УДК 631.51:631.452

DOI 10.25230/2412–608X–2018–4–176–107–111

Влияние ресурсосберегающей обработки на биологическую активность и токсичность светло-каштановой почвы

Е.Н. Ефремова¹,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Н.В. Тютюма²,

доктор сельскохозяйственных наук

Е.А. Зенина¹,

кандидат сельскохозяйственных наук

¹Волгоградский государственный аграрный
университет

Россия, г. Волгоград, Университетский проспект, 26
Тел.: +7 8442 41-12-22

E-mail: elena106@rambler.ru

²Прикаспийский научно-исследовательский
институт аридного земледелия

Астраханская обл., Черноярский район, с. Солёное
Займище, квартал Северный, 8

Тел.: (85149) 25-7-20

Для цитирования: Ефремова Е.Н., Тютюма Н.В.,
Зенина Е.А. Влияние ресурсосберегающей обра-
ботки на биологическую активность и токсичность
светло-каштановой почвы // Масличные культуры.
Научно-технический бюллетень Всероссийского
научно-исследовательского института масличных
культур. – 2018. – Вып. 4 (176). – С. 107–111.

Ключевые слова: почва, нулевая обработка
почвы, сахарное сорго, энзимы, пожнивные
остатки, токсичность почвы, биологическая актив-
ность.

Исследования были направлены на изучение
влияния нулевой обработки почвы на биологиче-
скую активность и токсичность почвы в севообо-
роте под сахарным сорго. Переход на нулевую
технологию может обеспечить повышение произ-
водительности труда, снизить потребность в рабо-
чей силе и технике, сократить сроки проведения
полевых работ, сделать их более оптимальными,
повысить доходы сельхозпредприятий, увеличить
заработную плату работников, улучшить их соци-
альные условия, что является важным экономиче-
ским и социальным преимуществом данной
ресурсосберегающей технологии. Актуальность
исследования – сравнительном анализе биологиче-

ской активности и токсичности почвы при тради-
ционной обработке почвы и системы нулевой об-
работки почвы после посева сахарного сорго. Цель
и задачи исследования: изучить влияние агротех-
нического приема (обработки почвы, биостимуля-
тора роста и минерального удобрения) на
биологическую активность и токсичность почвы по-
сле посева сахарного сорго гибрида Славянское при-
усадебное. Объект исследования: обработка почвы
(отвальная и нулевая) и совместное применение био-
стимулятора роста Лигногумат 1 % (10 л/т) и мине-
рального удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$. Исследования проводились в ООО АКХ «Кузнецовская» Иловлинского района Волгоградской об-
ласти на зональных подтипах светло-каштановых
почв в период 2009–2015 гг. Опыт двухфакторный,
размещен тремя блоками в четырехкратной по-
вторности. Целлюлозную активность почвы мето-
дом «аппликации» определяли по разложению в
ней льняной ткани. Биологическую токсичность
почвы определяли при помощи растительного те-
ста по методу, применяемому на кафедре биологии
почв Московского государственного универси-
тета. Результаты исследований биологической ак-
тивности и токсичности почвы показали, что после
нулевой ее обработки разложение льняного по-
лотна было сильнее, чем после отвальной обра-
ботки. Разложение льняного полотна составило
66,67 % при нулевой обработке почвы на варианте
применения биостимулятора роста и минерального
удобрения. Токсичность почвы изменилась, на ну-
левой обработке почвы дав 84 % проросших семян
относительно 76 % на отвальной обработке почвы,
тем самым показав, что данная обработка почвы
оказывает на нее положительное воздействие. Ре-
сурсосберегающая технология No-till – это един-
ственная в нынешний период технология, которая
позволяет не только прекратить деградацию
почвы, но и восстановить и увеличить содержание
органического вещества в почве, повысить плодо-
родие почвы, дополнительно накапливать, сохра-
нять и рационально использовать влагу.

UDC 631.51:631.452

Influence of resource saving treatment on biological activity and toxicity of light-brown soil.

E.N. Efremova, PhD in agriculture, associated professor

N.V. Tyutyuma, doctor of agriculture, associated professor

E.A. Zenina, PhD in agriculture

¹Volgograd state agrarian university,
26, Universitetsky prospect, Volgograd, Russia,
Tel.: +7 8442 41-12-22

²Caspian research Institute of arid agriculture
8, Northern quarter, Solyonoe Zaimichshe settl., Cher-
nyarsky district, Astrakhan region
Tel.: (85149) 25-7-20

Key words: soil, no-till treatment, sugar sorghum,
enzymes, crop residues, soil toxicity, biological activity.

