

Т.В. Горгулько, научный сотрудник;
С.В. Дидович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
ФГБУН "Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Крыма" (295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150;
тел. (3652)56-00-07 t.gorgulko@gmail.com)

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РИЗОСФЕРЕ СОИ

В статье приведены результаты трёхлетних исследований формирования и функционирования микробных ассоциаций в ризосфере растений сои под влиянием различных систем обработки почвы: вспашки на глубину 22-24 см, поверхностной обработки (6-8 см), дискования (12-14 см) и без обработки (No-till технология).

Показано, что на формирование почвенного микробоценоза в ризосфере влияла фаза развития растений и система обработки почвы. Установлено, что численность аминотрофных микроорганизмов в фазе ветвления растений в вариантах с поверхностной обработкой и вспашкой составила $39,1-56,3 \times 10^5$ колониеобразующих единиц /г абсолютно сухой почвы (КОЕ/г а.с.п.), что выше в 1,1-1,2 раза в сравнении с дискованием и No-till. В фазе цветения растений наблюдали повышение численности азотфиксирующих микроорганизмов во всех вариантах обработки почвы. Высокое количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов отмечено во всех фазах развития растений, что свидетельствовало об активности процессов разрушения целлюлозы.

Отмечено, что в среднем за 2012-2014 годы увеличивался уровень каталазной активности до $14,5 \pm 1,8$ мл O_2 /минуту под влиянием вспашки на глубину 22-24 см в фазе созревания растений, что выше на 36,6% в сравнении с фазой цветения растений. Фактическая урожайность семян сои под воздействием вспашки, дискования и поверхностной обработки составила 3,27; 3,27 и 3,22 т/га, что на 12,1-13,5% больше в сравнении с No-till технологией.

Ключевые слова: обработка почвы, No-till, биологическая активность, продуктивность сои.

T.V. Gorgulko, research officer,
S.V. Didovich, Candidate of Agricultural Sciences, head of the department, senior
research officer
FSBSE "Research Institute of Agriculture of the Crimea"
(295493, The Republic of the Crimea, Simferopol, Kuevskaya Str., 150; tel.: (3652)56-00-
07; email: t.gorgulko@gmail.com)

THE EFFECT OF VARIOUS SYSTEMS OF TILLAGE ON

MICROBIOLOGICAL PROCESSES IN THE RHIZOSPHERE OF SOYBEAN

The article gives the three-year study results of the formation and functioning of microbic associations in the rhizosphere of soybean under effect of various systems of tillage, i.e. plowing on the depth of 22-24 cm, surface plowing (6-8 cm), disk tillage and non-till technology. It has been shown that the period of plant development and the system of tillage influenced on the formation of soil macrobiocenosis in the rhizosphere. It has been determined that the number of aminotrophic microorganisms in the period of plant tilling combined with surface plowing and plowing was $39.1\text{--}56.3 \times 10^5$ of colony formatting units per gram of absolutely dry soil (CFU/g of a.d.s.) that was in 1.1-1.2 times higher compared with dist plowing and No-till. During the period of flowering there was an increase of nitrogen fixating microorganisms in all variants of tillage. Large number of cellulose-destroying microorganisms was seen in all periods of plant development that testified cellulose-destroying activity. On average in the years of 2012-2014 the level of catalase activity increased to 14.5 ± 1.8 ml O₂/min under the influence of plowing to a depth of 22-24 cm in the period of plant maturation, which is on 36.6% higher compared with the period of plant flowering. The soybean productivity under the influence of plowing, disking and surface plowing was 3.27; 3.27 and 3.22 t/ha, which is on 12.1-13.5% more in comparison with No-till technology.

Keywords: *tillage, No-till technology, biological activity, soybean productivity.*

Введение. На сегодняшний день одной из основных проблем аграрного производства является разработка высокоэффективных ресурсосберегающих и экономически целесообразных агротехнологий выращивания сельскохозяйственных культур с максимальным использованием потенциала агрофитоценозов для получения конкурентоспособной продукции растениеводства.

