

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 631.331

DOI: 10.26897/2687-1149-2022-3-4-11

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

ФЕДОРЕНКО ВЯЧЕСЛАВ ФИЛИППОВИЧ✉, академик РАН, д-р техн. наук, профессор¹
vim@vim.ru✉

ПЕТУХОВ ДМИТРИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ, канд. техн. наук²
dmitripet@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8193-1293>

СВИРИДОВА СВЕТЛАНА АЛЕКСЕЕВНА, заведующий лабораторией²
S1161803@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2331-7006>

ЮЗЕНКО ЮЛИЯ АНАТОЛЬЕВНА, научный сотрудник²
yulek.com@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9731-2163>

НАЗАРОВ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ, научный сотрудник²
naz.and.nik.1969@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0238-3717>

¹ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ; 109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, 5

² Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ); 352243, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Новокубанск, ул. Красная, 15

Аннотация. С целью оценки эффективности технологии возделывания кукурузы на зерно, основанной на минимальной обработке почвы и внесении органических удобрений, в сравнении с традиционной технологией с отвальной вспашкой проведены полевые исследования в двух хозяйствах Новокубанского района Краснодарского края. Проведен расчет показателей экономической эффективности посевных агрегатов, машинно-тракторного парка и технологии в целом. Сравнительный анализ показателей экономической оценки пропашной сеялки прямого посева Optima TFmaxi в агрегате с трактором John Deere 8310RT, используемых в технологии Mini-til, и посевных агрегатов традиционной технологии показал, что посев кукурузы на зерно сеялкой прямого посева по сравнению с традиционной позволяет снизить трудоемкость механизированных работ на 0,15 чел.-ч/га (43%) и потребность в топливе на 0,2 кг/га (7%), но при этом удельные эксплуатационные затраты в 3 раза выше. Сравнительный анализ использования машинно-тракторного парка в двух технологиях показал, что в технологии Mini-till по сравнению с традиционной применяется меньшее количество техники (на 18 ед., или на 62%), но при этом в минимальной технологии – вся техника зарубежного производства, а в традиционной – только 24% ее. Установлено, что затраты ресурсов на обработку почвы в технологии Mini-til по сравнению с традиционной снизились: трудоемкость механизированных работ – на 0,58 чел.-ч/га (46%); расход топлива – на 9,1 кг/га (18%); удельные эксплуатационные затраты денежных средств – на 1227 руб/га (17%). При применении технологии Mini-till урожайность кукурузы на зерно составила 10 т/га, что выше урожайности, полученной при использовании традиционной технологии, на 3 т/га, или на 43%. Полученные научно-практические результаты позволяют рекомендовать применение минимальной технологии Mini-till для экономически устойчивых сельскохозяйственных предприятий всех форм собственности Южного федерального округа.

Ключевые слова: минимальная технология, кукуруза на зерно, сеялка прямого посева, органические удобрения, эксплуатационно-технологическая оценка, экономическая оценка, эффективность.

Формат цитирования: Федоренко В.Ф., Петухов Д.А., Свиридова С.А., Юзенко Ю.А., Назаров А.Н. Ресурсосберегающая энергоэффективная технология производства кукурузы на зерно // Агроинженерия. 2022. Т. 24. № 3. С. 4-11. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-3-4-11>.

© Федоренко В.Ф., Петухов Д.А., Свиридова С.А., Юзенко Ю.А., Назаров А.Н., 2022



ORIGINAL PAPER

RESOURCE-SAVING ENERGY-EFFICIENT GRAIN CORN PRODUCTION TECHNOLOGY

VYACHESLAV F. FEDORENKO✉, Deputy Director, DSc (Eng), Member of the Russian Academy of Sciences¹
vim@vim.ru✉

DMITRY A. PETUKHOV, Deputy Director, PhD (Eng)²
dmitripet@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8193-1293>

SVETLANA A. SVIRIDOVA, Head of the Laboratory²

S1161803@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2331-7006>

YULIA A. YUZENKO, Research Engineer²

yulek.com@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9731-2163>

ANDREYN. NAZAROV, Research Engineer²

naz.and.nik.1969@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0238-3717>

¹ Federal Scientific Agroengineering Center VIM; 5, 1st Institutsky Proezd Str., Moscow, 109428, Russian Federation

² Novokubansk Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution "Rosinformagrotech" (KubNIITiM); 15, Krasnaya Str., Novokubansk, 352243, Russian Federation

