



С.А. ГОРОБЕЦ, Н.А. ПАВЛЮЧЕНКО, А.А. БЛЮМ

Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины  
Украина, 01014 г. Киев, ул. Тимирязевская, 1

## АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ КУЛЬТУРЕ SYRINGA VULGARIS L.

*Установлено существенное снижение фитотоксичности почвы под длительной монокультурой сирени при внесении перегноя и сидерата (*Brassica rapa* var. *oleifera*). Показано, что совместное их применение ускоряет процессы гумификации в почве. Состояние пигментной системы сеянцев сирени определяется биологической активностью почвы.*

Основным естественным источником органического вещества, поступающего в почву, являются растительные остатки. С ними в почву попадают биологически активные вещества — антибиотики, витамины, ферменты, аминокислоты, регулирующие почвенные биологические процессы. Однако с разложением растительных остатков в почве связана фитотоксичность, особенно проявляющаяся под бессменной культурой. Исследования, проведенные в сирингарии НБС НАН Украины, показали высокую степень фитотоксичности почвы вследствие длительной (более 50 лет) монокультуры сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) [7].

Одним из направлений исследования аллелопатических взаимоотношений в биогеоценозе, в частности почвоутомления, является регулирование образования, накопления и разрушения аллелопатически активных веществ, в том числе и искусственно внесенных. Земледелие, развивающееся под у-

розой выпашания почв и падения содержания гумуса, имеет тенденцию к увеличению содержания органического вещества в почве за счёт внесения навоза, компостов, посева многолетних трав, сидерации. Сидераты улучшают физические свойства почвы, повышают обеспеченность её подвижными формами питательных веществ и с успехом могут заменить высокие дозы органических удобрений [11]. Кроме того, легкомобилизуемое органическое вещество зелёных удобрений способствует активизации микробиологических процессов, ускоряющих разложение труднодоступных растительных остатков, а также повышающих численность продуцентов витаминов и ауксинов. Известно, что внесение в почву сидератов за один вегетационный период нормализует почвенно-микробиологические процессы и снижает фитотоксичность [1, 10, 12].

Среди сидератов в последние годы получили распространение растения семейства Brassicaceae. А.М. Гродзинский [2] считал растения этого семейства своеобразными



санитарами растительного сообщества и рекомендовал их для оздоровления микробноценозов различных типов почв. Богатые протеином, аминокислотами, органическими кислотами, сахарами и минеральными питательными веществами, они усиливают биологические процессы в почве, поддерживают более высокий её фунгистазис. Ранее было показано [13], что среди сидеральных культур семейства Brassicaceae благоприятное воздействие на рост растений оказывала озимая сурепица (*Brassica rapa* var. *oleifera*), при разложении её растительные остатки содержали большое количество микроорганизмов и имели более разнообразный видовой состав. Авторы отмечали, что при внесении сурепицы аллелопатический фон почвы в основном создавали соединения растительного происхождения, а не микробиального. В связи с вышесказанным, аллелопатическое регулирование почвенных процессов под длительной культурой *Syringa vulgaris* путём внесения органического вещества, в том числе и негумифицированного, на наш взгляд, имеет научное и практическое значение.

В серии вегетационных опытов, проводимых по методике Журбицкого [5], изучали влияние гумифицированного (перегной) и негумифицированного (зеленая масса *Brassica rapa* var. *oleifera*) органического вещества на оздоровление почвы сиригария. В сосуды высаживались двулетние сеянцы сирени. В почву вносили соответственно перегной и свежую измельченную массу сидерата (5% массы почвы). Изучалось совместное действие сидерата и перегноя на физиологическое состояние сеянцев сирени и аллелопатическое состояние корнеобитаемой среды по следующей схеме: 1) контроль (почва сиригария); 2) почва + перегной (полная доза — 150 г); 3) почва + сидерат (полная доза — 170 г); 4) почва + перегной + сидерат (0,5 + 0,5 дозы); 5) почва + перегной + сидерат (0,3 + 0,7 дозы); 6) почва

+ перегной + сидерат (0,7 + 0,3 дозы). Влияние растительных остатков на корнеобитаемую среду и сеянцы изучали в вегетационном опыте в течение двух вегетаций с использованием почвы длительного пара, в которую вносилась смесь (1:1:1) корней, опада листьев и лепестков сирени (2% массы почвы). В соответствующих вариантах в почву с растительными остатками вносили перегной и сидерат в указанных выше количествах.

