

УДК 631.5:633.15:631.582(470.62/.67)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-57-59>

Оригинальное исследование / original research

Кузыченко Ю.А.,  
Гаджиумаров Р.Г.,  
Джандаров А.Н.

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный  
научный аграрный центр»

**Ключевые слова:** технология Strip-till, комбинированная система обработки, кукуруза на зерно, чернозем южный, Предкавказье

**Для цитирования:** Ю.А. Кузыченко, Р.Г. Гаджиумаров, А.Н. Джандаров. Комбинированная обработка почвы с элементами технологии Strip-till под кукурузу в зоне Предкавказья. Аграрная наука. 2021; 344 (1): 57–59.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-57-59>**Конфликт интересов отсутствует**

Yuri A. Kuzychenko,  
Rasul G. Gadzhumarov,  
Arsen N. Dzhandarov

Federal State Budgetary Scientific Institution  
“North Caucasus Federal Scientific Agrarian  
Center” [smc.yuka@yandex.ru](mailto:smc.yuka@yandex.ru), [arsen-agro@mail.ru](mailto:arsen-agro@mail.ru), [rasul\\_agro@mail.ru](mailto:rasul_agro@mail.ru)

**Key words:** Strip-till technology, combined processing system, grain corn, southern chernozem, Ciscaucasia

**For citation:** Kuzychenko YA., Gadzhumarov R.G., Dzhandarov A.N. Combined tillage with elements of Strip-till technology for maize in the Ciscaucasian zone. Agrarian Science. 2021; 344 (1): 57–59. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-57-59>**There is no conflict of interests**

# Комбинированная обработка почвы с элементами технологии Strip-till под кукурузу в зоне Предкавказья

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Комбинированный способ основной обработки почв, с использованием определенных приемов воздействия на обрабатываемый слой формирует определенную плотность почвы. В процессе вегетации кукурузы на зерно этот показатель меняется в зависимости от сезонного почвенного увлажнения и интенсивности развития корневой системы растения, что в конечном итоге связано с урожайностью культуры. Материал и методика. Объектами исследований являются две системы основной обработки почвы под кукурузу на зерно, по предшественнику: озимая пшеница в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, с применением отвального и комбинированного способа основной обработки с элементами технологии Strip-till. Почва: чернозем южный карбонатный слабогумусированный. Функциональная зависимость плотности почвы от запаса продуктивной влаги и интенсивности развития корневой системы кукурузы на зерно установлена методом теории размерностей. Для определения степени заполнения почвенного пространства корневыми системами кукурузы на зерно при различных системах основной обработки почвы применяли метод фрактальной геометрии.

**Результаты и выводы.** Установлено, что плотность почвы находится в прямой функциональной зависимости от запаса продуктивной влаги в обрабатываемом слое почвы и интенсивности развития корней растения. Плотность почвы в периоды посева и цветения выше по технологии Strip-till в сравнении с традиционной в среднем по годам на 0,02 г/см<sup>3</sup> и 0,03 г/см<sup>3</sup> соответственно, а запас влаги в весенний период при Strip-till больше на 12 мм. Интенсивность развития корневой системы по показателю D при системе Strip-till (1,58) на 0,31 ед. больше, чем при рекомендованной обработке (D = 1,27). Урожайность кукурузы на зерно по технологии Strip-till в среднем на 0,22 т/г выше, чем при рекомендованной при более низких затратах на 2395 руб./га.

## Combined tillage with elements of Strip-till technology for maize in the Ciscaucasian zone

### ABSTRACT

**Relevance.** The combined method of the main tillage, using certain methods of influence on the cultivated layer, forms a certain soil density. During the growing season of corn for grain, this indicator changes depending on the seasonal soil moisture and the intensity of the development of the root system of the plant, which is ultimately related to the yield of the crop. Material and method. The objects of research are two systems of basic tillage for corn for grain according to the predecessor winter wheat in the zone of unstable moisture of the Stavropol Territory using a dump and a combined method of basic tillage with elements of Strip-till technology. Soil: southern calcareous chernozem, slightly humus. The functional dependence of soil density on the supply of productive moisture and the intensity of development of the root system of grain corn was established by the method of the theory of dimensions. The method of fractal geometry was used to determine the degree of filling the soil space with root systems of grain corn under various systems of basic tillage.