Abstract. To assess the effectiveness of corn cultivation technology based on the minimum tillage technology (*Mini-till*) and organic fertilizers, and compare it with the conventional technology including mouldboard ploughing, the authors conducted field studies in two farms of the Novokubansk district of the Krasnodar region. They analyzed economic efficiency indicators of seeders, the machine-tractor fleet, and the technology applied as a whole. The comparative analysis of economic indicators of an Optima TFmaxi direct seeder coupled with a John Deere 8310RT tractor used in the *Mini-till* technology and seeders used in the conventional technology have shown that using a direct seeder for seeding corn reduces mechanized work input by 0.15 man-h/ha (43%) and fuel consumption by 0.2 kg/ha (7%) as contrasted to the conventional one. However, specific operating costs are 3 times higher. The comparative analysis of the use of machinery and tractors in both technologies has shown that the *Mini-till* technology, as compared with the conventional one, uses less machinery (by 18 units, or 62%). But at the same time, the *Mini-till* technology uses 100% imported machinery, while the conventional one – only 24%. It has been established that the cost of resources for soil tillage in the *Mini-till* technology decreased as compared to the conventional one: mechanized work input – by 0.58 man-h/ha (46%), fuel consumption – by 9.1 kg/ha (18%), and specific operating costs – by 1227 rub./ha (17%). While using the *Mini-till* technology, the farmers recorded a grain corn yield of 10 t/ha, which is higher than that gathered with the conventional technology by 3 t/ha (43%). The obtained scientific and practical results prove the use of the *Mini-till* technology for economically sustainable agricultural enterprises of all ownership forms in the Southern Federal District of Russia.

Key words: minimum tillage technology (mini-till), grain corn, direct seeder, organic fertilizers, operational and technological assessment, economic assessment, efficiency.

For citation: Fedorenko V.F., Petukhov D.A., Sviridova S.A., Yuzenko Yu.A., Nazarov A.N. Resource-saving energy-efficient grain corn production technology. *Agricultural Engineering (Moscow)*, 2022; 24(3): 4-11. (In Rus.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-3-4-11>.

Введение. Одними из действенных инструментариев перевода производства продукции растениеводства на новый технологический уровень при возделывании сельскохозяйственных культур являются технологии прямого посева *No-till* и посева с минимальной обработкой почвы *Mini-till*.

Интерес сельхозтоваропроизводителей к прямому посеву и посеву с минимальной обработкой почвы сельскохозяйственных культур обусловлен высоким уровнем финансовых издержек на содержание технического парка интенсивных технологий возделывания культур, процессами машинной деградации почв, снижением почвенного плодородия и запасов почвенной влаги, неравномерностью выпадения осадков в период вегетации, обусловленными текущими климатическими изменениями [1-3].

Кукуруза на зерно является одной из важнейших продовольственных, кормовых и технических культур. Посевные площади культуры в Российской Федерации за последние 20 лет увеличились более чем в 3 раза¹.

В Краснодарском крае кукуруза ежегодно занимает около 500 тыс. га, из них на зерно – 300...400 тыс. га [4]. В 2020-2021 гг. средняя урожайность кукурузы на зерно в условиях Краснодарского края составила 47...54 ц/га².

¹ Россия в цифрах, 2020 год. М.: Государственный комитет Российской Федерации по статистике. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 16.03.2022).

² Доклад о социально-экономическом положении Краснодарского края, 2021 год. М.: Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://gks.ru/region/doc11103/IssWWW.exe/Stg/d054/i058007r.htm> (дата обращения: 18.03.2022).

Традиционная технология производства культуры включает в себя основную и предпосевную обработку почвы, посев, системы удобрения и защиты растений и уборку. При этом обработка почвы (основная и предпосевная) является самой затратной статьёй в структуре эксплуатационных затрат денежных средств технологии возделывания культуры ввиду высокой доли затрат топлива, живого труда и издержек на содержание парка почвообрабатывающих орудий [5].

Системами земледелия Краснодарского края под кукурузу на зерно наряду с традиционным применением технологий отвальной основной обработки почвы повсеместно рекомендованы поверхностные, минимальные и нулевые системы обработки.

Прямой посев при возделывании сельскохозяйственных культур позволяет полностью исключить применение дисковой бороны, плуга, культиватора, а использование технологии с минимальной обработкой почвы – измельчить и равномерно распределить по поверхности поля пожнивные остатки, сформировав верхний мульчирующий слой, который будет способствовать сбережению и накоплению влаги.

Научные исследования, проводимые с целью сравнения эффективности возделывания кукурузы на зерно при применении различных технологий обработки почвы и посева, зачастую показывают противоречивые результаты. Ряд исследователей говорит о снижении урожайности кукурузы при применении минимальной и нулевой обработок почвы или прямом посеве [6-9]. Данные других экспериментальных опытов подтверждают, что внедрение энергосберегающих технологий возделывания кукурузы на зерно с применением

минимальной и нулевой видов обработки почвы способствует повышению энергетической и экономической эффективности при сохранении высокой урожайности [10, 11].

