

УДК 631.847.2. + 631.175:633.2/3

## ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛАКФИОЛИ (*CHEIRANTHUS CHEIRI* L.) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УДОБРЕНИЙ

**Симонович Е.И., Гончарова Л.Ю., Жумбей А.И.**

*Академия биологии и биотехнологии, Южный федеральный университет,  
Ростов-на-Дону, e-mail: elena\_ro@inbox.ru*

Проведенный анализ воздействия различных видов удобрений на некоторые биологические характеристики чернозема обыкновенного и на морфологические показатели растений лакфиоли выявил, что общая численность микроартропод в варианте, где производилось внесение концентрата микроорганизмов «Белогор», превышала контрольный вариант в 1,7 раза. В результате проведенных исследований на территории Ботанического сада ЮФУ, с мая по сентябрь 2014 г. под растениями лакфиоли (*Cheiranthus cheiri* L.) на черноземе обыкновенном было установлено, что фитотоксичность почвы выше на вариантах с изучаемыми удобрениями, чем на контроле, но через два месяца она снижается в 1,4–1,5 раза. На контроле токсичность почвы практически осталась без изменения. Установлено, что, несмотря на повышенную фитотоксичность чернозема обыкновенного под *Cheiranthus cheiri* на вариантах с микробиологическим удобрением «Белогор» и минеральным «Покон», растения имели более оптимальные морфологические показатели по сравнению с контролем. Наиболее эффективное действие на изменение основных морфологических показателей лекарственного растения оказал концентрат микроорганизмов «Белогор», что объясняется усилением минерализации гумуса. Внесение микробиологического и минерального удобрений положительно повлияло на численность микроартропод и на морфологические показатели растений лакфиоли (*Cheiranthus cheiri*), что позволяет говорить о перспективах использования данных удобрений в условиях Нижнего Дона.

**Ключевые слова:** чернозем обыкновенный, фитотоксичность, микроартроподы, растения, удобрения

## CHANGES IN SOME BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ORDINARY CHERNOZEM AND MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF *CHEIRANTHUS CHEIRI* L. AT THE USE OF FERTILIZERS

**Simonovich E.I., Goncharova L.Y., Zhumbey A.I.**

*Academy of biology and biotechnology, Southern Federal University,  
Rostov-on-Don, e-mail: elena\_ro@inbox.ru*

The analysis of the impact of different types of fertilizers on some biological characteristics of chernozem ordinary and morphological parameters *erysimum cheiri* plants revealed that the total number mikroartropods in the embodiment where the concentrate produced the introduction of micro-organisms «Belogor» exceeded 1,7 times the control. As a result of research at the Botanical Garden SFU, from May to September 2014. Plants are *erysimum cheiri* (*Cheiranthus cheiri* L.) chernozem ordinary been found that the phytotoxicity of the soil on the above embodiments with fertilizers studied than in control, but two months later she was reduced by 1,4–1,5 times. Under the control of soil toxicity virtually remained unchanged. It was found that, despite the increased phytotoxicity ordinary chernozem under *Cheiranthus cheiri* on versions with microbiological fertilizer «Belogor» and mineral «Pocoon» plants had more optimal morphological parameters compared to control most effective action to change the basic morphological features of medicinal plants has Concentrate microorganisms «Belogory» due to increased mineralization of humus. Adding to the microbiological and chemical fertilizers had a positive impact on the number mikroartropods and morphological parameters of plants *erysimum cheiri* (*Cheiranthus cheiri*), that allows to speak about the prospects for use of these fertilizers in the conditions of the Lower Don.

**Keywords:** ordinary chernozem, fitotoxicity, mikroartropods, plants, fertilizers

На современном уровне экономическое развития загрязнение биосферы в целом и почв в частности отходами, выбросами и сточными водами всех видов промышленного производства, сельского хозяйства, коммунального хозяйства городов приобрело глобальный характер и вызывает серьезную тревогу в связи с резким ухудшением эколого-геохимического состояния почв – основного компонента природной среды и негативным воздействием на здоровье людей [5; 8]. Плодородие почвы так-

же в значительной степени определяется фитосанитарным состоянием агрофитоценоза. Фитотоксичность почвы обусловлена накоплением физиологически активных веществ, среди которых присутствуют фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др.

