

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Л. А. БУЛАВИН, А. П. ГВОЗДОВ, Д. Г. СИМЧЕНКОВ, В. Д. КРАНЦЕВИЧ,  
М. А. БЕЛАНОВСКАЯ, С. А. ПЫНТИКОВ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, e-mail: izis@tyt.by

А. В. ЛЕНСКИЙ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: info@belagromech.by

(Поступила в редакцию 17.01.2022)

В статье изложены результаты исследований по оценке экономической эффективности различных способов и сроков основной обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно в условиях Центральной зоны Беларуси. Установлено, что при возделывании в этом регионе кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве после ярового рапса и внесении навоза (60 т/га), минеральных удобрений ( $N_{60+60}P_{60}K_{120}$ ) урожайность зерна этой культуры в условиях 2016 г. в зависимости от способов и сроков проведения основной обработки почвы изменялась в пределах 94,6–102,3 ц/га, в 2017 г. – 58,5–67,4 ц/га, в 2018 г. – 118,3–125,9 ц/га, а в среднем за период исследований 91,2–97,7 ц/га. Это свидетельствует о том, что под влиянием погодных условий изменение указанного выше показателя составляли 23,1–102,2 %, а изучаемых способов и сроков обработки почвы – 6,4–15,2 %. Максимальный экономический эффект был получен при использовании в севообороте комбинированной обработки почвы с чередованием по годам вспашки и чизелевания. В этом случае чистый доход составил 418,43 у.е./га, рентабельность – 44,63 %, себестоимость зерна – 9,87 у.е./ц. В сравнении с традиционной отвальной обработкой почвы чистый доход при этом увеличился на 25,9 у.е./га, рентабельность – на 4,07 %, а себестоимость зерна уменьшилась на 0,28 у.е./ц. Самый низкий экономический эффект получен при возделывании кукурузы по весновспашке, что снижало в сравнении с традиционной обработкой почвы чистый доход на 41,45 у.е./га, рентабельность – на 4,12 % при повышении себестоимости зерна на 0,31 у.е./ц.

**Ключевые слова:** кукуруза, обработка почвы, урожайность, экономическая эффективность.

The article presents results of studies on the evaluation of economic efficiency of various methods and terms of the main tillage in the cultivation of corn for grain in the conditions of the Central zone of Belarus. It has been established that when corn is cultivated in this region on soddy-podzolic sandy loamy soil after spring rapeseed and application of manure (60 t/ha) and mineral fertilizers ( $N_{60+60}P_{60}K_{120}$ ), the grain yield of this crop in the conditions of 2016, depending on the methods and timing of carrying out the main tillage varied within 9.46–10.23 t/ha, in 2017 – 5.85–6.74 t/ha, in 2018 – 11.8–12.59 t/ha, and on average for the period of research 9.12–9.77 t/ha. This indicates that under the influence of weather conditions, the change in the above indicator was 23.1–102.2 %, and in the studied methods and terms of tillage – 6.4–15.2 %. The maximum economic effect was obtained when using combined tillage in crop rotation with alternating plowing and chiselling over the years. In this case, net income amounted to 418.43 USD/ha, profitability – 44.63 %, grain cost – 98.7 USD/t. In comparison with conventional moldboard tillage, net income increased by 25.9 USD/ha, profitability – by 4.07 %, and the cost of grain decreased by 2.8 USD/t. The lowest economic effect was obtained when corn was cultivated by spring plowing, which, compared to traditional tillage, reduced net income by 41.45 USD/ha, profitability by 4.12 % with an increase in the cost of grain by 3.1 USD/t.

**Key words:** corn, tillage, productivity, economic efficiency.

### Введение

Важным элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур является обработка почвы, которой принадлежит значительная роль в регулировании основных факторов жизни растений и формировании их урожайности. Этот агроприем оказывает существенное влияние на физические, водно-воздушные, биологические и агрохимические свойства пахотного горизонта, а также на фито-санитарное состояние посевов [4].

Традиционная обработка почвы, основанная на ежегодном проведении вспашки, требует значительных затрат топлива и рабочего времени, что не позволяет в условиях производства провести ее в полном объеме в оптимальные сроки. Это способствует увеличению засоренности посевов и распространности корневых гнилей, спорыньи, а также таких видов вредителей как проволочник, тля, листоед и т.д. [12]. При этом существенно снижается интенсивность микробиологических процессов в почве по минерализации растительных остатков для питания растений [4].