**Results and Conclusions.** It was found that the density of the soil is in direct functional dependence on the supply of productive moisture in the cultivated soil layer and the intensity of development of plant roots. The soil density during the seeding and flowering periods is higher by the Strip-till technology in comparison with the traditional one on average over the years by 0.02 g / cm<sup>3</sup> and 0.03 g / cm<sup>3</sup>, respectively, and the moisture reserve in the spring period with Strip-till is 12 mm. The intensity of development of the root system according to the indicator D with the Strip-till system (1.58) by 0.31 units, more than with recommended processing (D = 1.27). The yield of corn for grain using the Strip-till technology is on average 0.22 t / g higher than with the recommended one, at a lower cost by 2395 rubles / ha.

Поступила: 30 ноября  
После доработки: 11 января  
Принята к публикации: 12 января

Received: 30 november  
Revised: 11 january  
Accepted: 10 january

### Введение

Минимализация основной обработки почвы предполагает внедрение ее в перспективные технологии возделывания пропашных культур на основе новых подходов при выполнении ряда технологических операций воздействия на почву для создания благоприятных условия в ней и эффективной реализации потенциала удобрительных средств [1]. Освоение новых почвозащитных, влаго- энергосберегающих технологий в Ставропольском крае, в т.ч. с использованием элементов технологии Strip-till, ориентированно на повышение урожайности кукурузы на зерно по предшественнику озимая пшеница и снижении затрат на её возделывание. Технология Strip-till предполагает создание обработанных полос почвы и промежутков с нелущенной стерней, которая сохраняет влагу и снижает действие эрозийных процессов в почве [2]. Установлено, что при технологии Strip-till корневая система кукурузы на зерно развивается более интенсивно на глубине до 15 см в сравнении со вспашкой [3, 4], а повышение урожайности в сравнении с отвальной и мелкой обработкой составляет до 9,0 т/га [5, 6]. Экономическая составляющая технологии Strip-till позволяет говорить о снижении топливных затрат и обоснованности способа внесения удобрений [7]. Исследования показали, что 4 т/га мульчи, внесенной поверхностно, снижают потери продуктивной влаги на 23,6мм, а такое же количество почвенно-соломистой мульчи, созданной дискованием на глубине 0–5 см, сохраняет 27 мм влаги [8] и провоцирует интенсивное прорастание сорняков. Это является благоприятным фактором более эффективного действия глифосата, что и послужило основанием для модернизации классической технологии Strip-till.

**Цель исследований** — оценка агрофизических параметров и урожайности кукурузы на зерно при комбинированной обработке почвы с элементами технологии Strip-till.

### Материалы и методы

Вегетационный период кукурузы на зерно в 2019 и 2020 годах сопровождался жесткими климатическими условиями с показателями ГТК, в период цветения равными 0,22 и 0,08, соответственно, что характеризуется как остросухой период. Почва: чернозем южный карбонатный слабогумусированный, гумус в обрабатываемом слое — 3,1 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 13,4 мг/кг; K<sub>2</sub>O — 277 мг/кг. Рекомендуемая технология обработки: лущение стерни на 8–10 см, отвальная обработка на 20–22 см; с элементами технологии Strip-till: дискование до 10 см, обработка почвы глифосатом, нарезка щелей на глубину до 22 см с внесением КАС в дозе 195 л/га.

С помощью показателя фрактальной размерности  $D = \ln Kb / \ln Kl$  и вычислением коэффициента длины  $Kl$  и коэффициента ветвления корней  $Kb$  определялась динамика развития корневой системы кукурузы [9]. Степенная зависимость плотности почвы  $P$  (г/см<sup>3</sup>) от фак-

Таблица 1. Динамика агрофизических показателей по периодам развития кукурузы на зерно

Table 1. Dynamics of agrophysical indicators by periods of development of corn for grain

Годы	Технология	Запас влаги, мм			Развития корневой системы $D$	Показатель плотности почвы, г/см <sup>3</sup>	
		осенний период	весенний период	цветение		весенний период	цветение
2019	Рекомендованная	100	110	12	1,33	1,07	1,21
	Элементы Strip-till	108	128	16	1,72	1,09	1,24
2020	Рекомендованная	90	78	4	1,21	1,13	1,34
	Элементы Strip-till	98	82	5	1,44	1,15	1,36

Таблица 2. Урожайность и производственные затраты при возделывании кукурузы на зерно

Table 2. Yield and production costs in the cultivation of corn for grain

Технология	Годы		Среднее	Производственные затраты, руб/га
	2019	2020		
Рекомендованная	3,96	0,4	2,18	23951
Элементы Strip-till	4,22	0,57	2,40	21556
HCP <sub>05</sub>	0,24 т/га	0,27 т/га		

тора развития корней  $S$  (г/дм<sup>3</sup>) и запаса продуктивной влаги  $W$  (мм) рассчитывалась методом теории размерностей [10].

