

4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

УДК 631,51:633.854.78:633.15(045)

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.011.73-77

## Оценка продуктивности подсолнечника и кукурузы, возделываемых по технологии Strip-till

Игорь Леонидович Воротников , д.э.н., e-mail: rekt-ngsha@inbox.ru  
ORCID: 0000-0003-3631-8275,

Александр Геннадьевич Субботин, к.с.-х.н., ORCID: 0000-0003-4497-0175,  
Александр Владимирович Летучий, к.с.-х.н., ORCID: 0000-0003-4117-259X

«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», 410012, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, г. Саратов, Россия

**Аннотация.** Проблема стабилизации производства подсолнечника и кукурузы в засушливых районах решается за счёт применения полосовой обработки почвы (технология Strip-till). Определено влияние применения полосовой обработки почвы на показатели развития растений и урожайность кукурузы и подсолнечника в условиях Саратовского Левобережья: запас продуктивной влаги, плотность пахотного слоя почвы, биометрические параметры растений в период вегетации, структура урожая. Оценка эффективности комбинированного почвообрабатывающего орудия ПБС–8х70П выявила особенности влияния данной технологии на водно-физические свойства почвы. В осенний период запас продуктивной влаги на изучаемых вариантах опыта был на 9% выше, чем при вспашке, а весной перед посевом выше на 30%. К моменту созревания на опытных участках с подсолнечником при применении Strip-till запас влаги достигал 35 мм, а на опытном участке с кукурузой он был на 15 мм выше, чем на предыдущем варианте обработки почвы. Выявлено повышение урожайности подсолнечника при применении полосовой обработки до 1,75 т/га, урожайности кукурузы – до 3,44 т/га. Расчёт экономической эффективности подтвердил целесообразность использования полосовой обработки новым орудием ПБС–8х70П. Отмечено снижение прямых затрат и увеличение уровня рентабельности при возделывании кукурузы на 17,7%, подсолнечника – на 24,1%.

**Ключевые слова:** основная обработка почвы, технология Strip-till, подсолнечник, кукуруза, плотность, влажность почвы, структура урожая, масличность, урожайность.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, 2021 г. Тема: «Разработка почвообрабатывающего агрегата по возделыванию пропашных культур по технологии Strip-till», Программа стратегического академического лидерства «Приоритет 2030».

**Цитирование.** Воротников И.Л., Субботин А.Г., Летучий А.В. Оценка продуктивности подсолнечника и кукурузы, возделываемых по технологии Strip-till // Научно-агрономический журнал. 2023. № 1 (120). С. 73-77. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.011.73-77

Поступила в редакцию: 01.02.2023

Принята к печати: 20.03.2022

**Введение.** В современных экономических условиях, когда возникает острая необходимость в снижении себестоимости растениеводческой продукции, проблемы поиска способа сокращения материальных затрат на возделывание полевых культур крайне актуальна. На территории засушливого Нижнего Поволжья широко используются различные варианты обработки почвы – классическая, минимальная (mini-till), нулевая (No-till) и полосовая обработка (Strip-till).

Особое внимание заслуживает технология Strip-till, при использовании которой обеспечивается снижение затрат материальных ресурсов, так как только 30% площади обрабатывается специальным агрегатом [3, 8]. Наличие пожнивных остатков на поверхности почвы после проведения обработки позволяет сохранить и повысить почвенное плодородие. По мере насыщения верхнего слоя почвы органикой увеличивается ее биогенность, уменьшается водная и ветровая эрозия и улучшается влагообеспеченность растений [1,4,9]. Из-

учаемая технология адаптирована в регионах с возрастающей аридизацией климата за счёт мульчирования междурядья пропашных культур (подсолнечник, кукуруза и соя) [5, 6, 10, 11].

К недостаткам данной технологии можно отнести увеличение химической нагрузки за счёт большого применения средств защиты растений против сорняков, болезней и вредителей, строгое ограничение ширины междурядий и направления посева.

В ФГБОУ ВО Вавиловском университете в рамках программы «Приоритет 2030» было создано новое почвообрабатывающее орудие ПБС–8х70П, предназначенное для реализации технологии Strip-till [3].

Цель исследований – определить влияние применения полосовой обработки почвы на параметры развития растений и урожайность кукурузы и подсолнечника в условиях Саратовского Левобережья.