Отбор проб растений и почвы для анализа проводили в динамике в течение вегетационного периода (V, VII, IX месяцы — соответственно I, II, III сроки отбора). Аллелопатическую активность почвы определяли методом прямого биотестирования [4]. Состояние сеянцев оценивали по содержанию основных фотосинтетических пигментов в листьях [9]. В конце вегетации в почве определяли содержание фенолкарбоновых кислот и свободных аминокислот [3].

Проведенные исследования подтвердили высокую степень аллелопатической активности растительных остатков сирени. Внесенные в почву длительного пара они создавали фитотоксичность, которая была выше, чем в почве сиригария (табл. 1).

Совместное внесение в почву с растительными остатками сирени органического вещества существенно снижало её фитотоксичность. В начале вегетационного периода наибольшая стимуляция ростовых процессов в корнеобитаемой среде сеянцев сирени наблюдалась с негумифицированным органическим веществом. Однако к концу вегетации она была выше в варианте с перегноем. Подобные результаты получены и в опытах на почве сиригария, где сначала сидерация стимулировала рост биотеста на 67 и 78%, а перегной — на 36 и 53%. Следовательно, фитотоксичность почвы под сиренью можно понизить, используя как гумифицированное, так и легкомобилизуемое органическое вещество, которое активизирует биологические процессы.

Таблица 1

**Аллелопатическая активность почвы при внесении растительных остатков  
сирени и органического вещества (2-я вегетация; биотест — кресс-салат,  
% к контролю — почве сирингария)**

Вариант	Сроки отбора проб		
	I	II	III
Почва — пар	225,0 ± 6,7	231,2 ± 6,9	130,7 ± 3,9
Пар + растительные остатки	91,2 ± 2,7	89,1 ± 2,8	115,9 ± 3,5
Пар + растительные остатки + сидерат	185,0 ± 5,5	176,6 ± 5,3	134,1 ± 4,0
Пар + растительные остатки + перегной	131,3 ± 3,9	156,2 ± 4,7	143,1 ± 4,3
Почва сирингария + сидерат	167,5 ± 5,0	178,1 ± 5,3	105,7 ± 3,2
Почва сирингария + перегной	136,2 ± 4,1	153,1 ± 4,6	114,8 ± 3,4

Биологическую активность почвы оценивали по содержанию свободных аминокислот. Установлено, что сидерат повышал количество аминокислот на 34,7%, а перегной — только на 17,5% (табл. 2).

По вариантам состав аминокислот отличался незначительно. В вариантах с перегноем и, особенно, с сидератом уменьшалось количество фенилаланина, что указывает на его активное включение в процессы гумифи-

кации при внесении органического вещества. Данное предположение подтверждается и содержанием в почве фенолкарбоновых кислот: в варианте с перегноем оно превышало контроль на 20,5%. Качественный состав фенолкарбоновых кислот по вариантам практически не отличался (табл. 2).

Снижение фитотоксичности почвы и повышение её биологической активности сказались на содержании основных фотосинте-

Таблица 2

**Содержание фенолкарбоновых кислот и свободных аминокислот в  
почве сирингария (2-я вегетация), мг/кг**

Кислоты	Варианты		
	Почва (контроль)	Почва + перегной	Почва + сидерат
		Аминокислоты	
Лизин	—	—	0,17 ± 0,01
Гистидин	3,48 ± 0,10	3,06 ± 0,09	4,16 ± 0,12
Аспарагиновая	7,57 ± 0,23	9,01 ± 0,27	9,30 ± 0,28
Глицин	4,53 ± 0,13	7,16 ± 0,21	8,75 ± 0,26
Валин	0,26 ± 0,02	0,36 ± 0,02	—
Фенилаланин	1,86 ± 0,05	1,52 ± 0,04	1,49 ± 0,06
Лейцин	2,22 ± 0,07	2,30 ± 0,08	2,96 ± 0,09
Всего	19,92 ± 0,60	23,41 ± 0,70	26,83 ± 0,80
		Фенолкарбоновые кислоты	
Феруловая	7,2 ± 0,20	7,4 ± 0,24	6,9 ± 0,21
p-Кумаровая	8,3 ± 0,25	13,3 ± 0,40	9,4 ± 0,28
o-Кумаровая	6,5 ± 0,19	7,3 ± 0,23	5,4 ± 0,16
m-Кумаровая	9,5 ± 0,29	8,8 ± 0,26	7,1 ± 0,22
p-Оксибензойная	3,1 ± 0,09	3,6 ± 0,11	2,7 ± 0,08
γ-Резорциловая	1,8 ± 0,07	2,0 ± 0,06	1,6 ± 0,05
Сиреневая	4,2 ± 0,13	5,8 ± 0,18	3,7 ± 0,12
Ванилиновая	5,2 ± 0,17	7,0 ± 0,21	5,2 ± 0,16
Всего	45,8 ± 1,37	55,2 ± 1,66	42,0 ± 1,26