### Результаты и обсуждение

Математическая модель зависимости плотности сложения почвы  $P$  (г/см<sup>3</sup>) от степени развития корней растения  $S$  (г/дм<sup>3</sup>) и запаса продуктивной влаги  $W$  (мм) имеет общий вид:  $P = S^\alpha \cdot W^\beta$ . Размерный ряд: кг<sup>-3</sup> · м<sup>-6</sup> = (кг<sup>-3</sup> · м<sup>-3</sup>) <sup>$\alpha$</sup>  · (м<sup>-3</sup>) <sup>$\beta$</sup> . Размерность (кг):  $-3 = -3\alpha$ ;  $\alpha = 1$ . Размерность (м):  $-6 = -3\alpha - 3\beta$ ;  $\beta = 1$ . Уравнение имеет вид:  $P = C (S \cdot W)$ , т.е. плотность почвы прямо связана с интенсивностью развития корневой системы и запасом продуктивной влаги в почве с учетом корректирующего коэффициента  $C$ .

Установлено, что периоды вегетации кукурузы характеризуются большим запасам влаги при технологии с элементами Strip-till в сравнении с отвальной обработкой: в осенний и весенний период 2019 года на 8 и 18 мм, в 2020 году на 8 и 4 мм, соответственно. При этом показатель развития корней  $D = 1,72$  в 2019 году и  $D = 1,44$  в 2020 году выше на 0,39 и 0,23 ед. при технологии Strip-till. Соответственно, и плотность почвы к периоду цветения выше 0,03 и 0,02 г/см<sup>3</sup> в сравнении с рекомендуемой (табл. 1).

Возделывание кукурузы с использованием элементов технологии Strip-Till повысило урожайность кукурузы в сравнении с рекомендованной в среднем на 0,22 т/га, при этом производственные затраты составили 23951 и 21556 руб/га, соответственно (табл. 2).

### Выводы

Большее накопление продуктивной влаги в весенний период до 18 мм и более интенсивное развитие корней ( $D = 1,72$ ) позволила увеличить урожайность кукурузы на зерно по технологии Strip-Till на 0,22 т/га в сравнении с рекомендованной, при этом объем трудозатрат по технологии Strip-Till равен 21556 руб/га, меньше на 10%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прохода В.И. Обоснование применения основного минерального удобрения при возделывании кукурузы в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. *Кукуруза и сорго*. 2011;(4):17-19.
2. Беляев В.И. Технология Strip-till: особенности конструкций машин ведущих мировых производителей и их применение. *Вестник Алтайского ГАУ. Научный журнал*. 2013;11(109):86.
3. Москвичев, А.Ю. Зерновая продуктивность кукурузы при совершенствовании основной обработки черноземов Нижнего Поволжья: монография. *Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ*. 2012. 140 с.
4. Орлов, В.В. Strip-till: опыт Самарской области. *Агро-Тренд*. 2011;8(19):8-9.
5. Наумкина, Л.А. Особенности формирования посева кукурузы на зерно при технологиях No-till и Strip-till в условиях лесостепи Центральночерноземного региона. *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2016;2(10):77-80.
6. Наумкина, Л.А. Перспективы новых технологий Strip-till и No-till при возделывании кукурузы на зерно в условиях Белгородской области. *Вестник Курской ГСХА*. 2016;(3):49-51.
7. Кошелева О. Strip-till в России: опыт Волгоградской области. *Ресурсосберегающее земледелие*. 2013;2(18):8-11.
8. Скорляков В.И. Показатели качества измельчения и разбрасывания соломы зерноуборочными комбайнами ведущих фирм. *Техника и оборудование для села*. 2013. С.30-33.
9. Иванов М.Г. Размерность и подобие: *Долгопрудный*. 2013. 68 с.
10. Балханов В.К. Основы фрактальной геометрии и фрактального исчисления / от. ред. Ю.Б. Башкуев. *Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета*. 2013. 224 с.