**Материалы и методы.** Полевые эксперименты проведены на территории землепользования

УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО Вавиловского университета Энгельсского района Саратовской области. Почва опытного участка – тёмно-каштановая среднесуглинистая с содержанием гумуса 2,8%. Влажность устойчивого завядания в пахотном слое изменяется от 10 до 12%.

Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов основной обработки почвы:

1. Отвальная вспашка плугом ПБС-8 на глубину 25-27 см.

2. Полосовая обработка почвы ПБС-8х70П на глубину 32 см.

Объектом исследований на изучаемых вариантах опыта были культуры подсолнечника (гибрид Норд, норма высева 60 тыс. всх. семян на га) и кукурузы (гибрид ДКС 3906, норма высева 70 тыс. всх. семян на га). Размер опытной делянки – 112 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 74 м<sup>2</sup>, повторность опыта – трехкратная (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований), 5-е изд., доп. и переработ. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.). Основную обработку почвы проводили осенью. Предшественник – озимая пшеница, возделываемая в паровом звене севооборота. На изучаемых культурах в период вегетации применяли рекомендуемые гербициды Ацетал Про «ЩелковоАгрохим»

Период проведения исследований охватывал годы с различным количеством осадков и температурным режимом (2020–2022 гг.). Оценка запасов продуктивной влаги выявила следующие особенности. В осенний период при традиционной технологии на опытном участке, предназначенном для посева подсолнечника и кукурузы, запас продуктивной влаги составил 56 и 57 мм, а при при-

менении технологии Strip-till данный показатель увеличивался до 60–63 мм соответственно, или на 9% (таблица 1).

В весенний период запас влаги в почве, обработанной по традиционной технологии, составил 110-112 мм, а при полосовой обработке был выше на 30%. К моменту уборки полевых культур на опытных делянках с подсолнечником при традиционной обработке почвы влажность достигала величины 24 мм, а при применении новой технологии – 35мм. На делянках с кукурузой запас продуктивной влаги при применении технологии Strip-till был на 15 мм выше, чем при традиционной технологии. Таким образом, полосовая технология обработки пропашных культур новым агрегатом позволяет увеличить запас влаги в среднем на 30% по сравнению с классической вспашкой.

Определение плотности почвы выявило влияние различных вариантов основной обработки почвы на данный показатель. Измерение данного показателя на опытных делянках с подсолнечником в апреле показало разницу по вариантам обработки в 0,01т/м<sup>3</sup>, в мае плотность почвы возрастала до 1,13 т/м<sup>3</sup>. С июня по сентябрь отмечалось повышение данного показателя с 1,19 до 1,32 т/м<sup>3</sup> при традиционной обработке, с 1,17 до 1,29 т/м<sup>3</sup> при применении технологии Strip-till (таблица 2).

В мае показатели плотности почвы сравнивались при обеих обработках, но с июня отмечалось повышение данного показателя в посевах и кукурузы, и подсолнечника. Однако при полосовой обработке новым почвообрабатывающим рабочим органом уплотнение почвы было меньше на 0,03 т/м<sup>3</sup> и 0,04 т/м<sup>3</sup> соответственно или на 3-5% (таблица 2).

Таблица 1. Запас продуктивной влаги (в среднем за 2020-2022 гг.)

Технология	Продуктивная влага, мм		
	перед уходом в зиму	перед посевом	в уборку
Подсолнечник			
Традиционная	56	110	24
Strip-till	60	142	35
Кукуруза			
Традиционная	57	112	25
Strip-till	63	145	40
Минимальная разность в урожаях, которая признается существенной при 5% (НСР <sub>05</sub> )	5,2	6,1	1,5

Таблица 2. Плотность пахотного слоя почвы (0-0,3 м), т/м<sup>3</sup> (в среднем за 2020-2022гг.)

Технология	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Подсолнечник						
Традиционная	1,10	1,13	1,19	1,24	1,30	1,32
Strip-till	1,11	1,13	1,17	1,22	1,27	1,29
Кукуруза						
Традиционная	1,10	1,13	1,17	1,22	1,26	1,29
Strip-till	1,11	1,13	1,15	1,19	1,23	1,25

Измерение биометрических параметров растений в период вегетации полевых культур выявило определенные особенности на различных вариантах основной обработки почвы. Параметры высоты растений также изменялись в зависимости от изучаемых элементов. Так, у подсолнечника данный показатель при традиционной обработке почвы составил 167,8 см, а при полосовой обработке почвы снижался до 161,3 см. У растений кукурузы на участках, обработанных по технологии Strip-till, также отмечалось уменьшение высоты растений на 9,3 см.