Отвальная обработка почвы наряду с высокой затратностью способствует усилению водной и ветровой эрозии. В этом случае отмечается также деградация гумуса, обеструктуривание, декарбонизация почвы, несбалансированность агрономически значимых химических и физических ее свойств, потеря биогенности и т. д., что оказывает негативное влияние на уровень продуктивности пашни. По-

этому во многих странах мира в настоящее время проводятся исследования по изучению возможности минимализации обработки почвы при возделывании основных сельскохозяйственных культур [5]. Установлено, что совершенствование системы обработки почвы в севообороте в результате замены под отдельные культуры отвальной вспашки безотвальной и мелкой обработкой позволяет в сравнении с ежегодной вспашкой сократить расход топлива на проведение этой технологической операции не менее чем на 10–30 %, сдерживать эрозию почвы и минерализацию гумуса, сохранить или увеличить продуктивность возделываемых культур [11].

Для производства в требуемом объеме кормов в Беларуси большое внимание уделяется возделыванию кукурузы, посевная площадь которой в 2021 г. составила в республике 1124,0 тыс. га, в т.ч. на силос – 854,0 тыс. га, на зерно – 270,0 тыс. га. В настоящее время кукуруза выращивается на зеленую массу и зерно практически во всех регионах Беларуси, которые существенно различаются по почвенно-климатическим условиям. При этом необходимо отметить, что влияние обработки почвы на урожайность зерна этой культуры изучалось лишь в Южной зоне республики [10]. В Центральной зоне Беларуси исследовалось влияние этого агроприема только при возделывании кукурузы на зеленую массу [9,13]. Это свидетельствует о том, что представляется актуальным дальнейшее изучение эффективности обработки почвы при возделывании кукурузы в конкретных условиях произрастания с учетом вида выращиваемой продукции.

### Основная часть

В 2016–2018 гг. изучали влияние способов и сроков проведения основной обработки почвы на урожайность зерна кукурузы. Исследования проводили в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,45–2,67 %,  $P_2O_5$  – 303–314 мг/кг,  $K_2O$  – 289–301 мг/кг почвы,  $pH_{KCl}$  5,9–6,3) в стационарном полевом опыте, представляющем развернутый во времени 7-польный плодосменный севооборот со следующим чередованием культур: люпин узколистный на зерно – озимое тритикале – яровой рапс – кукуруза – ячмень + клевер – клевер 1 г.п. – озимая пшеница. Технология возделывания кукурузы за исключением изучаемых факторов проводилась в соответствии с отраслевым регламентом [8]. После уборки предшественника кукурузы и лущения стерни вносили фосфорно-калийные удобрения ( $P_{60}K_{120}$ ) и навоз (60 т/га), а затем в соответствии со схемой опыта проводили основную обработку почвы. Вспашку проводили плугом ППП-3-40, безотвальную обработку (чизелевание) – культиватором КЧ-5,1, мелкую обработку (дискование) – дискатором АДН-4, глубокое рыхление – глубокорыхлителем ПРПВ-5-50В (тип «параплау»). Весной под предпосевную культивацию вносили азотные удобрения ( $N_{60}$ ). Кукурузу высевали в конце третьей декады апреля. В фазу 2-3 листа этой культуры вносили гербицид Экстракорн, СЭ (4,0 л/га). В фазу 5 листьев кукурузы проводили азотную подкормку ( $N_{60}$ ). Общая площадь делянки 120 м<sup>2</sup> (24×5), учетная – 92 м<sup>2</sup> (23×4), повторность 3-кратная.

Различия по погодным условиям в годы исследований оказывали существенное влияние на уровень урожайности кукурузы. Так, в условиях 2016 г. урожайность зерна этой культуры в зависимости от способов и сроков проведения основной обработки почвы изменялась в пределах 94,6–102,3 ц/га, в 2017 г. – 58,5–67,4 ц/га, в 2018 г. – 118,3–125,9 ц/га. Это свидетельствует о том, что под влиянием погодных условий изменения указанного выше показателя составляли 23,1–102,2 %, а изучаемых способов и сроков обработки почвы – 6,4–15,2 % (табл. 1).