В Ботаническом саду ЮФУ (БС ЮФУ) в 2014 г. на черноземе обыкновенном был заложен мелкоделяночный опыт по изучению влияния различных видов удобрений на морфологические показатели лакфиоли

(*Cheiranthus cheiri*), являющейся лекарственным растением [6], и биологические характеристики почвы.

В связи с тем, что Россия находится под экономическими санкциями со стороны Евросоюза, США, Японии и ряда других государств, проблема импортозамещения является весьма актуальной. Помимо продуктов питания, импортозамещение касается и сырья, в ключевых для страны направлениях, в том числе и фармакологии. Поэтому развитие сырьевой базы для фармакологической промышленности является крайне актуальной темой.

**Цель настоящих исследований** – выявить воздействие различных видов удобрений на некоторые биологические характеристики чернозема обыкновенного и на морфологические показатели растений лакфиоли.

В этой связи в задачи исследования входило сравнительное изучение влияния органического микробиологического и минерального удобрений на рост и развитие лакфиоли, а также на численность микроартропод и фитотоксичность чернозема обыкновенного.

#### Материалы и методы исследований

Исследования проводились на территории Ботанического сада ЮФУ, с мая по сентябрь 2014 г. под растениями лакфиоли (*Cheiranthus cheiri* L.) на черноземе обыкновенном карбонатном среднетяжелосуглинковом на желто-бурых лессовидных суглинках.

Основными почвообразующими породами являются лессовидные суглинки, которые покрывают водораздел и склоны мощной толщей. обнажения на северной окраине сада показывают, что мощность лессовидных суглинков здесь достигает 12–15 м. Они имеют палевую окраску, пористое сложение, обладают значительной карбонатностью, количество фракций крупной пыли (0,05–0,01 мм) в них достигает 38–45%. Под лессовидными суглинками залегают коренные породы: скифские красно-бурые глины. Ниже – мезотические отложения и сарматские известняки

Преобладающими почвами на исследуемой территории являются обыкновенные черноземы южно-европейской фации, характерными морфологическими признаками которых являются: темно-серая окраска перегнойных горизонтов, переходящая постепенно к буровато-палевым тонам нижних горизонтов, перегнойные горизонты достигают мощности 73–80 см; много интенсивно гумусированных ходов дождевых червей, а с горизонта В-кратовины. Карбонаты представлены в виде плесени, прожилок и белоглазки.

Содержание гумуса в почве опытного участка составляло в горизонте А – 3,5%. Общие запасы гумуса в слое 0–125 см около 260 т/га, что несколько меньше среднего содержания в черноземах. Плотность почвы в горизонте А минимальна (1,042 г/см<sup>3</sup>) и увеличивается вниз по профилю почвы. В составе почвенного поглощающего комплекса исследуемой почвы преобладает кальций (70% от суммы).

По гранулометрическому составу черноземы обыкновенные относятся к иловато-крупно-пылеватым тяжелым суглинкам. В обыкновенных черноземах Ботанического сада ЮФУ преобладают фракции пыли (0,05–0,001 мм), количество которой достигает 60–80%. Очень мало песка крупнее 0,25 мм, незначительно содержание и мелкого песка [2; 10].

Изучали 2 вида удобрений – микробиологическое удобрение (концентрат микроорганизмов) «Белогор» производства ООО «Научно-технологического центра биологических технологий в сельском хозяйстве» (г. Шебекино Белгородской области), и «Покон», жидкое минеральное удобрение с микроэлементами производства Голландии.

Концентрат микроорганизмов «Белогор» серии КМ-104 содержит комплекс молочнокислых, пропионовокислых бактерий, дрожжи и культуры микроорганизмов родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, а также бактериальные продукты метаболизма, макро- и микроэлементы, необходимые для жизнедеятельности микроорганизмов и полезные для развития растений. Его состав включает элементы: общий азот – 1,4%, общий фосфор – 0,9%, общий калий – 1,5%, Zn – 55 мг/кг, Mn – 31 мг/кг, Mg – 9,6 мг/кг, Fe – 5,7 мг/кг, Cu – 7,1 мг/кг, Se – 1,0 мг/кг, B – 6,0 мг/кг, Mo – 2,7 мг/кг.

Состав «Покона»: N = 7% (2,9% – нитратный; 1,8% – аммиачная форма; 2,3% – в форме мочевины), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> водорастворимый – 3%, K<sub>2</sub>O водорастворимый – 7%, B – 0,02%, Cu – 0,004%, Fe – 0,04%, Mn – 0,02%, Mo – 0,002%, Zn – 0,004%.