Цель исследований: проведение полевых исследований и оценка экономической эффективности минимальной технологии *Mini-till* в сравнении с традиционной технологией возделывания кукурузы на зерно.

Материалы и методы. Метод проведения исследований основан на комплексном анализе технологических процессов возделывания кукурузы на зерно с использованием элементов стандартизованных методов испытаний сельскохозяйственной техники и сравнительной оценки показателей экономической эффективности.

Показатели экономической оценки посевных агрегатов и машинно-тракторных парков определены по данным эксплуатационно-технологической оценки, полученным по результатам испытаний агрегатов, в соответствии с ГОСТ 34393³. Расчеты проведены с помощью программного обеспечения «Экономическая оценка» [12] на следующие площади возделывания кукурузы на зерно:

- традиционная технология – 549 га;
- технология с минимальной обработкой почвы – 1000 га.

Цена на сельскохозяйственную технику взята без учета налога на добавленную стоимость (НДС).

Результаты и их обсуждение. Минимальная технология возделывания и уборки кукурузы на зерно *Mini-till* в течение 7 лет применяется в К(Ф)Х «Деревяно», традиционная – на валидационном полигоне КубНИИТиМ, расположенных в одной агроклиматической зоне, в Новокубанском районе Краснодарского края. Система минимальной обработки почвы в К(Ф)Х под кукурузу на зерно состоит из лущения дисковой бороной на глубину до 8 см после рано убираемых колосовых озимых ячменя и пшеницы, внесения перегноя на основе птичьего помета и заделки его культиватором (до 15 см), зяблевой обработки глубокорыхлителем (до 25 см).

Существуют следующие значимые отличия технологии возделывания кукурузы на зерно с минимальной обработкой почвы от традиционной:

– базовый набор последовательных технологических операций возделывания кукурузы, состоящий из 8 основных и 1-2 факультативных операций;

– машинно-тракторный парк, базирующийся на применении техники исключительно зарубежного производства (самоходная техника: опрыскиватель, тракторный и комбайновый парк – «John Deere» (США), почвообрабатывающие орудия – «Köckerling» (Германия), прочая техника – фирм Италии, Австрии и Германии), причем возраст технических средств не превышает 10 лет;

– система обработки почвы – минимальная осенняя *Mini-till*, отсутствие весенних почвообрабатывающих операций – весенний прямой посев культуры;

– система удобрения – отказ от применения гранулированных минеральных удобрений в пользу ежегодного внесения по всей площади пашни твердого органического (перегной на основе птичьего помета) и жидких минеральных (КАС и ЖКУ) удобрений;

– система защиты растений, основанная на применении гербицидов зарубежного производства;

– использование семян зарубежной селекции и экспортно ориентированная продажа урожая;

– организация производства с круглосуточным режимом работы механизаторов в период выполнения полевых работ.

Применение весеннего прямого посева кукурузы на зерно в данном случае не приводит к полному или резкому снижению числа почвообрабатывающих операций (четыре операции обработки почвы в традиционной технологии и три – в изучаемой с минимальной обработкой почвы). Принципиальным является лишь отказ от основной зяблевой обработки в виде отвальной вспашки и предпосевной культивации. Изменяется и назначение почвообрабатывающих операций: второе дискование предназначено для заделки органического удобрения (перегной на основе птичьего помета), а последующее глубокое рыхление выступает в качестве альтернативы отвальной вспашки.

Все вышеуказанные факторы определяют производственно-экономическую результативность исследуемой технологии.

Характеристика и основные отличительные признаки сравниваемых технологий производства кукурузы на зерно представлены в таблице 1.

Сеялка, предназначенная для прямого посева, должна обеспечивать оптимальную глубину заделки семян независимо от того, какое количество растительных остатков находится на поверхности почвы после предшествующей культуры. При этом она должна как можно меньше нарушать строение почвенного профиля, то есть сделать разрез почвы на необходимую глубину, оставляя нетронутой основную площадь поля [13].

В К(Ф)Х для посева кукурузы на зерно применяется сеялка точного высева «Optima TFmaxi (HD II + e-drive)» производства «Kverneland» (Германия), предназначенная для посева в мульчу и обычного сева кукурузы, с одновременным внесением удобрений (рис.).



Рис. Сеялка точного высева «Optima TFmaxi» в агрегате с трактором «John Deere 8310RT»

Fig. “Optima TFmaxi” precision seeder coupled with a “John Deere 8310RT” tractor

Сеялка состоит из телескопической рамы, на которую установлен центральный бункер для удобрений и дополнительное оборудование для внесения ЖКУ, высевающих секций, дисковых и зубчатых сошников, спицевых дисков опорных колес, V-образных катков, основного шасси размером 250 × 450 мм, электрооборудования и гидросистемы для поднятия боковых секций [2]. Дополнительно сеялка оборудована устройством «LF 600 M1», предназначенным для внесения жидких удобрений и биостимуляторов.