The purpose of the research was to study the impact
of no-till treatment on biological activity and toxicity

of soil in crop rotation after sweet sorghum. The transition to no-till technology will improve productivity, reduce labour demand and technology, reduce the time of field work, making them more optimal, increase the incomes of agricultural enterprises, increase staff salaries, and improve their social conditions, which is an important economic and social benefit of resource-saving technologies. The relevance of the study is a comparative analysis of biological activity and soil toxicity in traditional and no-till treatments after sowing sugar sorghum. The purpose and objectives of the study are: to study the impact of agrotechnical technology (tillage, growth biostimulator and mineral fertilizer) on the biological activity and soil toxicity after sowing sugar hybrid Slavyanskoe priusadebnoe. The object of the research is: tillage (moldboard plow and zero), and the combined use of a growth stimulator Lignohumate 1% and mineral fertilizers in the dose of $N_{30}P_{30}K_{30}$. We conducted researches in a farm "Kuznetsovskaya" (Ilovinsky district, Volgograd region) at the zonal subtypes of light chestnut soils in the period 2009–2015. Two-factor experiment is located in three blocks, in four replications. We determined cellulose activity of the soil by the method of "application" by decomposition of linen tissue in it. We determined biological soil toxicity by a vegetable test using the method used at the Department of soil biology of the Moscow State University. Studies have been conducted of the biological activity and toxicity of the soil. The results showed the decomposition of linen cloth was stronger after no-till treatment than after moldboard plow. The decomposition of linen fabric was 66.67% with no-till treatment on the variant of application of the growth biostimulator and mineral fertilizer. Soil toxicity has changed, at no-till treatment, showing 84% of sprouted seeds relative to 76% at moldboard plow treatment, thus proving that this tillage has a positive effect on the soil. The new resource-saving technology is the only technology in the current period, which not only stops the degradation of the soil, but also restores and increases the content of organic matter in the soil, increases soil fertility, allows for additional storage, conservation and rational use of moisture.

Введение. Почва – естественная среда обитания для самых различных микроорганизмов. В каждом грамме верхнего ее слоя обитают миллионы, даже миллиарды микроорганизмов. Эта биомасса с очень большой активной поверхностью оказывает значительное влияние на процессы, происходящие в почве, и на ее плодородие. Микроорганизмы разрушают попадающие в почву органические вещества и переводят их органогенные элементы в формы, усваиваемые растениями. Не меньшее значение имеет синтезирующая деятельность микроорганизмов, а также их участие в образовании гумуса. Параллельно с индустриализацией современных сельскохозяйственных систем все более возрастает роль почвенных

микроорганизмов в повышении плодородия почв. Элементы многих минеральных удобрений, вносимых в почву, включаются в клетки микроорганизмов, и таким образом, обеспечение растений питательными веществами в определенной мере зависит от направленности и интенсивности микробиологических процессов. Одна из важных задач сельского хозяйства состоит в максимальном использовании почвенных азотфиксирующих микроорганизмов [4; 10].

Почва и содержание органического вещества в ней обладают сильной физической, химической и биологической динамикой. Биологическая динамика является, скорее всего, самой активной, т.к. у живых организмов ежедневно проходят физиологические, метаболические и дыхательные процессы [1].

Ферментативная активность отражает состояние плодородия почв и внутренние изменения, происходящие при сельскохозяйственном использовании и повышении уровня культуры земледелия. Энзимы можно определить как протеиновые соединения, производимые живыми клетками, которые действуют как катализаторы метаболических процессов. Энзимная активность почвы необходима во всех процессах, превращающих простые формы питательных веществ в сложные, непосредственно участвующие в питании растений. Энзимы участвуют в процессах накопления питательных веществ в растениях [3; 7; 11].

Нулевая обработка почвы предусматривает накопление в почве ферментативных соединений, микроорганизмов. No-till – это технология, которая позволяет восстановить почвенное плодородие, защитить почву от водной и ветровой эрозии, а грунтовые воды от загрязнения химическими препаратами, используемыми в земледелии. При использовании нулевой технологии уменьшается выброс парниковых газов за счёт снижения эмиссии CO_2 , метана и других газов, активизируются микробиологические процессы в корнеобитаемом слое [5; 9].