Изучение эффективности удобрений проводили по следующей схеме, включающей варианты: 1 – контроль, 2 – концентрат микроорганизмов «Белогор», 3 – жидкое минеральное удобрение «Покон» с микроэлементами. Повторность вариантов – 3-кратная. Удобрения вносили 2 раза в мае. Полив проводили поверх растений раствором удобрений (100 мл/10 л воды) из расчета 400 л/га (доза рекомендована производителями удобрений). Растения контрольного участка поливали таким же количеством воды.

Смешанные почвенные образцы (0–25 см) отбирали по вариантам опыта через 1 месяц и через 3 месяца после внесения удобрений.

Для учета численности микроартропод почвенные пробы отбирали (в количестве 30) в каждом варианте металлической рамкой объемом 125 см<sup>3</sup> до внесения удобрений и через 1 и 3 месяца после обработки препаратами. Экстракция микроартропод проводилась по методике Балого без электрического обогрева в течение 7 дней. Разбивка на группы и подсчет проводились под биноклем МБС-1. Через 3 месяца отбирались пробы почвы для микробиологических исследований [9].

Микробиологические показатели были получены путем посева почвенных образцов на ряд питательных сред для определения изменений функциональной структуры микробных сообществ на фоне внесения удобрений. Численность бактерий, использующих органический азот, определяли на среде МПА, бактерий, использующих минеральный азот, – на крахмало-аммиачном агаре, бактерий, растущих за счет почвенной органики (педотрофы) – на почвенном агаре, олигонитрофилов – на среде Эшби [1].

Сравнительный анализ численности различных групп почвенных микроартропод проводили методом оценки существенной разности выборных средних по t-критерию.

Фитотоксичность почвы определяли методом биотеста с использованием семян редиса [1; 7]. Данные по активности прорастания семян были переведены в условные единицы УКЕ (условные кумариновые единицы). Все полученные данные статистически обработаны. Повторность трехкратная.

### Результаты исследований и их обсуждение

Скорость и специфика развития процессов разложения органических соединений в почве, в конечном итоге определяющих уровень ее плодородия, во многом зависят от состояния ее биологической составляющей. В настоящее время достоверно установлено большое значение в этом процессе микроартропод. В комплексе почвообитающих микроартропод наиболее заметную роль в процессах трансформации органики играют клещи и ногохвостки [4]. Проведенный анализ полученных данных показал, что общая численность микроартропод в варианте, где производилось внесение концентрата микроорганизмов «Белогор», превышала контрольный в 1,7 раза. Наибольшую численность среди микроартропод на контрольном участке представляли клещи – 74,4%, а ногохвостки – 23,9%. Среди клещей гамазовые составляли 45,1%, панцирные – 54,0%, клещи акароидно-

тромбидиформного комплекса – 0,9% соответственно (табл. 1).

Специфика структуры населения микроартропод связана как с развитием корневых систем растений, так и с тем, что в состав биоудобрения входит комплекс биологически активных соединений, стимулирующих развитие большинства физиологических групп микроорганизмов [4].

Микробиологические исследования показали, что не все исследуемые физиологические группы микроорганизмов положительно реагировали на внесение исследуемых удобрений. Так, бактерии, использующие органический азот (на среде МПА) не демонстрировали достоверных изменений численности при внесении обоих удобрений (табл. 2). Внесение минерального удобрения «Покон» приводило к существенному стимулированию автохтонной почвенной микрофлоры: наблюдалось статистически достоверное увеличение численности педотрофных бактерий (почвенный агар) в 2,7 раза и олигонитрофилов (среда Эшби) в 2,5 раз. Кроме того, значительно увеличивалось число актиномицетов на почвенном агаре (в 3,5 раза). Рост численности бактерий приводил, по-видимому, к последующему увеличению численности микроартропод, питающихся микробной биомассой.