³ ГОСТ 34393-2018. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. М.: Стандартинформ, 2018. 12 с.

Таблица 1

Сравнительная характеристика технологий возделывания кукурузы на зерно

Table 1

Comparative characteristics of corn cultivation technologies for grain

Наименование элемента технологии <i>Name of the technology element</i>	Содержание элемента в хозяйстве <i>Content of the technological element on the farm</i>	
	КубНИИТыМ <i>KubNIITyM</i>	К(Ф)Х <i>Personal Farm Enterprise</i>
Семена и урожай <i>Seeds and harvest</i>	Семена – отечественная селекция; урожай – продажа внутри страны <i>Seeds – domestic selection; harvest – domestic market sale</i>	Семена – зарубежная селекция; урожай – экспортно ориентированная продажа <i>Seeds – foreign selection; harvest – export-oriented sale</i>
Обработка почвы <i>Tillage</i>	Осенняя – двукратное дискование, вспашка, культивация; весенняя – предпосевная культивация <i>Autumn- double disking, plowing, cultivation; spring – pre-sowing cultivation</i>	Осенняя – дискование, культивация, глубокое рыхление, культивация <i>Autumn – disking, cultivation, deep loosening, cultivation</i>
Система удобрения <i>Fertilizer system</i>	Основное внесение – аммиачная селитра 150 кг/га перед посевом; подкормка (по листу) – цинк сернокислый (1,0 кг/га) + гумат калия (0,5 л/га) <i>Main application – ammonium nitrate 150 kg/ha before sowing; top dressing – Zinc sulphate (1,0 kg/ha) + Potassium humate (0,5 l/ha)</i>	Основное внесение – органическое удобрение 5 т/га ежегодно; подкормка – внутрипочвенное внесение КАС-32 <i>Main application – organic fertilizer 5 t/ha annually; top dressing: intra-soil application of CAS-32</i>
Посев <i>Sowing</i>	8-рядные сеялки <i>8-row seeders</i>	16-рядная сеялка; внесение жидких минеральных удобрений <i>16-row seeder; introduction of liquid mineral fertilizers</i>
Агротехнический уход <i>Agrotechnical care</i>	Довсходовое боронование, междурядная культивация с подкормкой; применение гербицидов зарубежного производства <i>Pre-emergence harrowing, row-to-row cultivation with top dressing; use of a foreign-made herbicide</i>	Междурядная культивация с подкормкой; применение гербицидов зарубежного производства <i>Inter-row cultivation with top dressing; use of foreign-made herbicides</i>
Схема уборки <i>Harvesting scheme</i>	Прямоточная двухзвенная (комбайн-автомобиль) <i>Direct-flow two-stage (harvester-car)</i>	Прямоточная двухзвенная (комбайн-большегрузный автомобиль); перегрузочная трехзвенная (комбайн-бункер-перегрузчик-большегрузный автомобиль) <i>Direct-flow two-stage (combine harvester-heavy-duty vehicle); three-link reloading (combine-hopper-reloader-heavy-duty vehicle)</i>
Парк технических средств <i>Fleet of technical means</i>	Разномарочный: - тракторы – в основном отечественные; - сельхозорудия – отечественные и зарубежные; - комбайны – отечественные. Возраст техники – от 7 до 20 лет <i>Consisting of different makes: - tractors – mainly domestic, - agricultural equipment – domestic and foreign-made; - combines are domestic. The age of the equipment is from 7 to 20 years</i>	Использование на обработке почвы и посеве гусеничного трактора, опрыскиватель – самоходный. Основные энергосредства, машины и сельхозорудия – зарубежного производства (США, ФРГ, Италия). Возраст техники не превышает 10 лет <i>Use of a crawler tractor for tillage and sowing and a self-propelled sprayer. Main power means, machinery and agricultural equipment are of foreign production (USA, Germany, Italy). Age of the equipment does not exceed 10 years</i>
Персонал <i>Staff</i>	Высокая и средняя квалификация <i>High and medium qualifications</i>	Высокая квалификация <i>High qualifications</i>
Технологическая дисциплина и культура земледелия <i>Production discipline and farming standards</i>	Средний уровень <i>Average level</i>	Высокий уровень <i>High level</i>

Посев кукурузы производится по минимально обработанной с осени почве (сплошная культивация с целью заделки органического удобрения и глубокое рыхление). Основными предшественниками являются озимая пшеница и кукуруза на зерно, а также озимый ячмень и соя [2].

В производственных условиях сеялка агрегируется с гусеничным трактором «John Deere 8310RT»

с двигателем мощностью 320 л.с. Управляет трактором и работой сеялки высококвалифицированный механизатор.