Данная технология предполагает возделывание сельскохозяйственных культур без обработки почвы при наличии пожнивных остатков на её поверхности и активном использовании покровных культур, а также грамотном чередовании товарных культур в севообороте [8].

Пожнивные остатки – поставщик углерода, который является энергетическим материалом

для микрофлоры и мезофауны, основой биологической активности почвы, за счёт чего восстанавливается плодородие. В результате активности бактерий и грибов при разложении пожнивных остатков образуются ферменты, кислоты и другие сложные химические соединения, которые способствуют переводу фосфора, калия, кальция и других элементов, включая микроэлементы, в доступные для усваивания растениями формы. Также идёт активное накопление азота за счёт использования энергетического материала (углерода) симбиотическими и несимбиотическими микроорганизмами, фиксирующими азот из атмосферного воздуха [10; 11].

Материалы и методы. Актуальностью исследования является сравнительный анализ биологической активности и токсичности почвы при традиционной обработке почвы и системе нулевой обработки почвы после посева сахарного сорго.

Цель и задачи исследования: изучить влияние агротехнического приема (обработки почвы, биостимулятора роста и минерального удобрения) на биологическую активность и токсичность почвы после посева сахарного сорго гибрида Славянское приусадебное.

Объект исследования: обработка почвы (отвальная и нулевая) и совместное применение биостимулятора роста Лигногумат и минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Обработка семян проводилась перед посевом Лигногуматом 1 %-ным рабочим раствором в дозировке 10 л/т семян. Минеральные удобрения вносились в почву в виде нитрофоски ($N_{10}P_{10}K_{10}$) одновременно с посевом. Оставшаяся доза ($N_{20}P_{20}K_{20}$) вносилась в период вегетации растений.

Исследования проводились в ООО АКХ «Кузнецовская» Иловлинского района Волгоградской области на зональных подтипах светло-каштановых почв в период 2009–2015 гг. Опыт двухфакторный, размещен тремя блоками в четырехкратной повторности. Повторности размещены в два яруса, вариант – методом расщепления в два яруса, вариант – методом расщепления со смещением в каждой повторности на один вариант. Предшественник – сахарная кукуруза.

Целлюлозную активность почвы методом «аппликации» определяли по разложению в ней льняной ткани. Применяемые в практике опытного дела способы закладки ткани в почву несколько различаются. Использовали модификацию этого метода, разработанную в НИИСХ ЦРНЗ. Белую льняную ткань разме-

ром $0,20 \times 0,05$ м взвешивали и нитками в нескольких местах прикрепляли к полоске полиэтиленовой пленки такого же размера. На делянках делали равномерно прикопки, к ровной вертикальной стенке каждой из них прижимали ткань и засыпали с другой стороны почвой, уплотняя ее до исходного состояния. Экспозицию определяли интенсивностью разложения полотна, которая зависит от плодородия почвы, погодных условий, удобрений, характера растительности и других условий.

Биологическую токсичность почвы определяли при помощи растительного теста по методу, применяемому на кафедре биологии почв Московского государственного университета [6]. В качестве тест-растения использовали 25 семян яровой пшеницы [2].

Результаты и обсуждение. Определение биологической активности почвы проводилось методом «аппликации» в слое 0,0–0,3 м. В результате воздействия на почву биостимулятора роста, удобрения, различных обработок почвы наблюдались изменения в степени разложения льняного полотна.

Результаты исследований по разложению льняного полотна показали, что наиболее высокая активность была на варианте отвальной обработки почвы после сахарного сорго с использованием удобрения и биостимулятора роста, процент разложения ткани по истечении трех месяцев к исходному образцу составил 59,09 % (табл. 1).

Таблица 1

Биологическая активность почвы в зависимости от обработки светло-каштановой почвы в среднем за 2009–2015 гг., %

Вариант опыта	Разложилось ткани, в % к исходной массе					
	отвальная обработка почвы			система No-till		
	через один месяц	через два месяца	через три месяца	через один месяц	через два месяца	через три месяца
Сахарное сорго (контроль)	13,33	26,67	53,33	11,11	25,56	55,56
Сахарное сорго + Лигногумат + $N_{30}P_{30}K_{30}$	20,45	29,55	59,09	21,33	33,00	66,67

Несмотря на высокий процент разложения льняного полотна на контроле по отвальной обработке почвы через один и два месяца, по системе No-till разложение льняного полотна через три месяца протекало интенсивнее, чем на отвальной обработке на 2 %.