Таблица 1

Изменение численности микроартропод (тыс. экз./м<sup>2</sup>) под воздействием удобрений под лакфиолью (*Cheiranthus cheiri* L.) (Ботанический сад ЮФУ, 2014 г.) ( $n = 3$ )

Группы микроартропод	Контроль	Удобрения			
		«Покон»	Р	«Белогор»	Р
Панцирные клещи	12,1 ± 0,4	18,1 ± 0,5	< 0,01	21,5 ± 0,3	< 0,05
Гамазовые клещи	10,1 ± 0,2	12,1 ± 0,2	< 0,01	18,1 ± 0,5	< 0,01
Акароидно-тромбидиформный комплекс клещей	0,2 ± 0,5	0,3 ± 0,2	< 0,01	0,5 ± 0,1	> 0,05
Ногохвостки	7,2 ± 0,5	8,0 ± 0,5	< 0,01	9,7 ± 0,3	< 0,05
Прочие беспозвоночные	0,5 ± 0,9	1,5 ± 0,5	< 0,01	2,5 ± 0,3	> 0,05
Всего микроартропод	30,1 ± 0,4	40,0 ± 0,9	< 0,01	52,3 ± 0,7	< 0,01

Таблица 2

Изменение численности микроорганизмов в черноземе обыкновенном под воздействием удобрений под лакфиолью (*Cheiranthus cheiri* L.) (Ботанический сад ЮФУ, 2014 г.) ( $n = 3$ )

Показатель	Контроль	Покон	Белогор
	Численность, млн КОЕ/г сухой воздушно-сухой почвы		
Бактерии на МПА (поверхностно)	10,50 ± 2,40	8,70 ± 1,05	10,60 ± 1,35
Бактерии на МПА (глубинно)	12,80 ± 1,70	9,56 ± 1,45*	12,20 ± 1,76
Почвенный агар	6,91 ± 1,50	18,40 ± 2,87*	11,50 ± 3,96
Среда Эшби	8,88 ± 1,78	22,10 ± 1,77*	5,66 ± 0,45*
КАА	9,33 ± 1,80	13,24 ± 2,26	21,62 ± 2,87*
Актиномицеты (КАА)	2,78 ± 0,44	2,89 ± 0,75	3,25 ± 0,54
Актиномицеты (ПА)	0,97 ± 0,21	3,44 ± 1,20*	0,45 ± 0,28*

Примечание. \* – изменения достоверны по сравнению с контролем при  $p < 0,05$ .

Влияние комплексного удобрения «Белогор» на почвенную микрофлору оказалось не так явно выраженным. Наблюдалось увеличение численности актиномицетов (КАА) в 1,17 раз, целлюлозолитических грибов и бактерий в 2,3 раза соответственно. При этом часть физиологических групп, а именно олигонитрофилы и актиномицеты на почвенном агаре достоверно снижали свою численность. Хотя масштабы изменений численности бактерий в составе микробиоценоза оказались меньше, чем в случае с минеральным удобрением, внесение данного биологического стимулятора роста вызвало даже большее увеличение численности микроартропод. По-видимому, в данном случае имеет место опосредованное действие: стимулирующая активность культур, входящих в состав «Белогора», привела к лучшему развитию растений, усилению корневой экскреции и приросту ризосферной микрофлоры, создающей базу для питания микроартропод.

Плодородие почвы в значительной степени определяется фитосанитарным состоянием почвы, то есть чистотой почвы от сорняков, вредителей, болезнетворных начал, а также токсических веществ, выделяемых растениями, ризосферной микрофлорой и продуктами разложения. Фитотоксичность почвы обусловлена накоплением физиологически активных веществ, среди которых присутствуют фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др. Совокупность этих веществ получила название колинов, состав и концентрация которых зависят от температуры и влажности почвы, от микроорганизмов и растений. При низких концентрациях фитотоксических веществ в почве обнаруживается стимулирующий эффект, но при увеличении их содержания наступает сильное угнетение роста растений или прорастания семян [7].

Источник образования и поступления токсических веществ в почве – корневые выделения растений, послеуборочные растительные остатки и продукты метаболизма микроорганизмов. Наиболее интенсивно фитотоксические вещества накапливаются при возделывании на одном месте однородных или близких по биологии культур и при создании в почве анаэробных условий. Внесение минеральных и особенно органических (микробиологических) удобрений приводит к уменьшению в почве численности токсичных микроорганизмов [7]. В результате проведенных исследований на тер-

ритории Ботанического сада ЮФУ, с мая по сентябрь 2014 г. под растениями лакфиоли (*Cheiranthus cheiri L.*) на черноземе обыкновенном было установлено, что фитотоксичность почвы выше на вариантах с изучаемыми удобрениями, чем на контроле, но через два месяца она снижается в 1,4–1,5 раза. На контроле токсичность почвы практически осталась без изменения (табл. 3).