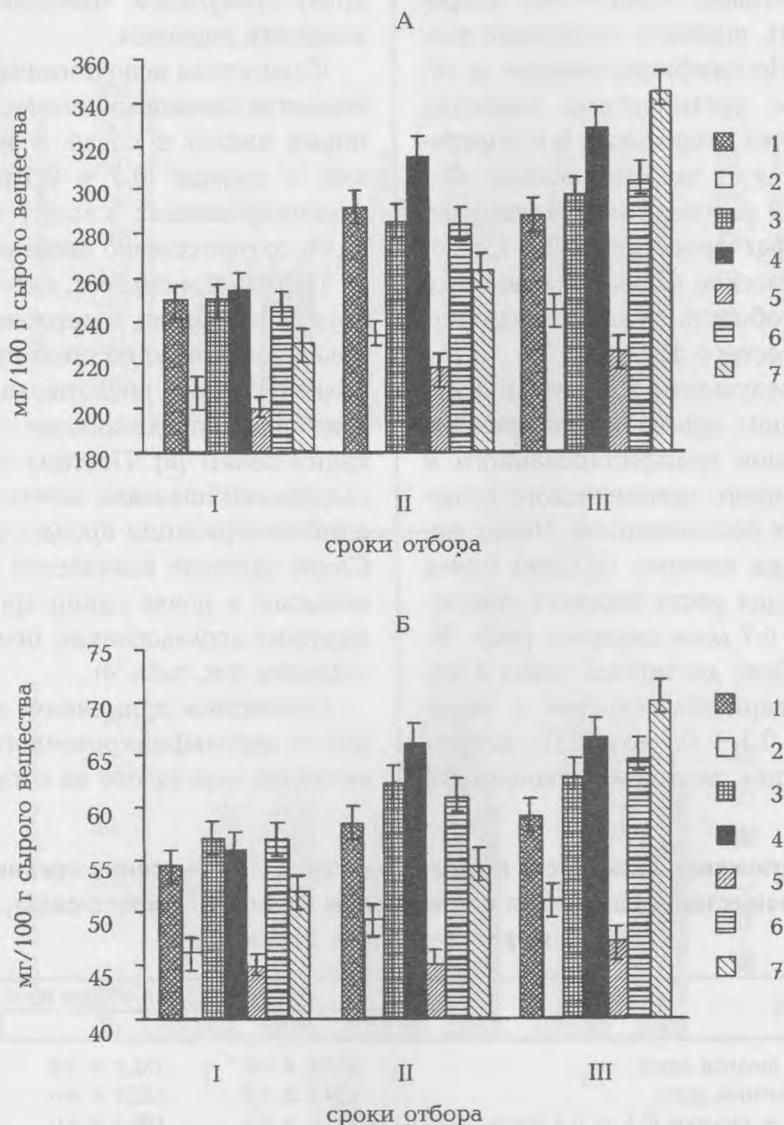


Рис. 1. Содержание хлорофилла (А) и каротиноидов (Б) в листьях сеянцев *Syringa vulgaris* (2-я вегетация):

1 – почва – пар; 2 – пар + растительные остатки; 3 – пар + растительные остатки + сидерат; 4 – пар + растительные остатки + перегной; 5 – почва сириггария; 6 – почва сириггария + сидерат; 7 – почва сириггария + перегной

тических пигментов в листьях сеянцев. Самое низкое их количество отмечено в вариантах с почвой сириггария и при внесении растительных остатков в пар (рис. 1). Органическое вещество способствовало увеличению синтеза пигментов, что согласовыва-