Измерение площади листьев на изучаемых вариантах позволило выявить увеличение данного показателя у подсолнечника на 4,9 тыс. м<sup>2</sup>/га и у кукурузы на 5,8 тыс. м<sup>2</sup>/га (таблица 3) соответственно при полосовой технологии в сравнении с

классической вспашкой.

Урожайность подсолнечника при традиционной обработке почвы составила 1,58 т/га. На варианте с полосовой обработкой почвы урожайность маслосемян подсолнечника увеличилась на 0,17 т/га. Соответственно, возросли значения всех параметров структуры урожая. Наибольшее содержание масла в семенах отмечали при выращивании подсолнечника по технологии Strip-till – 49,5% (таблица 4).

Следовательно, урожайность при полосовой обработке подсолнечника была на 11% выше по сравнению с традиционной вспашкой, что можно объяснить эффектом влагосбережения и особенностями режущего рабочего органа нового агрегата, формирующего благоприятные условия для развития корневой системы растения.

Таблица 3. Параметры развития растений полевых культур при различных вариантах обработки почвы (в среднем за 2020-2022гг.)

Технология	Высота растений, см	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га
Подсолнечник		
Традиционная	167,8	37,2
Strip-till	161,3	42,1
Кукуруза		
Традиционная	183,5	38,9
Strip-till	174,2	44,7
НСП <sub>05</sub>	8,6	1,9

Таблица 4. Структура урожая подсолнечника (в среднем за 2020-2022гг.)

Технология	Количество семян в корзинке, шт	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г	Содержание масла, %	Урожайность, т/га
Традиционная	475,7	35,1	73,8	48,3	1,58
Strip-till	486,7	36,4	74,9	49,5	1,75
НСП <sub>05</sub>	24,5	1,7	3,6	2,3	0,08

Таблица 5. Структура урожая кукурузы на зерно (среднее за 2020-2022гг.)

Технология	Масса початка с зерном, г	Количество зёрен в соцветии, шт	Масса зёрен с одного початка, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность, т/га
Традиционная	73,3	211,2	62,3	294,6	3,18
Strip-till	71,7	212,4	61,4	289,2	3,44
НСП <sub>05</sub>	2,6	8,70	2,91	9,8	0,16

Таблица 6. Экономическая эффективность (среднее за 2020-2022гг.)

Показатели	Подсолнечник		Кукуруза	
	традиционная на 25-27 см	Strip-till на 30-32см	традиционная на 25-27 см	Strip-till на 30-32см
1. Урожайность, т/га	1,58	1,75	3,18	3,44
2. Оценка продукции, тыс. руб./га	32,4	35,8	34,9	37,8
3. Прямые затраты, тыс. руб./га	17,6	17,2	20,6	20,2
4. Расчетная себестоимость, тыс. руб./т	11,1	9,8	6,4	5,9
5. Условный чистый доход, тыс. руб./га	14,8	18,6	14,3	17,6
6. Уровень рентабельности, %	84,0	108,1	69,4	87,1

Сравнительная оценка величины и структуры биологической урожайности зерна кукурузы выявила преимущество нового агрегата, применяемого при обработке почвы по технологии Strip-till. Так, на варианте с традиционной обработкой почвы урожайность зерна кукурузы достигала 3,18 т/га.

При полосовой обработке почвы параметры структуры были ниже, чем на предыдущем варианте. Биологическая урожайность зерна при стандартной влажности составила 3,44 т/га (таблица 5), то есть была на 8% выше, чем по классической технологии, что обеспечивается за счет влагосбережения, мульчирование междурядий и наименьшим уплотнением почвы новым режущим рабочим органом ПБС-8х70П.

Расчёт экономической эффективности выявил преимущество применения при выращивании изучаемых культур технологии Strip-till. На опытном участке с подсолнечником и кукурузой уровень рентабельности при данной технологии был соответственно на 24,1% и 17,7% выше (таблица 6).

**Заключение.** Комплексная оценка влияния классической и Strip-till обработки почвы на урожайность пропашных культур выявила преимущество технологии Strip-till. Отмечено увеличение урожайности подсолнечника на 0,17 т/га, а кукурузы на 0,26 т/га, что в среднем на 8-10 % выше за счет влагосбережения, мульчирование междурядий и меньшей уплотняемости почвы. Расчёт экономической эффективности свидетельствует о целесообразности использования данной технологии, т.к. уровень рентабельности выращивания подсолнечника и кукурузы по предлагаемой технологии был выше на 24,1 и 17,7% соответственно.