**Таблица 3**  
Фитотоксичность чернозема обыкновенного при внесении удобрений под лакфиоль (*Cheiranthus cheiri*) (2014 г.) ( $n = 3$ )

Вариант опыта	Кол-во проросших семян	УКЕ
Через 1 месяц после внесения удобрений		
Контроль	77	22
Белогор	58	50
Покон	42	105
Через 3 месяца после внесения удобрений		
Контроль	79	20
Белогор	67	35
Покон	51	70

Однако, установлено, что, несмотря на повышенную фитотоксичность чернозема обыкновенного под *Cheiranthus cheiri* на вариантах с микробиологическим удобрением «Белогор» и минеральным «Покон», растения имели более оптимальные морфологические показатели по сравнению с контролем (табл. 4).

**Таблица 4**  
Средние морфологические показатели в опыте с *Cheiranthus cheiri* ( $n = 10$ ) (2014 г.)

Вариант опыта	Высота растений, см	Диаметр куста, см
Через 1 месяц после внесения удобрений 17.07.2014		
Контроль	14,9	17,4
Белогор	17,1	20,2
Покон	16,2	18,7
Через 2 месяца после внесения удобрений 16.09.2014		
Контроль	15,6	20,0
Белогор	17,6	23,8
Покон	17,5	23,0

Следовательно, изучаемые удобрения оказали положительное влияние на высоту растений и диаметр куста (табл. 3), и повышенную фитотоксичность в данном случае

можно рассматривать как источник дополнительных органических соединений, стимулирующих развитие *Cheiranthus cheiri*.

Наиболее эффективное действие на изменение основных морфологических показателей лекарственного растения оказал концентрат микроорганизмов «Белогор», что объясняется увеличением численности микроартропод, оптимизацией микробсообщества чернозема при внесении с удобрением комплекса микроорганизмов родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, что положительно влияет на минерализацию гумуса и улучшение питательного режима лакфиоли.

### Выводы

Таким образом, внесение микробиологического и минерального удобрений положительно повлияло на численность и развитие различных групп микроартропод и на микробиологическую активность почвы по сравнению с контролем и в результате на морфологические показатели растений лакфиоли (*Cheiranthus cheiri*), что позволяет говорить о перспективах использования данных удобрений, особенно «Белогора», в условиях Нижнего Дона [2; 3; 9; 10].

*Исследования выполнены в рамках базовой части внутреннего гранта ЮФУ по проекту 213.01–2015/003ВГ «Изучение ДНК-элементов не кодирующих белок в структуре различных геномов».*

### Список литературы

1. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: МГУ, 1989. – С. 170–189.
2. Гончарова Л.Ю., Симонович Е.И., Бурлуцкая Л.В., Горюцов А.В., Жумбей А.И. Изменение агрохимических показателей чернозема обыкновенного и морфологических показателей *Tagetes patula* L. при использовании удобрений. Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8. – С. 64–67.
3. Гончарова Л.Ю., Симонович Е.И., Сахарова С.В., Шиманская Е.И. Влияние некоторых удобрений («Белогор», «Лигногумат» и «Покон») на урожайность эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* Moench.) и отдельные показатели чернозема обыкновенного // Известия вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 2012. – № 4. – С. 62–65.
4. Казадаев А.А., Креница А.М., Симонович Е.И., Булышева Н.И., Везденева Л.С. Почвенная фауна и плодородие почв. – Ростов-на-Дону НМЦ «Логос», 2008. – 130 с.
5. Киреева Н.А., Водопьянов В.В. Мониторинг роста и развития растений, используемых для фиторемедиации нефтезагрязненных почв // ЭКП: Экология и промышленность России. – 2007. – № 9. – С. 46–47.
6. Махлаук В.П. Лекарственные растения в народной медицине <http://www.lechebnyk.info/lekarstvennye/3/18.htm>.
7. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. – М.: МГУ, 2001. – С. 140–160.
8. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении. – М.: Высш. шк., 2002. – 334 с.
9. Симонович Е.И., Гончарова Л.Ю., Горюцов А.В., Бурлуцкая Л.В., Жумбей А.И. Влияние некоторых видов удобрений на биологическую активность чернозема обыкновенного под *Tagetes patula* L. // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6. – С. 1222–1226.
10. Симонович Е.И., Гончарова Л.Ю., Шиманская Е.И. Влияние удобрений на содержание некоторых тяжелых металлов и биологическую активность в черноземе обыкновенном при возделывании Эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* Moench.) // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9 (часть 1). – С. 69–72.