лось с биологической активностью корнеобитаемой среды. Растения, выращиваемые на почве длительного пара, имели самое высокое отношение хлорофиллов а/в и наибольший каротиноидный коэффициент. Растительные остатки и почва сириггария су-

щественно уменьшали количество хлорофилла а в листьях, снижали отношение хлорофиллов а/в. Негумифицированное и гумифицированное органическое вещество увеличивало синтез хлорофилла b и каротиноидов, что считается защитно-приспособительной реакцией растений на действие неблагоприятных факторов среды [6]. Следовательно, органическое вещество повышало адаптивную способность сирени к воздействию аллелопатического фактора.

Полученные результаты послужили основой для дальнейших исследований совместного использования гумифицированного и негумифицированного органического вещества в различных соотношениях. Через месяц после посадки семян (I срок) самая высокая стимуляция роста биотеста отмечена при полной и 0,7 дозы сидерата (табл. 3). Наибольший эффект достигался через 3 месяца (II срок) в вариантах сидерат + перегной (0,5 + 0,5 и 0,3 + 0,7 дозы). По истечении шести месяцев вегетации семян (III

срок) стимуляция наблюдалась только при внесении перегноя.

Совместное использование органического вещества повышало количество фенолкарбоновых кислот в почве. В вариантах перегной + сидерат (0,5 + 0,5 и 0,7 + 0,3 дозы фенолкарбоновых кислот) было на 60,8 и 63,1% соответственно выше контроля (табл. 4).

Перегной и сидерат, внесенные отдельно, хотя и повышали содержание фенолкарбоновых кислот, но не столь существенно. Фенолкарбоновые кислоты являются важным фактором, определяющим степень гумификации почвы [8]. Поэтому проведенные исследования показали важную роль сидерата в интенсификации процессов гумификации. Самое высокое количество свободных аминокислот в почве сирингария, как и в предыдущих исследованиях, было при внесении сидерата (см. табл. 4).

Совместное применение гумифицированного и негумифицированного органического вещества отразилось на состоянии пигмент-

Таблица 3

**Аллелопатическая активность почвы сирингария при внесении органического вещества в различном соотношении (биотест — кресс-салат, % к контролю — почве сирингария)**

Вариант	Сроки отбора проб		
	I	II	III
Почва + перегной (полная доза)	115,0 ± 3,4	131,1 ± 3,9	110,1 ± 3,3
Почва + сидерат (полная доза)	139,0 ± 4,2	152,7 ± 4,6	86,2 ± 2,6
Почва + перегной + сидерат (0,5 + 0,5 дозы)	123,0 ± 3,7	166,2 ± 5,0	96,3 ± 2,9
Почва + перегной + сидерат (0,3 + 0,7 дозы)	143,0 ± 4,3	143,2 ± 4,1	100,9 ± 3,0
Почва + перегной + сидерат (0,7 + 0,3 дозы)	114,0 ± 3,2	160,8 ± 4,8	103,7 ± 3,1

Таблица 4

**Суммарное содержание фенолкарбоновых кислот и свободных аминокислот в почве сирингария при внесении органического вещества, мг/кг**

Вариант	Аминокислоты	Фенолкарбоновые кислоты
Контроль	42,0 ± 1,3	43,4 ± 1,2
Почва + перегной (полная доза)	51,1 ± 1,5	57,9 ± 1,6
Почва + сидерат (полная доза)	56,0 ± 1,7	61,8 ± 1,9
Почва + перегной + сидерат (0,5 + 0,5 дозы)	50,6 ± 1,8	69,8 ± 2,1
Почва + перегной + сидерат (0,3 + 0,7 дозы)	49,1 ± 1,6	62,5 ± 2,0
Почва + перегной + сидерат (0,7 + 0,3 дозы)	49,6 ± 1,4	70,8 ± 2,2