На варианте с использованием удобрения и биостимулятора разложение льняного полотна при нулевой обработке почвы изменялось с 21,33 до 66,67 %, что на 11,11 % больше, чем на контроле. Система обработки No-till способствовала увеличению скорости разложения льняной ткани.

Степень разложения льняного полотна свидетельствовала о разной напряженности микробиологических процессов, на которые оказывали влияние способы основной обработки, минерального удобрения и биостимулятора. Наши исследования показали, что наиболее высокая микробиологическая активность наблюдалась на варианте с применением биостимулятора роста и минерального удобрения при обработке почвы по системе No-till.

В противоположность биологической активности, токсичность почвы является отрицательным показателем почвенного плодородия и вызывается физиологически активными веществами различного происхождения. Интенсивность накопления токсических веществ в значительной степени зависит от количества, качества, месторасположения и условий разложения растительных остатков.

Токсичность почвы обусловлена накоплением физиологически действующих элементов, содержащих фенольные соединения, альдегиды, спирты и др., структура и насыщенность которых зависит от температуры и влаги почвы, от бактерий, микроорганизмов и растений.

Определение токсичности почвы проводили методом биотестов в лабораторных условиях. В качестве контроля использовали всхожесть семян яровой пшеницы на фильтровальной бумаге.

После окончания опыта с контрольным вариантом (фильтровальной бумагой) сравнивали число проросших семян, длину проростков и абсолютно сухую массу общего количества и одного проростка (табл. 2).

В зависимости от обработки почвы, применения удобрения и биостимулятора токсичность варьировала по вариантам. Это объясняется накоплением корневых выделений растениями, растительных остатков и продуктов метаболизма микроорганизмов.

В варианте после отвальной обработки почвы процент проросших семян изменялся в пределах 72–76 %, что в среднем меньше на 18 %, чем на фильтровальной бумаге (контроль).

Длина проростка также была меньше, чем на контроле. В бюксах с почвой после No-till наблюдалось увеличение процента проросших семян в пределах 80,0–84,0 %, в варианте с применением минерального удобрения и биостимулятора длина проростка была больше на 7,6 мм. Показатель абсолютно сухой массы всех проростков равен 0,315 г. Токсичность почвы в варианте посева сахарного сорго по технологии No-till снижалась.

Таблица 2

**Биологическая токсичность
светло-каштановой почвы, в среднем
за 2009–2015 гг., %**

Вариант	Отвальная обработка почвы				Система No-till			
	проросших семян, %	длина проростка, мм	абсолютно сухая масса, г		проросших семян, %	длина проростка, мм	абсолютно сухая масса, г	
			всех проростков	одного проростка			всех проростков	одного проростка
Фильтровальная бумага (контроль)	92,0	110,3	0,299	0,013	92,0	110,3	0,299	0,013
Сахарное сорго	72,0	108,7	0,216	0,012	80,0	112,4	0,28	0,014
Сахарное сорго + Лигногумат 1 % + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	76,0	109,5	0,228	0,012	84,0	117,9	0,315	0,015

Токсичность почвы на посевах связана с более активными процессами разложения органического вещества и накоплением первичных токсичных продуктов ее микробиологической трансформации.

Выводы. В результате проведенных исследований в Волгоградской области выявлена тенденция повышения активности, снижения токсичности почвы в системе No-till. Традиционная обработка почвы приводит к снижению биологической активности. Наличие растительных остатков на поверхности почвы при No-till технологии медленно восстанавливает естественное состояние органического вещества.

В проведенных исследованиях биологическая активность почвы в посевах после сахарного сорго наиболее высокая была в варианте

с применением биостимулятора роста Лигногумат и минерального удобрения $N_{30}P_{30}K_{30}$ при нулевой технологии, разложение льняного полотна – 66,67 %. Закономерность повышения биологической активности от биостимулятора роста и минерального удобрения наблюдалась при отвальной обработке, составив 59,09 %. Следовательно, на биологическую активность оказывали влияние биостимулятор роста и минеральное удобрение, их применение способствовало увеличению интенсивности разложения клетчатки.