Сравнительный анализ показателей экономической оценки посевных агрегатов проведен по данным, представленным в таблице 2.

Трудоемкость механизированных работ на посеве кукурузы на зерно в минимальной технологии *Mini-till* ниже показателя традиционной на 0,15 чел.-ч/га, на или 43%.

Таблица 2

Показатели экономической оценки посевных агрегатов

Table 2

Indicators of economic evaluation of sowing aggregates

Показатели <i>Indicators</i>	Значение показателя по посевному агрегату <i>Economic assessment indicators of a seeder</i>	
	базовый <i>basic</i>	предлагаемый <i>proposed</i>
Затраты труда, чел.-ч: / <i>Labor input, man-h:</i> всего / <i>total</i> на 1 га / <i>per one ha</i>	190 0,35	200 0,20
Необходимая потребность: / <i>Required number:</i> в технике, шт. / <i>technical means, pcs.</i> механизаторах, чел. / <i>machine operators, people.</i> топливе, кг: / <i>fuel, kg:</i> всего / <i>total</i> на 1 га / <i>per one ha</i> капитальных вложений, тыс. руб. / <i>capital investments, thousand rubles</i>	3 3 1516 2,8 9770	1 1 2600 2,6 36600
Эксплуатационные затраты денежных средств, тыс. руб.: <i>Operating costs of technical means, thousand rubles:</i> всего / <i>total</i> на 1 га / <i>per one ha</i>	606 1,1	3345 3,3

При применении минимальной технологии *Mini-till* в расчете на 1000 га необходим 1 посевной комплекс, при традиционной технологии на 549 га требуются 3 разных по составу посевных агрегата. Потребность в механизаторах – на 2 человека больше для традиционной технологии.

Потребность в топливе на технологической операции посева кукурузы на зерно при применении минимальной технологии ниже традиционной на 0,2 кг/га, или 7%.

Удельные эксплуатационные затраты денежных средств на посеве при применении технологии *Mini-till* в 3 раза выше показателя традиционной технологии.

Структура машинно-тракторных парков (МТП) представлена в таблице 3.

Машинно-тракторный парк, используемый в минимальной технологии, по сравнению с традиционным МТП содержит на 18 ед. (62%) меньше техники и полностью состоит из техники зарубежного производства. Традиционный МТП состоит в основном из отечественной техники, техника зарубежного производства составляет 24%.

Проведем сравнительный анализ показателей экономической оценки использования МТП (табл. 4).

При применении МТП в минимальной технологии трудоемкость механизированных работ

при возделывании кукурузы на зерно ниже, чем при применении традиционного МТП, на 1,6 чел.-ч/га, или на 49%.

Необходимая потребность в обслуживающем персонале при применении МТП в технологии *Mini-till* – 2 механизатора, что на 14 чел. ниже по сравнению с потребностью традиционного МТП. Столь значительная потребность в персонале при традиционной технологии обусловлена совпадением агротехнических сроков проведения четырех весенних технологических операций: внесения минеральных удобрений, предпосевной культивации с их заделкой, посева и дождевого боронования.

При применении МТП в минимальной технологии потребность в топливе составляет 70,8 кг/га, что значительно выше аналогичного показателя при применении традиционного МТА: на 0,8 кг/га, или на 1,3%.

Стоимость МТП для технологии *Mini-till* на 84,4 млн руб., или на 93%, выше стоимости традиционного МТП. Удельные эксплуатационные затраты денежных средств при использовании МТП в минимальной технологии выше аналогичного показателя при применении традиционного МТП на 11,4 тыс. руб/га, или на 69%.

Таблица 3

Структура машинно-тракторных парков

Table 3

Structure of machine and tractor parks

Показатели <i>Indicators</i>	Значение показателя по технологии / <i>Value of the technological indicator</i>	
	традиционная / <i>conventional</i>	минимальная / <i>minimum</i>
Потребность в технике, шт. <i>Required number of technical means, pcs.</i>	29	11
Тракторы, всего, шт. / <i>Tractors, total, pcs.</i> в том числе тяговых классов / <i>including traction classes:</i> 1,4...2 4 5 и выше / <i>5 and above</i>	7 4 (2 – Беларус-1025.2, 2 – МТЗ-82) 1 – John Deere 8420 2 (1 – Versatile 2375, 1 – К-744Р1)	3 1 – John Deere 7730, 2 (1 – John Deere 8430, 1 – John Deere 8310 RT)
Плуги, шт. <i>Plows, pcs.</i>	3 1 – ПНУ-8×40П 1 – ПСК-8 1 – ПС-6/60	1 Vector 460
Бороны, шт. <i>Harrow, pcs.</i>	3 1 – Catros 6001-2 1 – Challenger-1435 1 – БШ-12	1 Rebell 500
Машины для внесения удобрений, опрыскиватели, шт. <i>Fertilizer applicators, Sprayers, pcs.</i>	2 1 – Bogballe M 2 1 – ОПГ-3000/24 МК	2 1 – John Deere M 4030, 1 – TSW 6240 S
Культиваторы, шт. <i>Cultivators, pcs.</i>	7 1 – Корунд 900 L 1 – КДК-9 1 – КПМ-10 3 – КРН-5,6 1 – КШМ-10,8	1 SKM
Сеялки, шт. <i>Seeders, pcs.</i>	3 1 – Gaspardo SP 1 – Kuhn Planter 1 – УПС-8-02	1 Optima TFmaxi
Зерноуборочные комбайны, шт. <i>Combine harvesters, pcs.</i>	2 2 – КЗС-1218 GS-12	1 John Deere S770i
Жатки, шт. <i>Harvesters, pcs.</i>	2 1 – OptiCorn-870 1 – ППК-81	1 Drago GT 8-70