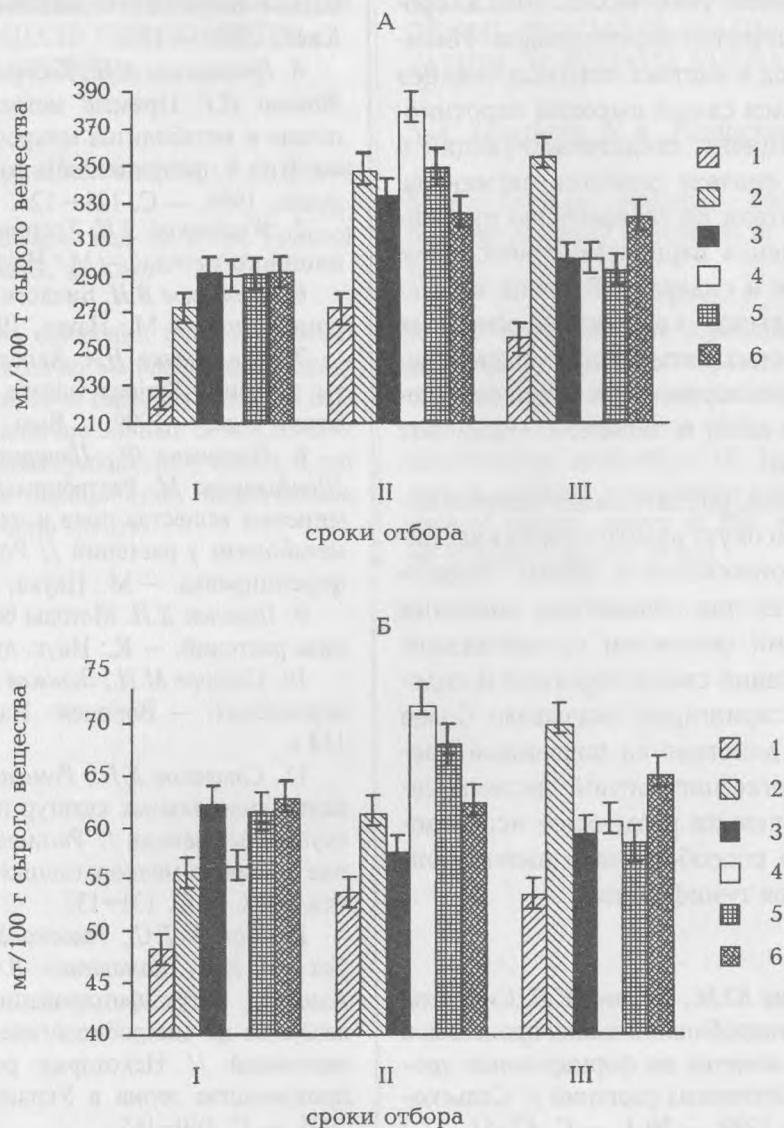


Рис. 2. Содержание хлорофилла (А) и каротиноидов (Б) в листьях сеянцев *Syringa vulgaris* при внесении в почву органических веществ в различном соотношении:

1 – почва сиригинария (контроль); 2 – почва + перегной (полная доза); 3 – почва + сидерат (полная доза); 4 – почва + перегной + сидерат (0,5 + 0,5 дозы); 5 – почва + перегной + сидерат (0,3 + 0,7 дозы); 6 – почва + перегной + сидерат (0,7 + 0,3 дозы)

ной системы сеянцев сирени. Уже через месяц после его внесения (I срок) в растениях увеличивалось содержание хлорофилла, каротиноидов, особенно в варианте с сидератом и при внесении его в смеси с перегно-

ем (рис. 2). В последнем случае отмечено и самое высокое отношение хлорофиллов а/в. Максимальное повышение пигментов (в 1,5 раза к контролю) наблюдалось через 3 месяца после внесения органического вещества

(II срок). При этом увеличилась доля хлорофилла b и количество каротиноидов. Именно в этот период в листьях опытных сеянцев сирени отмечался самый высокий каротиноидный коэффициент, свидетельствующий о преобладании синтеза зелёных пигментов. Лучшие показатели по содержанию пигментов наблюдались в вариантах с внесением смеси перегноя и сидерата. В конце вегетации самое большое количество основных фотосинтетических пигментов в листьях сеянцев отмечено в вариантах с внесением перегноя (полная доза) и перегной + сидерат (0,7 + 0,3 дозы).

Таким образом, растительные остатки сирени имеют высокую аллелопатическую активность. Фитотоксичность почвы существенно снижается при совместном внесении с растительными остатками органического вещества. Внесение смеси перегноя и сидерата в почву сиригария оказывало более благоприятное действие на почвенные процессы и состояние пигментной системы сеянцев сирени, чем их раздельное использование, а также способствовало интенсификации процессов гумификации.