#### Литература:

1. Бойков В.М., Старцев С.В., Воротников И.Л., Нарушев В.Б. Исследование формообразующих параметров корневой системы пропашных культур // Аграрный научный журнал. 2020. № 9. С. 65-68.

2. Бойков В.М., Старцев С.В., Воротников И.Л., Башмаков И.А. Обоснование кинематических параметров и эксплуатационных показателей широкозахватных пахотных агрегатов // Аграрный научный журнал. 2019. № 12. С. 78-82.

3. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Разработка технологии No-Till на черноземе выщелоченном Лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2011. №5. С. 20- 22.

4. Воротников И.Л., Денисов К.Е., Гераскина А.А. Анализ зарубежных научных исследований влияния ресурсосберегающих технологий обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур и показатели почвенного плодородия // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 12 (112). С. 1641-1654.

5. Дридигер В.К., Кашаев Е.А., Стукалов Р.С., Паньков Ю.И., Войцеховская С.С. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на урожайность и экономическую эффективность в севообороте // Земледелие. 2015. №7. С. 20-23.

6. Ещенко В.Е., Трифонова М.Ф., Копытко П.Г. Основы опытного дела в растениеводстве / под ред. В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой. М.: КолосС, 2009. 268 с.

7. Кузыченко Ю.А., Стукалов Р.С., Гаджимаров Р.Г. Формирование корневой системы кукурузы на зерно при различных системах обработки почвы в зоне центрального Предкавказья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1 (57). С. 74-81.

8. Лицуков С.Д., Ширяев А.В., Кузнецова Л.Н. Агрэкологическая оценка технологии No-till в условиях Белгородской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 9. С.46-48.

9. Сафин Х.М., Аюпов Д.С., Саегалиева Г.Э. Сберегающие технологии No-till и Strip-till показывают положительные результаты / Материалы Междунар. науч.-практ. конф. В рамках XXV межд. спец. выставки «Агрокомплекс – 2015». Уфа: БГАУ, 2015. С. 275-279.

10. Солодовников А.П., Денисов Е.П., Летучий А.В., Четвериков Ф.П. Роль минимальной обработки в сохранении плодородия чернозёмов после фитомелиорации // Кормопроизводство. 2016. №4. С. 26-29.

DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.011.73-77

## The Sunflower and Corn Productivity Evaluation Using Strip-Till Cultivation Technology

Igor L. Vorotnikov , Dr. Sci. (Economy), e-mail: rekt-ngsha@inbox.ru  
ORCID: 0000-0003-3631-8275,

Alexander G. Subbotin, Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0003-4497-0175

Alexander V. Letuchy, Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0003-4117-259X

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov,  
e-mail: rekt-ngsha@inbox.ru 410012, Pyotr Stolypin Prospekt, 4/3, Saratov, Russia

**Abstract.** The problem of sunflower and corn production stabilizing in arid areas is solved by the use of strip tillage (Strip-till technology). The strip tillage use influence on plant development indicators and the corn and sunflower yields in the Left Bank

of Volga around Saratov conditions was determined: the productive moisture supply, the arable soil layer density, plants biometric parameters during the growing season, the crop structure. The combined ПБС-8х70П tillage tool effectiveness evaluation revealed

this technology influence on the soils water-physical properties. In the autumn, the productive moisture supplies on the studied variants of the experiment was 9% higher than during plowing, and in the spring before sowing it was 30% higher. By the time of ripening, the moisture reserve reached 35 mm on the experimental plots with sunflower when using Strip-till, and it was 15 mm higher than with the previous tillage version on the experimental plot with corn. In sunflower yield increase to 1.75 t/ha was revealed when using strip processing, in corn yield – up to 3.44 t/ha. The economic efficiency calculation confirmed the strip processing using expediency with the new ПБС–8x70П tillage tool. There was a decrease in direct costs and an increase in the level of profitability in the corn cultivation by 17.7%, in the sunflower – by 24.1%.

**Keywords:** basic tillage, Strip-till technology, sunflower, corn, density, soil moisture, crop structure, oil content, yield

**Funds.** The work was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2021. Topic: “Development of a tillage unit for cultivating row crops using Strip-till technology”, Strategic Academic Leadership Program “Priority 2030”.