Таблица 1. Влияние способов и сроков основной обработки почвы на урожайность зерна кукурузы, ц/га [2]

Способ обработки почвы	Урожайность кукурузы, ц/га				± к контролю	
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	средняя	ц/га	%
Общепринятая	98,3	63,0	124,7	95,3	–	–
Чизельная (100%)	96,6	60,5	121,4	92,8	-2,5	-2,6
Мелкая (100%)	95,0	61,5	118,3	91,6	-3,7	-3,9
Комбинированная (50% чизельная)	97,9	62,5	124,7	95,0	-0,3	-0,3
Комбинированная (50% мелкой)	98,5	63,1	122,0	94,5	-0,8	-0,8
Общепринятая с подпочвенным рыхлением	99,9	67,4	125,9	97,7	2,4	2,5
Чизельная с подпочвенным рыхлением	102,3	61,5	120,0	94,6	-0,7	-0,7
Лущение + поздняя вспашка (15.Х.)	97,1	62,3	120,5	93,3	-2,0	-2,1
Поздняя вспашка (15.Х.)	95,3	61,4	120,7	92,5	-2,8	-2,9
Лущение + весновспашка	95,1	62,0	119,2	92,1	-3,2	-3,4
Весновспашка	94,6	61,5	120,6	92,2	-3,1	-3,3
Чизельная осенью + чизельная весной	95,4	58,5	119,7	91,2	-4,1	-4,3
НСР <sub>05</sub>	4,8	4,9	13,4			

Примечание: Подпочвенное рыхление проводили на глубину 45 см под 1-ю и 4-ю культуры севооборота (люпин узколистный и кукуруза) после основной обработки почвы.

Установлено, что урожайность зерна кукурузы, которую возделывали на фоне ежегодно проводимой в севообороте общепринятой отвальной обработки почвы (лушение стерни + вспашка), составила в среднем за 2016–2018 гг. 95,3 ц/га. В вариантах, где на протяжении всего периода исследований в севообороте проводили безотвальную (чизелевание) или мелкую (дискование) обработку почвы, этот показатель был равен соответственно 92,8 и 91,6 ц/га, т.е. снижался на 2,5 и 3,7 ц/га или 2,6 и 3,9 % (табл. 1).

При применении комбинированной обработки почвы, предусматривающей чередование в севообороте через год вспашки и чизелевания или вспашки и дискования, урожайность зерна кукурузы составила соответственно 95,0 и 94,5 ц/га, что лишь на 0,3 и 0,8 ц/га (0,3 и 0,8 %) ниже по сравнению с ежегодной вспашкой.

Проведение подпочвенного рыхления на глубину 45 см оказало положительное влияние на урожайность зерна кукурузы, увеличив этот показатель при ежегодной вспашке в севообороте на 2,4 ц/га (2,5 %), а ежегодном чизелевании – на (1,8 ц/га) 1,9 %.

При нарушении оптимальных сроков основной обработки почвы и проведении ее поздно осенью или весной достоверного снижения урожайности зерна кукурузы в сложившихся условиях не отмечалось, и этот показатель был ниже по сравнению со вспашкой, проведенной в оптимальные сроки на 2,0–4,1 ц/га (2,1–4,3 %). Для сравнения можно отметить, что в условиях Центральной зоны Беларуси нарушение оптимальных сроков проведения основной обработки почвы снижает урожайность однолетних трав, люпина узколистного, рапса ярового, ячменя, овса на 7–10 %, клевера лугового, картофеля – 12–14 %, яровых пшеницы и тритикале – 15 % [1]. Учитывая тот факт, что при проведении исследований недобор урожайности зерна кукурузы при нарушении оптимальных сроков проведения основной обработки почвы был незначительным можно считать, что в условиях Центральной зоны Беларуси основную обработку почвы в севообороте в последнюю очередь следует проводить под кукурузу, даже если она возделывается на зерно.

Для более объективной оценки полученных результатов исследований проведен их экономический анализ. С этой целью были определены эксплуатационные затраты на выполнение операций по возделыванию кукурузы современным комплексом отечественных машин, которые включают амортизационные отчисления на используемую технику, затраты на ее обслуживание и ремонт, заработную плату механизаторов, топливо и энергию [6]. Установлено, что при технологии возделывания кукурузы на зерно, которая предусматривает внесение навоза (60 т/га), проведение отвальной обработки почвы, применение на фоне  $P_{60}K_{120}$  азотных удобрений в дозах  $N_{60+60}$ , использование гербицида эксплуатационные затраты при урожайности зерна 80 ц/га составляют 454,31 у.е./га [3]. При замене вспашки чизелеванием этот показатель снижается на 29,8 у.е./га, дискованием – на 32,0 у.е./га, а при проведении глубокого рыхления с целью разуплотнения подпахотного горизонта он увеличивается на 29,0 у.е./га. В зависимости от полученной урожайности эксплуатационные затраты в вариантах опыта изменялись в пределах 437,93–506,98 у.е./га (табл. 2).