Таблица 4

Показатели экономической оценки использования машинно-тракторного парка

Table 4

Indicators of economic assessment of the use of the machine and tractor fleet

Показатели <i>Indicators</i>	Значение показателя по МТП <i>Value of the machine and tractor fleet indicator</i>	
	традиционный / <i>conventional</i>	новый / <i>new</i>
Площадь, га / <i>Acreage, ha</i>	549	1000
Затраты труда, чел.-ч / <i>Labor costs, man-h/ha:</i> всего / <i>total</i> на 1 га / <i>per one ha</i>	1 777 3,24	1 640 1,64
Потребность / <i>Required number::</i> в обслуживающем персонале / <i>service personnel:</i> механизаторах / <i>machine operators</i> вспомогательных рабочих / <i>auxiliary workers</i> топливе / <i>fuel:</i> всего, т / <i>total, t</i> на 1 га, кг / <i>per one ha, kg</i> капитальных вложениях, млн руб. / <i>capital investments, million rubles</i>	8 8 38,4 69,9 90,8	2 0 70,8 70,8 175,2
Эксплуатационные затраты денежных средств, тыс. руб. <i>Operating costs of technical means, thousand rubles</i> Всего/ <i>total</i> на 1 га / <i>per one ha</i>	9 077 16,5	27 889 27,9

Сравнительный анализ показателей экономической эффективности исследуемых технологий представлен в таблице 5.

Себестоимость возделывания кукурузы на зерно при применении технологии *Mini-till* выше себестоимости при использовании традиционной технологии на 711 руб/т, или на 16%.

Таблица 5

Показатели экономической эффективности технологий

Table 5

Indicators of the economic efficiency of technologies

Показатели <i>Indicators</i>	Значение показателя по технологии <i>Value of the technological indicator</i>	
	традиционная / <i>conventional</i>	минимальная / <i>minimum</i>
Себестоимость производства продукции, тыс. руб. <i>Cost of production, thousand rubles</i>	17 423	52 350
Оборотные фонды (всего), тыс. руб. <i>Current assets (total), thousand rubles</i>	10 416	28 740
В том числе / <i>Including:</i>		
топливо / <i>fuel</i>	2 071	4 280
семена / <i>seeds</i>	5 310	12 040
удобрения / <i>fertilizers</i>	1 515	4 400
средства защиты растений / <i>plant protection products</i>	1 520	8 020
Урожайность, т/га / <i>Yield, t/ha</i>	7,0	10,0
Стоимость реализованной продукции, тыс. руб. <i>Cost of products sold, thousand rubles</i>	56 950	180 000
Прибыль / <i>Profit:</i>		
всего, тыс. руб. / <i>total, thousand rubles</i>	39 527	127 650
в расчете на 1 га, руб. / <i>per one ha, rub.</i>	71 998	127 650
в расчете на 1 т продукции, руб. / <i>per one ton of product output, rub.</i>	10 272	12 765
Рентабельность культуры, % / <i>Crop cultivation profitability, %</i>	227	244
Затраты труда, чел.-ч/т / <i>Labor input, people-h/t</i>	0,46	0,16

При применении минимальной технологии урожайность кукурузы на зерно составила 10 т/га, что выше по сравнению с урожайностью, полученной при использовании традиционной технологии, на 3 т/га, или на 43%.

Погектарная прибыль при применении технологии *Mini-till* значительно выше величины погектарной прибыли, полученной при применении традиционной технологии, на 55,7 млн руб., или на 77%.

Рентабельность реализованной продукции при применении минимальной технологии получена на уровне 244%, что выше показателя традиционной технологии на 17 п.п.