1. *Возняковская Ю.М., Попова Ж.П.* Сидераты как регуляторы микробиологических процессов в ризосфере и их влияние на формирование урожая сельскохозяйственных растений // *Сельскохозяйственная биология*. — 1999. — № 1. — С. 47–51.

2. *Гродзинский А.М.* Санитарная роль крестоцветных культур в севообороте // *Аллелопатия и продуктивность растений*. — К.: Наук. думка, 1990. — С. 3–14.

3. *Гродзинский А.М., Горобец С.А., Крупа Л.И.* Руководство по применению биохимических ме-

тодов в аллелопатических исследованиях почв. — Киев, 1988. — 18 с.

4. *Гродзинский А.М., Кострома Е.Ю., Шроль Т.С., Хохлова И.Г.* Прямые методы биотестирования почвы и метаболитов микроорганизмов // *Аллелопатия и продуктивность растений*. — К.: Наук. думка, 1990. — С. 121–124.

5. *Журбицкий З.И.* Теория и практика вегетационного метода. — М.: Наука, 1968. — 260 с.

6. *Карнаухов В.Н.* Биологические функции каротиноидов. — М.: Наука, 1988. — 240 с.

7. *Павлюченко Н.А.* Аллелопатические аспекты изучения *Syringa vulgaris* L. // *Бюл. Никит. ботан. сада*. — 1999. — Вып. 81. — С. 103–108.

8. *Поспишил Ф., Цвикрова М., Грубцова М., Шинделарова М.* Растворимые фенольные и гуминовые вещества почв и их влияние на общий метаболизм у растений // *Рост растений и дифференцировка*. — М.: Наука, 1981. — С. 150–162.

9. *Починок Х.Н.* Методы биохимического анализа растений. — К.: Наук. думка, 1976. — 336 с.

10. *Сидоров М.И., Зезюков Н.И.* Земледелие на чернозёмах. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1992. — 184 с.

11. *Старииков Х.Н., Романович А.С.* Использование сидеральных культур при окультуривании осушенных земель // *Рациональное использование и охрана мелиоративных земель*. — М.: Наука, 1988. — С. 131–137.

12. *Шроль Т.С., Головки Э.А., Ильченко Н.А., Хохлова И.Г., Комашенко В.С., Элланская Н.Э.* Влияние негумифицированного органического вещества на микробиологические процессы под пшеницей // *Некоторые резервы увеличения производства зерна в Украине*. — К.: Урожай, 1995. — С. 160–165.

13. *Юрчак Л.Д., Шроль Т.С.* Аллелопатические и микробиологические исследования органических остатков озимых кормовых культур // *Аллелопатия в естественных и искусственных фитocenозах*. — К.: Наук. думка, 1982. — С. 107–117.



АЛЕЛОПАТИЧНІ ПРИЙОМИ РЕГУЛЮВАННЯ  
ГРУНТОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ДОВГОТРИ-  
ВАЛІЙ КУЛЬТУРИ SYRINGA  
VULGARIS L.

С.О. Горобець, Н.А. Павлюченко, А.А. Блюм

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка  
НАН України, Україна, м. Київ

Встановлено істотне зниження фітотоксичності ґрунту під довготривалою монокультурою бузку при внесенні перегною та сидерата (*Brassica rapa* var. *oleifera*). Показано, що спільне їх застосування прискорює процеси гуміфікації у ґрунті. Стан пігментної системи сіяндів бузку визначається біологічною активністю ґрунту.

ALLELOPATHIC METHODS OF REGULATION  
OF SOIL PROCESSES AT LONG-TERM CULTI-  
VATION OF SYRINGA VULGARIS L.

S.A. Gorobets, N.A. Pavluchenko, A.A. Blum

M.M. Grishko National Botanical Gardens,  
National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine,  
Kyiv

It was established that application of humus and green-manure (*Brassica rapa* var. *oleifera*) of the essential decrease of phytotoxicity of soil collected after long-term cultivation of lilac. It was shown that simultaneous application of humus and green-manure quickens humification processes in soil. The state of pigment system of lilac seedlings depended on biological activity of soil.