Следует отметить, что на биологическую токсичность почвы оказывали подавляющее воздействие нулевая обработка почвы, биостимулятор роста Лигногумат и минеральное удобрение, о чем свидетельствует возросшая до 84 % всхожесть семян.

Список литературы

1. Борисенко Д.В., Мокриков Г.В., Казеев К.Ш. Влияние нулевой технологии обработки почв на активность целлюлозолитических микроорганизмов Ростовской области // Экология и биология почв: сборник молодежной научной конференции с международным участием. Южный федеральный университет. – 2017. – С. 15–19.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Ефремова Е.Н. Агрофизические показатели почвы в зависимости от различных обработок почвы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – Т. 1. – № 2–1 (30). – С. 67–72.
4. Зырянова К.И., Смирнова Ю.В. Эффективность применения ФитоОМУ в технологии выращивания картофеля сорта Аврора в условиях опытного поля Костромской ГСХА // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии: сборник трудов ФГБОУ ВО Костромская государственная сельскохозяйственная академия. – Караево, 2015. – С. 15–21.
5. Маслов Г.Г., Небавский В.А. Нулевая обработка – экономия затрат // Сельский механизатор. – 2004. – № 3. – С. 34–35.
6. Опытное дело в полеводстве / Сост. Г.Ф. Никитенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.
7. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. – М.: Наука, 1983. – 219 с.
8. Шурьгин А.В. Начать с «нуля» и идти в ногу со временем // Поле деятельности. – 2010/2011. – № 12/1. – С. 24–27.
9. Ott S.L., Hargrove W.L. Profit and risks of using crimson clover and hairy vetch cover crops in No-till corn production // Amer. J. Alt. Ag. – 1989. – No 4. – P. 65–70.
10. Morse R. Keys to successful production of transplanted crops in high-residue, No-till farming systems // Proceedings of the 21st Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, Arkansas, July 15–17. – 1998. – P. 79–83.
11. Ranells N.N., Waggar M.G. Crimson clover management to enhance reseeding and No-till corn grain production // Agron. J. 1993. – No 85. – P. 62–67.

References

1. Borisenko D.V., Mokrikov G.V., Kazeyev K.SH. Vliyaniye nulevoy tekhnologii obrabotki pochv na aktivnost' tsellyulozoliticheskikh mikroorganizmov Rostovskoy oblasti // Ekologiya i biologiya pochv: sbornik molodezhnoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. Yuzhnyy federal'nyy universitet. – 2017. – S. 15–19.
2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
3. Efremova E.N. Agrofizicheskiye pokazateli pochvy v zavisimosti ot razlichnykh obrabotok pochvy // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye. – 2013. – T. 1. – № 2–1 (30). – S. 67–72.
4. Zyryanova K.I., Smirnova YU.V. Effektivnost' primeneniya FitoOMU v tekhnologii vyrashchivaniya kartofelya sorta Avrora v usloviyakh opytного polya Kostromskoy GSKHA // Trudy Kostromskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii: sbornik trudov FGBOU VO Kostromskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya. – Karayevo, 2015. – S. 15–21.
5. Maslov G.G., Nebavskiy V.A. Nulevaya obrabotka – ekonomiya zatrat // Sel'skiy mekhanizator. – 2004. – № 3. – S. 34–35.
6. Opytnoye delo v polevodstve / Sost. G.F. Nikitenko. – M.: Rossel'khozizdat, 1982. – 190 s.
7. Segi Y. Metody pochvennoy mikrobiologii. — M.: Nauka, 1983. – 219 s.
8. Shurygin A.V. Nachat' s «nulya» i idti v nogu so vremenem // Pole deyatel'nosti. – 2010/2011. – № 12/1. – S. 24–27.
9. Ott S.L., Hargrove W.L. Profit and risks of using crimson clover and hairy vet'sh cover crops in No-till corn production // Amer. J. Alt. Ag. – 1989. – No 4. – P. 65–70.
10. Morse R. Keys to successful production of transplanted crops in high-residue, No-till farming systems // Proceedings of the 21st Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, Arkansas, July 15–17. – 1998. – P. 79–83.
11. Ranells N.N., Waggar M.G. Crimson clover management to enhance reseeding and No-till corn grain production // Agron. J. 1993. – No 85. – P. 62–67.

Получено:

16.03.2018

Received: 16.03.2018

Принято:

06.11.2018

Accepted: 06.11.2018