## ОБ АВТОРАХ:

**Юрий Алексеевич Кузыченко**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур, smc.yuka@yandex.ru

**Расул Гаджиумарович Гаджиумаров**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией технологий возделывания сельскохозяйственных культур, rasul\_agro@mail.ru

**Арсен Ниязбиевич Джандаров**, младший научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур, arsen-agro@mail.ru

## REFERENCES

1. Prokhoda V.I. Justification of the use of basic mineral fertilizer in the cultivation of corn in the conditions of unstable humidification zone of the Stavropol territory. *Corn and sorghum*. 2011;(4):17-19. (In Russ.)
2. Belyaev V.I. Strip-till Technology: features of machine designs of leading world manufacturers and their application. *Bulletin of Altai state agricultural UNIVERSITY. Scientific journal*. 2013;11(109):86. (In Russ.)
3. Moskvichev, A.Yu. Grain productivity of corn in improving the main processing of chernozems of the Lower Volga region: monograph. *Volgograd: FSEI HPE Volgograd state agricultural UNIVERSITY*. 2012. 140 p. (In Russ.)
4. Orlov, V.V. Strip-till: experience of the Samara region. *Agro-Trend*. 2011;8(19):8-9. (In Russ.)
5. Naumkina, L.A. Features of the formation of corn sowing for grain using No-till and Strip-till technologies in the forest-steppe conditions of the Central Chernozem region. *Innovations in agriculture: problems and prospects*. 2016;2(10):77-80. (In Russ.)
5. Naumkina, L.A. Prospects of new technologies Strip-till and No-till in the cultivation of corn for grain in the Belgorod region. *Bulletin of the Kursk state agricultural Academy*, 2016;(3):49-51. (In Russ.)
6. Kosheleva O. Strip-till in Russia: experience of the Volgograd region. *Resource-saving agriculture*. 2013;2(18):8-11. (In Russ.)
8. Skorlyakov V.I. Indicators of the quality of crushing and spreading straw by grain harvesters of leading companies. *Machinery and equipment for the village*. 2013. P.30-33. (In Russ.)
9. Ivanov M.G. Dimension and similarity: *Dolgoprudny*. 2013. 68 p. (In Russ.)
11. Balkhanov V.K. Fundamentals of fractal geometry and fractal calculus. Ed. by Yu. B. Bashkuev. *Ulan-Ude: Publishing house of the Buryat state University*. 2013. 224 p. (In Russ.)

## ABOUT THE AUTHORS:

**Yuri A. Kuzychenko**, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Laboratory of Technologies for Cultivation of Agricultural Crops, smc.yuka@yandex.ru

**Rasul G. Gadzhumarov**, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of technologies for the cultivation of agricultural crops, rasul\_agro@mail.ru

**Arsen N. Dzhandarov**, Junior Researcher, Laboratory of Technologies for Cultivation of Agricultural Crops, arsen-agro@mail.ru

## НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

### Вероятность почвенной засухи остается высокой

В 2021 году в европейской части России сохраняется высокий риск возникновения засухи. К такому выводу на основе данных космического мониторинга пришли в Национальном союзе агростраховщиков. Как показали исследования, запасы влаги в почве снизились практически во всех зернопроизводящих регионах европейской части страны.

В период сева озимых практически во всех регионах Юга, Центра и основной части Поволжья уровень влажности почвы был ниже по сравнению со средним значением за предыдущие 10 лет. При этом на значительной части указанных территорий снижение составило от 20 до 50%. Выпавшие в середине января осадки ситуацию принципиально не изменили.

К концу ноября в России был отмечен антирекорд – 22% посевов озимых находились в плохом состоянии. Дефицит влаги, как отметили в Национальном союзе агро-

страховщиков, был наиболее выражен в Центральном Черноземье – на всей территории Воронежской области, большей части Орловской, Курской, Белгородской и Тамбовской областей. Здесь этот показатель оказался заниженным по сравнению с десятилетней нормой на 20-30%. Тревожная ситуация отмечена также в части районов Татарстана, Мордовии и Чувашии, а также Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской, Волгоградской областях, в Ставропольском крае и в Республике Калмыкия. С 10 января ситуация с накопительными осадками начала улучшаться в Центральном Черноземье. В Белгородской, Орловской, Курской, Тамбовской, а также частично Воронежской и Ростовской областях уровень максимального дефицита влаги снизился с 30% до показателей 10–20% в зависимости от района. Аналогичная ситуация, хотя и менее выражено, складывалась и в предыдущем году. Гибели части урожая избежать тогда не удалось. Однако накопленный запас прочности в сельском хозяйстве позволил в целом по стране получить хорошие результаты.