Особого внимания требует изучение эффективности применения различных систем обработки почвы в условиях интенсивного земледелия, которое является решающим фактором активности и направленности биологических процессов. Оптимальные технологии обработки почвы, направленные на создание бездефицитного, а в перспективе и положительного баланса гумуса, улучшение физических, физико-химических и агрохимических свойств почвы, содействуют повышению уровня культуры земледелия [1-3].

Внедрение No-till под сельскохозяйственные культуры в аридных зонах является важной мерой предупреждения последствий осенней засухи и получения дружных всходов в оптимальные сроки, имеет высокую противозерозийную эффективность, способствует обеспечению условий для оптимального развития корневой системы

растений. При этой системе земледелия почва не подвергается механическому рыхлению и постоянно покрыта растениями или пожнивными остатками, как в природных условиях, благодаря чему сохраняется влага. Кроме того, уменьшаются энергозатраты в 1,5-2,0 раза, сокращаются сроки проведения полевых работ, что приводит к экономии труда и топлива на 30-80%.

Важным показателем, определяющим направленность микробиологических процессов в почве (синтеза, деструкции и микробиологической трансформации органического вещества), является оценка структуры и функциональной активности микробоценоза под воздействием тех или иных экологических и антропогенных факторов [4].

Цель наших исследований – изучение влияния различных технологий обработки темно-каштановой почвы на биологическую активность ризосферы и продуктивность сои.

Материалы и методы. Полевой опыт проводили на протяжении 2012-2014 годов на базе Асканийской государственной сельскохозяйственной опытной станции НААН на темно-каштановой почве. Сою сорта Фазтон выращивали на орошении с применением разных систем обработки почвы: традиционная – вспашка (22-24 см), дискование (12-14 см), поверхностная (6-8 см), No-till – без обработки. Перед посевом применяли бактеризацию семян биопрепаратом на основе клубеньковых бактерий, для обеспечения симбиотрофного питания сои [5], оценивая эффективность симбиотической азотфиксации по количеству, биомассе клубеньков и их нитрогеназной активности [6].

Учет численности ризосферной микробиоты проводили в фазе ветвления, цветения и зрелости бобов по общепринятым методикам [7, 8], индекс олиготрофности определяли по Никитину Д.И. [9], ферментативную активность оценивали методами биологических и агрохимических исследований растений и почв [10, 11]. Обработку полученных результатов проводили методом статистического анализа с использованием компьютерных программ Excel 2007, Statistica 7.

Результаты. Среди важных и информативных показателей биологической активности темно-каштановой почвы в ризосфере сои были исследованы численность ризосферных микроорганизмов основных эколого-трофических групп, их ферментативная активность и интенсивность выделения диоксида углерода, так называемое «дыхание» почвы.

Проведенные исследования в 2012-2014 годах показали, что на формирование микробоценоза в ризосфере почвы влияла фаза развития растений и система обработки почвы. Установлено, что численность аминотрофных микроорганизмов в фазе ветвления растений в вариантах с поверхностной обработкой и вспашкой составила $39,1-56,3 \times 10^5$

колониеобразующих единиц/г абсолютно сухой почвы (КОЕ/г а.с.п.), что выше в 1,1-1,2 раза в сравнении с дискованием и No-till (рис. 1). Выявлено увеличение количества микроорганизмов аммонификаторов к концу вегетации сои до $63,1-73,3 \times 10^5$ КОЕ/г а.с.п., что свидетельствовало о минерализации как простых, так и сложных белков с выделением в них азота в форме аммиака. Кроме того, во всех вариантах опыта в фазе созревания растений, наблюдали в ризосфере увеличение численности олиготрофных микроорганизмов от $140,0$ до $203,0 \times 10^4$ КОЕ/г а.с.п.