Выводы

1. В К(Ф)Х на прямом весеннем посеве кукурузы на зерно успешно применяется пропашная сеялка «Optima

TFmaxi». Это дает возможность в комплексе с ежегодным внесением органического удобрения в дозе 5 т/га на всей площади пашни добиваться урожайности на уровне 100 ц/га.

2. Использование органики не позволяет полностью отказаться от обработки почвы в связи с необходимостью её заделки. При этом по сравнению с традиционной технологией снижение затрат труда на почвообработку составило 46%, расхода топлива – 18%, удельных эксплуатационных затрат – 17%.

3. В целом по технологии с минимальной обработкой почвы *Mini-till* обеспечивается практически трехкратное снижение затрат труда на единицу произведенной продукции по сравнению с традиционной технологией, а уровень рентабельности продаж кукурузы на зерно получен на уровне 244%.

4. Обоснованные выводы позволяют рекомендовать применение минимальной технологии *Mini-till* для экономически устойчивых сельскохозяйственных предприятий всех форм собственности Южного федерального округа.

Библиографический список

1. Кириллов Н.А., Волков А.И. Энергосберегающие технологии возделывания кукурузы на зерно // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 3 (18). С. 125-130.
 2. Назаров А.Н., Юзенко Ю.А. Техническое обеспечение и эксплуатационно-технологические показатели прямого посева кукурузы на зерно // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: Материалы XIII Международной научно-практической интернет-конференции (8-10 июня 2021 г.). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. С. 125-131.
 3. Беленков А.И., Сабо У., Кунафин Р.И. Теория и практика основной обработки почвы в современных системах

References

1. Kirillov N.A., Volkov A.I. Energosberegayushchie tekhnologii vozdelvaniya kukuruzy na zerno [Energy-saving technology of grain corn cultivation]. *Innovatsii v sel'skom khozyaystve*, 2016; 3 (18): 125-130. (In Rus.)
 2. Nazarov A.N., Yuzenko Yu.A. Tekhnicheskoe obespechenie i ekspluatatsionno-tekhnologicheskie pokazateli pryamogo poseva kukuruzy na zerno [Technical support and operational and technological indicators of direct grain corn sowing]. *Nauchno-informatsionnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiya APK: Materialy XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf., June 08-10, 2021*. Moscow, FGBNU "Rosinformagrotekh", 2021: 125-131. (In Rus.)
 3. Belenkov A.I., Sabo U., Kunafin R.I. Teoriya i praktika osnovnoy obrabotki pochvy v sovremennykh sistemakh zemledeliya [Theory

земледелия // Владимирский земледелец. 2017. № 1 (79). С. 8-11.

4. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе / А.Н. Коробка, С.Ю. Орленко, Е.В. Алексеев и др. Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2015. 352 с.

5. Федоренко В.Ф. Машинно-технологическое обеспечение возделывания кукурузы: Аналитический обзор / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуков, В.Я. Гольяпин, Д.А. Петухов. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 96 с.

6. Несмеян А.Ю., Галаян А.Г. Влияние системы обработки почвы на эффективность технологий возделывания кукурузы // Вестник аграрной науки Дона. 2015. № 3 (31). С. 5-12.

7. Кильдюшкин В.М., Солдатенко А.Г., Животовская Е.Г., Бычков О.Б. Влияние систем удобрений на урожайность озимой пшеницы и кукурузы на зерно в зернопропашном севообороте // Применение удобрений в современном земледелии: Сборник материалов Международной научно-практической конференции (6 июля 2018 г.). Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2018. С. 9-12.

8. Мнатсакяня А.А. Изменение почвенного плодородия и урожайности кукурузы в зависимости от систем основной обработки // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 2 (26). С. 155-166. <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2021-2-26-155-164>

9. Найденов А.С., Бардак Н.И., Терехова С.С., Кравцова Н.Н. Минимализация обработки почвы и ее влияние на агрофизические показатели чернозема выщелоченного и урожайность полевых культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 140. С. 112-122. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-140-026>

10. Кириллов Н.А., Волков А.И. Энергосберегающие технологии возделывания кукурузы на зерно // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 3 (18). С. 125-130.

11. Кравченко Р.В. Эффективность минимализации основной обработки почвы на различных гербицидных фонах при возделывании кукурузы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 82. С. 657-671.

12. Свиридова С.А., Попелова И.Г. Современное программное обеспечение для экономической оценки сельскохозяйственной техники // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: Сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции в рамках XXII Агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш» / Донской государственный технический университет, Аграрный научный центр «Донской». Р-н/Д, 2019. С. 869-871.

13. Гольяпин В.Я. Инновационные технологии прямого посева зерновых культур: Научный аналитический обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с.