**Citation.** Vorotnikov I.L., Subbotin A.G., Letuchiy A.V. The Sunflower and Corn Productivity Evaluation Using Strip-Till Cultivation Technology. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 1(120). pp. 73-77. DOI: 10.34736/FNC.2023.120.1.011.73-77

Received: 01.02.2023

Accepted: 20.03.2022

### References:

1. Boykov V.M., Startsev S.V., Vorotnikov I.L., Narushev V.B. *Issledovaniye formoobrazuyushchikh parametrov kornevoy sistemy propashnykh kul'tur* [Study of the shaping parameters of the row crops root system]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agricultural Scientific Journal]. 2020. No. 9. pp. 65-68.
2. Boykov V.M., Startsev S.V., Vorotnikov I.L., Bashmakov I.A. *Obosnovaniye kinematicheskikh parametrov i ekspluatatsionnykh pokazateley shirokozakhatnykh pakhotnykh agregatov* [Substantiation of wide-cut arable units' kinematic parameters and operational indicators]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agricultural Scientific Journal]. 2019. No. 12. pp. 78-82.
3. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Korotkikh N.A. *Razrabotka tekhnologii No-Till na chernozeme vyshchelochennom Lesostepi Zapadnoy Sibiri* [Development of No-Till technology on leached chernozem in the Forest-

Steppe of Western Siberia]. *Zemledeliye* [Agriculture]. 2011. No. 5. P. 20-22.

4. Vorotnikov I.L., Denisov K.Ye., Geraskina A.A. *Analiz zarubezhnykh nauchnykh issledovaniy vliyaniya resursosberegayushchikh tekhnologiy obrabotki pochvy na produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i pokazately pochvennogo plodorodiya* [Analysis of foreign scientific studies of the impact of resource-saving technologies of tillage on the productivity of agricultural crops and indicators of soil fertility]. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific life]. 2020. Vol. 15. No. 12 (112). pp. 1641-1654.

5. Dridiger V.K., Kashayev Ye.A., Stukalov R.S., Pan'kov Yu.I., Voytsekhovskaya S.S. *Vliyaniye tekhnologiy vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na urozhaynost' i ekonomicheskuyu effektivnost' v sevooborote* [Influence of agricultural crops cultivation technologies on productivity and economic efficiency in crop rotation]. *Zemledeliye* [Agriculture]. 2015. No. 7. pp. 20-23.

6. Yeshchenko V.Ye., Trifonova M.F., Kopytko P.G. *Osnovy opytnogo dela v rasteniyevodstve* [Experimental fundamentals in crop production] / ed. by V.Ye. Yeshchenko and M.F. Trifonova. Moscow. KolosS Publ. house. 2009. 268 p.

7. Kuzychenko Yu.A., Stukalov R.S., Gadzhumarov R.G. *Formirovaniye kornevoy sistemy kukuruzy na zerno pri razlichnykh sistemakh obrabotki pochvy v zone tsentral'nogo Predkavkaz'ya* [The grain maize root system formation under various tillage systems in the zone of the central Ciscaucasia]. *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower-Volga Agrouniversity Complex: Science and higher professional education]. 2020. No. 1 (57). pp. 74-81.

8. Litsukov S.D., Shiryayev A.V., Kuznetsova L.N. *Agroekologicheskaya otsenka tekhnologii No-till v usloviyakh Belgorodskoy oblasti* [Agroecological assessment of No-till technology in the Belgorod region conditions]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural I. I. Ivanov Academy]. 2013. No. 9. pp.46-48.

9. Safin Kh.M., Ayupov D.S., Sayetgaliyeva G.E. *Sberegayushchiye tekhnologii No-till i Strip-till pokazyvayut polozhitel'nyye rezul'taty* [No-till and Strip-till saving technologies show positive results]: Materials of the International Scientific and Practical Conference within the XXV international spec. exhibition «Agrocomplex – 2015». Ufa. BashSAU Publ. house, 2015. pp. 275-279.

10. Solodovnikov A.P., Denisov Ye.P., Letuchiy A.V., Chetverikov F.P. *Rol' minimal'noy obrabotki v sokhraneni plodorodiya chernozemov posle fitomelioratsii* [The role of minimal tillage in preserving the chernozems fertility after phytomelioration]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production]. 2016. No.4. pp 26-29.

**Авторский вклад.** Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Author's contribution.** Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** Authors declare no conflict of interest.