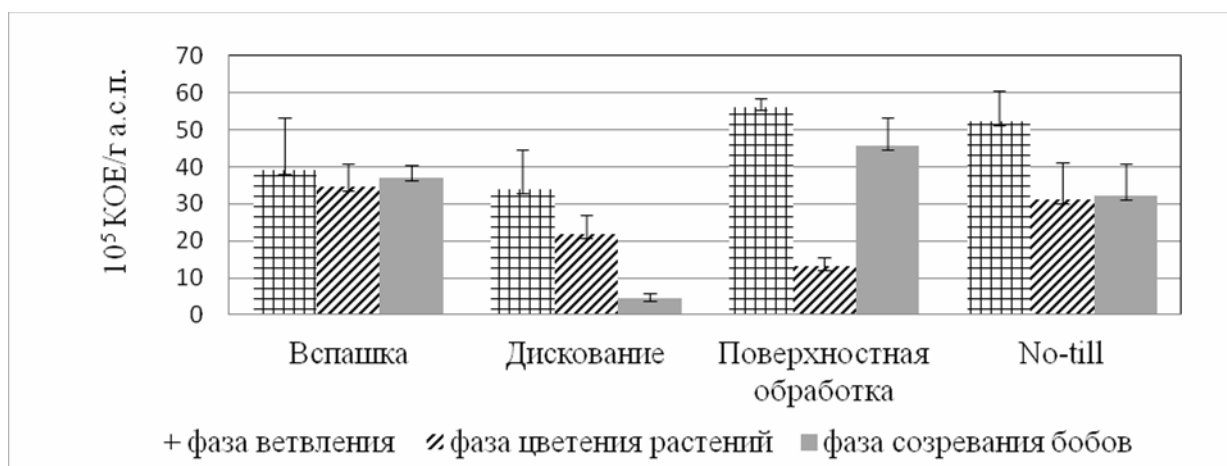


Рис. 1. Динамика численности аминотрофных микроорганизмов в ризосфере сои сорта Фазтон, 10^5 КОЕ/г абсолютно сухой почвы (полевой опыт на темно-каштановой почве, 2012-2014 гг.)

Важную роль в обогащении почвы и растений азотом играют азотфиксирующие микроорганизмы. Рост численности азотфиксирующих микроорганизмов в фазу цветения растений отмечен во всех вариантах обработки почвы. Установлено в фазу созревания растений в варианте с поверхностной обработкой возрастание численности азотфиксирующих микроорганизмов до $348,3 \times 10^4$ КОЕ/г а.с.п., что больше в 1,6-1,9 раза в сравнении с No-till, вспашкой и дискованием (рис. 2).