Критерии авторства

Федоренко В.Ф., Петухов Д.А., Свиридова С.А., Юзенко Ю.А., Назаров А.Н. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и подготовили рукопись. Федоренко В.Ф., Петухов Д.А., Свиридова С.А., Юзенко Ю.А., Назаров А.Н. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 27.02.2022

Одобрена после рецензирования 11.04.2022

Принята к публикации 14.04.2022

and practice of main tillage in modern farming systems]. *Vladimirskiy fermer*, 2017; 1(79): 8-11. (In Rus.)

4. Korobka A.N., Orlenko S.Yu. Alekseenko E.V. et al. Sistema zemledeliya Krasnodarskogo kraya na agrolandschaftnoy osnove [Farming system of the Krasnodar Krai on the agrolandscape basis]. Krasnodar, Prosveshchenie-Yug, 2015. 352 p. (In Rus.)

5. Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Golyapin V.Ya., Petukhov D.A., Davydova S.A., Kovalenko L.Yu. Mashinno-tekhnologicheskoe obespechenie vozdelvaniya kukuruzy: analit. obzor. [Machine-and-technology support of corn cultivation: analytical review]. Moscow, FG-BNU "Rosinformagrotekh", 2020. 96 p. (In Rus.)

6. Nesmeyan A.Yu., Galoyan A.G. Vliyaniye sistemy obrabotki pochvy na effektivnost' tekhnologiy vozdelvaniya kukuruzy [Effect of the tillage system on the efficiency of corn cultivation technologies]. *Vestnik agrarnoy nauki Dona*. 2015; 3 (31): 5-12. (In Rus.)

7. Kildyushkin V.M., Soldatenko A.G., Zhivotovskaya E.G., Bychkov O.B. Vliyaniye sistem udobreniy na urozhaynost' ozimoy pshenitsy i kukuruzy na zernopropashnom sevooborote [Effect of fertilizer systems on the yield of winter wheat and grain corn in the grain crop rotation]. *Primeneniye udobreniy v sovremennom zemledelii: Sb. mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. July 6, 2018*. Minsk, IVTS Minfina, 2018: 9-12. (In Rus.)

8. Mnatsakanyan A.A. Izmeneniye pochvennogo plodorodiya i urozhaynosti kukuruzy v zavisimosti ot sistem osnovnoy obrabotki [Changes in soil fertility and corn productivity depending on the main tillage systems]. *Tavrisheskiy vestnik agrarnoy nauki*, 2021; 2 (26): 155-166. <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2021-2-26-155-164> (In Rus.)

9. Naydenov A.S., Bardak N.I., Terekhova S.S., Kravtsova N.N. Minimalizatsiya obrabotki pochvy i ee vliyaniye na agrofizicheskie pokazateli chernozema vyschelochennogo i urozhaynost' polevykh kul'tur [Minimization of tillage and its impact on the agrophysical indicators of leached chernozem and the yield of field crops]. *Politematicheskiy setevoy elektronniy nauchniy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018; 140: 112-122. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-140-026> (In Rus.)

10. Kirillov N.A., Volkov A.I. Energoberegayushchie tekhnologii vozdelvaniya kukuruzy na zerno [Energy-saving technologies of grain corn cultivation]. *Innovatsii v sel'skom khozyaystve*, 2016; 3 (18): 125-130. (In Rus.)

11. Kravchenko R.V. Effektivnost' minimalizatsii osnovnoy obrabotki pochvy na razlichnykh gerbitsidnykh fonakh pri vozdelvaniy kukuruzy [Effectiveness of minimizing the main tillage on various herbicidal backgrounds in corn cultivation]. *Politematicheskiy setevoy elektronniy nauchniy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012; 82: 657-671. (In Rus.)

12. Sviridova S.A., Popelova I.G. Sovremennoye programmnnoye obespecheniye dlya ekonomicheskoy otsenki sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Modern software for the economic evaluation of agricultural machinery]. *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: Sb. nauch. trudov XII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. v ramkakh XXII Agropromyshlennogo foruma yuga Rossii i vystavki "Interagromash". Donskoy gos. tekhn. univ., Agrarniy nauchniy tsentr "Donskoy"*. Rostov-on-Don, 2019: 869-871. (In Rus.)

13. Golyapin V.Ya. Innovatsionnye tekhnologii pryamogo posava zernovykh kul'tur: nauch. analit. obzor [Innovative technologies of direct sowing of grain crops: scientific. analytical review]. Moscow, FGBNU "Rosinformagrotekh", 2019. 80 p. (In Rus.)

Contribution

V.F. Fedorenko, D.A. Petukhov, S.A. Sviridova, Yu.A. Yuzenko, A.N. Nazarov performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. V.F. Fedorenko, D.A. Petukhov, S.A. Sviridova, Yu.A. Yuzenko, A.N. Nazarov have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The article was received 27.02.2022

Approved after reviewing 11.04.2022

Accepted for publication 14.04.2022