и 8,7 % от исходного. В зависимости от типа почв было отмечено, что деградация ЭПАА интенсивнее протекает в серой лесной почве по сравнению с песчаной. Очевидно, это связано с более богатым органическим составом серой лесной почвы, что обеспечивает более оптимальные условия для развития почвенных микроорганизмов [4]. Приведенные выше результаты еще раз косвенно подтверждают экологическую безопасность для окружающей среды липкогенных композиций на основе ЭПАА и ксантана. А их постепенное разложение в почве обеспечивает пролонгированное действие на растения внесенных вместе с ними средств защиты растений.

Таким образом, скорость разложения различных исследуемых липкогенных композиций на основе ЭПАА зависит от состава композиции и типа почвы. Показано, что независимо от типа почвы, микрофлорой любого типа почвы наиболее активно разлагалась липкогенная композиция № 1, которая содержит ксантана больше, чем другие аналогичные липкогены. Следует также отметить, что наиболее интенсивно деструктируются все типы липкогенных композиций микрофлорой дерновоподзолистой и серой лесной почвы. Медленнее всего идет деструкция в условиях супесчаной почвы.

*<sup>1</sup>С.К.Воцелко, <sup>1</sup>Н.А.Ямборко, <sup>1</sup>О.О.Литвинчук, <sup>1</sup>Л.А.Данкевич, <sup>2</sup>Ю.М.Шкатула*

*<sup>1</sup> Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ*

*<sup>2</sup> Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Україна*

## **БИОДЕСТРУКЦИЯ ЛИПКОГЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ В ГРУНТАХ РИЗНИХ ТИПІВ**

### **Резюме**

Встановлено здатність природних мікробних асоціацій із різних типів ґрунтів розкласти липкогенні композиції, що створені на основі препарату ЕПАА. Показано, що липкогенні композиції екологічні та нешкідливі для навколишнього середовища, поступово розкладаються в ґрунті та забезпечують пролонговану дію на рослини внесених разом з ними засобів захисту. Доведено, що швидкість деструкції даних липкогенів залежить від типу ґрунтів. Найбільш сприятливі для деструкції – дерновопідзолисті та сірий лісовий ґрунти, повільніше іде деструкція в умовах супіщаного ґрунту.

Ключові слова: липкоген, препарат ЕПАА, біодеструкція, ґрунтові мікроорганізми, різні типи ґрунтів.

***S.K. Votselko<sup>1</sup>, N.A. Yamborko<sup>1</sup>, O.O. Lytvynchuk<sup>1</sup>, L.A. Dankevych<sup>1</sup>, Yu.N. Shkatula<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*

*<sup>2</sup>Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia*

## **BIOLOGICAL DEGRADATION OF STICKY-GENE COMPOSITIONS IN DIFFERENT TYPE SOILS**

### **S u m m a r y**

The ability of native microbial associations from different types of soils to degrade sticky-gene composition which were created on the EPAA basis have been determined. The ecological safety and harmlessness of sticky-gene composition, its slow degradation by soils microorganisms and providing long-term influence (impact) of preparations introduced on plants protection have been shown. The conditions of gray forest and sod podzol soil

are the most favorable for the sticky-gene composition degradation. Sticky-gene composition degradation goes slower in sandy soil conditions.

The paper is presented in Russian.

**Key words:** sticky-gene composition, preparation EPAA, biological degradation, soil microorganisms.

**The author's address:** S.K.Votselko, Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine; 154 Acad. Zabolotny St., Kyiv, MSP, D03680, Ukraine.

1. *Андреюк Е.И., Валагурова Е.В.* Основы экологии почвенных микроорганизмов. – Киев: Наук. думка, 1992. – 223 с.
2. *Аристовская Т.В.* Современные критерии количественной оценки роли почвенных микроорганизмов и функционировании экосистем/ V съезд Всер.микроб.об-ва (Ереван,1975):Сб. докл. – Ереван, 1975. – С. 3–4.
3. *Воцелко С.К., Гвоздяк Р.И., Данкевич Л.А., Литвинчук О.О., Патица В.П.* ЕПАА-10 – універсальний біологічний прилипач пестицидів і регуляторів росту // Методичні рекомендації – Київ: Гарнітура Таймс, 2007. – 26 с.
4. *Воцелко С.К., Литвинчук О.О., Ведмідь М.М., Узаров В.М., Попов О.Ф.* Ефективність застосування препарату ЕПАА в лісовому господарстві // Вісник ОНУ, Серія Біологія. – 2005. – 10, Вип.7– С. 237–242.
5. *Гвоздяк Р.И., Матышевская М.С., Григорьев Е.Ф., Литвинчук О.А.* Микробный полисахарид кантан. – Киев: Наук. думка, 1989. – 212 с.
6. *Експериментальна ґрунтова мікробіологія / Під. ред. В.В.Волкогона.* – Київ: Аграрна наука, 2010. – 463 с.
7. *Моисеева В.К.* Микробиологические и биохимические процессы превращения азота в дерново-подзолистых почвах: Автореф. дис...канд. биол. наук. – Таллин, 1975. – 19 с.
8. Пат. 24856 Україна, МКІ<sup>4</sup> А С08F220/56. Спосіб одержання співполімеру поліакриламід (ЕПАА) / Є.М. Видющенко, С.К. Воцелко, Р.І. Гвоздяк, В.П. Гнідець, О.О. Литвинчук, Г.С. Сарібеков, В.А. Болоховська.– Опубл.15.10.02, Бюл. №10.
9. Пат. № 89120 Україна МПК С 12 N 1/00, А 01С 1/00. Композиція для інокуляції насіння бобових рослин на основі бульбочкових бактерій та липкогена ЕПАА / Н.О. Леонова, С.К. Воцелко, Л.В. Титова, І.С. Гергало, Г.О. Іутинська, В.П. Патица. – Опубл. 25.12.2009, Бюл. № 24.
10. *Саловарова В.П., Козлов Ю.П.* Эколого-биотехнологические основы конверсии растительных субстратов. – Москва: РУДН, 2000. – 331с.
11. *Сусьян Е.А., Рыбьянец Д.С., Ананьева Н.Д.* Профильное изменение микробной активности в серой лесной почве и черноземе // Почвоведение. – 2006. – №8. – С. 956–964.
12. *Ямборко Н.А., Іутинська Г.О.* Вплив фунгіцидів біологічного і хімічного походження на мікробіоту ґрунту під озимою пшеницею, вирощувану за різними агротехнологіями // Наукові записки Тернопільського педуніверситету: Серія Біологія. – 2003. – Вип. 1(20). – С. 54–58.

Отримано 08.01.2011