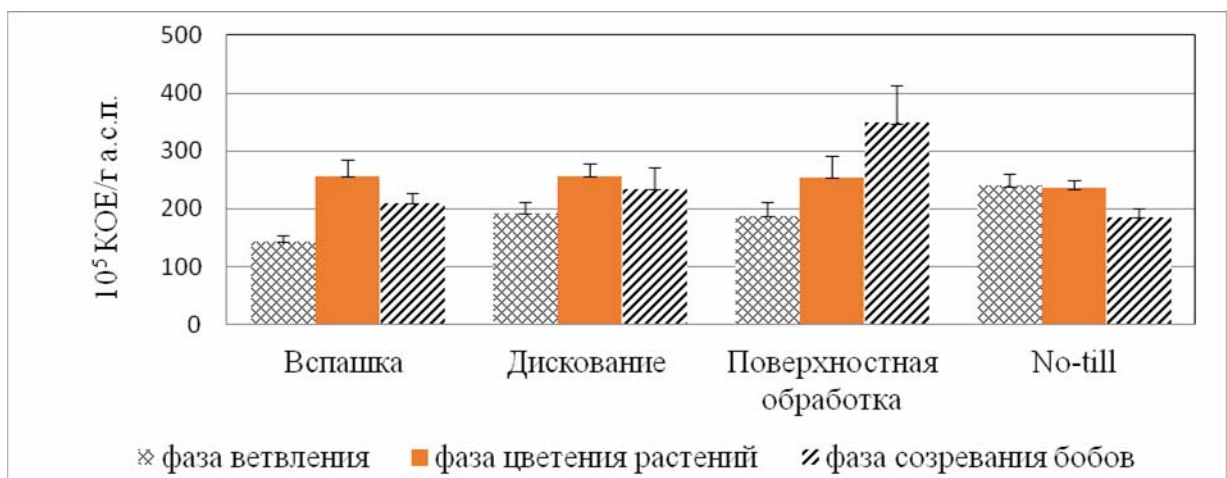


Рис. 2. Динамика численности азотфиксирующих микроорганизмов в ризосфере сои сорта Фазтон, КОЕ/г абсолютно сухой почвы (полевой опыт на темно-каштановой почве, 2012-

2014 гг.)

Численность фосфатмобилизирующих микроорганизмов в фазе ветвления растений в варианте с поверхностной обработкой в 1,2 раза больше в сравнении с фазой созревания растений. Высокая численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов отмечена во всех фазах развития растений, это свидетельствовало о высокой активности процессов распада целлюлозы во всех вариантах.

Максимальное количество актиномицетов ($84,2 \times 10^5$ КОЕ/г а.с.п.) наблюдали в варианте с поверхностной обработкой в фазе цветения растений, что в 8,0 раз больше в сравнении с вариантом вспашки.

Отмечено, что в среднем за три года коэффициент минерализации варьировал и находился на уровне 0,08-0,99. Увеличение индекса олиготрофности в фазе цветения растений указывало на снижение содержания в почве питательных веществ. В ризосфере растений сои в фазе созревания в варианте с No-till технологией отмечена тенденция к возрастанию условного коэффициента гумификации, который был выше в 2,5-3,5 раза в сравнении с другими фазами развития растений, что указывает на повышение активности процессов гумусообразования. Повышение коэффициента трансформации органического вещества наблюдали в фазу созревания растений в вариантах с дискованием и No-till технологией.

Одним из важных показателей биологической активности почвы является каталазная активность, принимающая участие в расщеплении токсичной для живых организмов перекиси водорода, которая образуется при окислении флавопротеиновыми ферментами углеводов, белков и жиров, на воду и свободный кислород, участвующий в окислении органических соединений.

В среднем за 2012-2014 годы увеличивался уровень каталазной активности до $14,5 \pm 1,8$ мл O_2 /минуту под влиянием вспашки на глубину 22-24 см в фазе созревания растений, что выше на 36,6% в сравнении с фазой цветения растений.

Большое значение в обеспечении сои молекулярным азотом имеет формирование и функционирование бобово-ризобиальной системы. Для изучения влияния систем обработки почвы на эффективность симбиотической азотфиксации анализировали количество, биомассу и нитрогеназную активность корневых клубеньков.

Установлено, что количество сформировавшихся клубеньков при дисковании, поверхностной обработке почвы и No-till было максимальным – 25-28 единиц на растение. Однако значительное накопление биомассы бактериальной ткани выявлено в варианте с дискованием – 545 мг/растение, а высокая нитрогеназная активность отмечена в варианте со вспашкой – 7,06 мкмоль этилена/ в час на растение, что выше на 54,8% в сравнении с

No-till.

Оценка структуры урожая сои в разных системах обработки почвы показала, что масса 1000 семян в среднем за два года в вариантах с поверхностной обработкой и вспашкой была на уровне 147,5-149,5 г, с дискованием и No-till составила 137,0-133,0 г. По элементам продуктивности растений лучшие результаты показали вспашка, дискование, поверхностная обработка, которые обеспечили увеличение сформированных продуктивных цветков на 42,6; 57,3 и 58,2% в сравнении с No-till (33,5 шт./растение). Урожайность семян сои в варианте со вспашкой, дискованием, поверхностным возделыванием составила соответственно 3,27; 3,27; 3,22 т/га, что больше на 13,5-12,1% в сравнении с No-till технологией.

Выводы. Таким образом, в результате проведенных трехлетних исследований в условиях Крыма на темно-каштановых почвах изучены изменения биологической активности ризосферы и продуктивность сои в условиях применения разных систем обработки почвы. Выявлено, что биологическая активность в ризосфере сои зависела от фазы развития сои и обработки почвы. Установлено, что вспашка на глубину 22-24 см, поверхностная обработка на глубину 6-8 см и дискование на 12-14 см обеспечили увеличение урожайности семян сои сорта Фазтон на 13,5–12,1 % в сравнении с No-till.

Литература

1. Пыхтин И.Г., Мащенко С.С. Минимальная обработка почвы: плюсы и минусы // Сельский механизатор. 2005. № 7. С. 26-28.
2. Небавский В.А. Опыт внедрения технологии нулевой обработки почвы. Краснодар, 2003. 134 с.
3. Маслов Г., Небавский В. Нулевая обработка – экономия затрат // Сельский механизатор. 2004. № 3. С. 34
4. Влияние инокуляции штаммами *Bradyrhizobium japonicum* на содержание белка и масла в семенах сои / Р.Д. Магомедов, С.С. Рябуха, В.А. Шелякин, Т.А. Шелякина и др. // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2012. №2 (151-152). С. 175-178.
5. Волкогон В.В., Заришняк А.С., Гриник І.В. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур // К.: Аграрна наука, 2011. 156 с.
6. Алисова С.М., Чундерова А.И. Методические указания по использованию ацетиленового метода при селекции бобовых культур на повышение симбиотической азотфиксации Л., 1982. 12 с.
7. Некоторые новые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и

изучения их свойств (Методические рекомендации) / под ред. Ю.М. Возняковской. Л., 1982. 54 с.

8. Основные микробиологические и биохимические исследования почвы (Методические рекомендации) / Под ред. Ю.М. Возняковской. Л., 1987. 48 с.

9. Никитин Д.И., Никитина Э.С. Процессы очищения окружающей среды и паразиты бактерий (род *Bdellovibrio*). М.: Наука, 1978. 205 с.

10. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних і агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ „НІЧЛАВА”, 2003. 320 с.

11. Волкогон, В.В. Надкернична О.В., Токмакова Л.М. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія // Под ред. В.В. Волкогона. – Київ.: «Аграрна наука», 2010. 464 с.

Literature

1. Pykhtin I.G., Mashchenko S.S. Minimal tillage: advantages and disadvantages // The Rural Mechanizer. 2005. No. 7. P. 26-28.

2. Nebavsky, V.A. Experience in introducing zero-tillage technology. Krasnodar, 2003. 134 p.

3. Maslov G., Nebavsky V. Zero tillage results in costs saving // Rural mechanizer. 2004. No. 3. P. 34

4. Influence of inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* strains on protein and oil content in soybean seeds / R.D. Magomedov, S.S. Ryabukha, V.A. Shelyakin et. al/ // Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds. 2012. № 2 (151-152). P. 175-178.

5. Волкогон В.В. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Волкогон, А.С. Заришняк, І.В. Гриник // К.: Аграрна наука, 2011. – 156 с.

6. Alisova S.M., Chunderova A.I. Methodical instructions on the use of the acetylene method in the selection of legumes to increase symbiotic nitrogen fixation // Leningrad, 1982. 12 p.

7. Some new methods of quantitative registration of soil microorganisms and study of their properties (Methodological recommendations) / ed. by Yu.M. Voznyakovskaya. L., 1982. 54 p.

8. Basic microbiological and biochemical soil studies (Methodological recommendations) / Ed. by Yu.M. Voznyakovskaya. -L., 1987.-48 p.

9. Nikitin D.I., Nikitina E.S. Processes of purification of the environment and parasites of bacteria (genus *Bdellovibrio*). Moscow: Nauka, 1978. 205 p.

10. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних і агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ „НІЧЛАВА”, 2003. 320 с.

11. Волкогон, В.В. Надкернична О.В., Токмакова Л.М. Експериментальна ґрунтова

мікробіологія: монографія // Под ред. В.В. Волкогона. – Київ.: «Аграрна наука», 2010. 464 с.