Таблица 2. Расчет производственных затрат при возделывании кукурузы на зерно, у.е./га

Вариант	Семена	Удобрения (навоз + NPK)	Гербициды	Эксплуатационные затраты	Всего
Общепринятая	149,59	300,40	42,9	474,82	967,71
Чизельная (100%)	149,59	300,40	42,9	441,72	934,61
Мелкая (100%)	149,59	300,40	42,9	437,93	930,82
Комбинированная (50% чизельная)	149,59	300,40	42,9	444,62	937,51
Комбинированная (50% мелкой)	149,59	300,40	42,9	473,76	966,65
Общепринятая с подпочвенным рыхлением	149,59	300,40	42,9	506,98	999,87
Чизельная с подпочвенным рыхлением	149,59	300,40	42,9	473,09	965,98
Лушение + поздняя вспашка (15.X.)	149,59	300,40	42,9	472,18	965,07
Поздняя вспашка (15.X.)	149,59	300,40	42,9	455,32	948,21
Лушение + весновспашка	149,59	300,40	42,9	470,59	963,48
Весновспашка	149,59	300,40	42,9	454,92	947,81
Чизельная осенью + чизельная весной	149,59	300,40	42,9	439,60	932,49

Расчет производственных затрат проводили дифференцированно по всем вариантам опыта с учетом затрат на полученную урожайность (транспортировка, очистка и сушка зерна). При этом использовалась стоимость солоमистого навоза, применяемого по перевалочной технологии (4,17 у.е./т) с учетом того, что на первую культуру, возделываемую после его внесения, приходится 60 % затрат на применение [7, 14]. Стоимость минеральных удобрений, семян кукурузы и применяемого гербицида определялась по ценам, существующим в Беларуси в 2021 г. В соответствии с проведенными расче-

тами производственные затраты на возделывание кукурузы на зерно изменялись по вариантам опыта в пределах 932,49–999,87 у.е./га, а стоимость продукции 1301,70–1394,47 (табл. 2, 3).

Установлено, что при возделывании кукурузы по общепринятой обработке почвы чистый доход составил 392,51 у.е./га, рентабельность – 40,56 %, себестоимость зерна – 10,15 у.е./ц. Наибольший экономический эффект в период проведения исследований был получен при использовании комбинированной обработки почвы, предусматривающей чередование в севообороте через год вспашки и чизелевания. Чистый доход в этом варианте составил 418,43 у.е./га, рентабельность – 44,63 %, себестоимость – 9,87 у.е./ц. Следовательно, в сравнении с традиционной отвальной обработкой почвы чистый доход в этом случае увеличился на 25,9 у.е./га, рентабельность – на 4,07 % при снижении себестоимости на 0,28 у.е./ц. Традиционную отвальную обработку почвы превзошел по чистому доходу на 2,09 у.е./га вариант, где ее сочетали с подпочвенным рыхлением. Однако, в этом случае рентабельность снижалась на 1,09 %, а себестоимость увеличивалась на 0,08 у.е./ц (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность способов и сроков основной обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно (среднее за 2016–2018 гг.)

Способ обработки почвы	Стоимость продукции, у.е./га	Производственные затраты, у.е./га	Чистый доход, у.е./га	Рентабельность, %	Себестоимость, у.е./ц
Общепринятая	1360,22	967,71	392,51	40,56	10,15
Чизельная (100%)	1324,53	934,61	389,92	41,72	10,07
Мелкая (100%)	1307,11	930,82	376,59	40,46	10,16
Комбинированная (50% чизельная)	1355,94	937,51	418,43	44,63	9,87
Комбинированная (50% мелкой)	1348,80	966,65	382,15	39,53	10,23
Общепринятая с подпочвенным рыхлением	1394,47	999,87	394,60	39,47	10,23
Чизельная с подпочвенным рыхлением	1350,23	965,98	384,25	39,78	10,21
Лушение + поздняя вспашка (15.Х.)	1331,67	965,07	366,60	37,99	10,34
Поздняя вспашка (15.Х.)	1320,25	948,21	372,04	39,24	10,25
Лушение + весновспашка	1314,54	963,48	351,06	36,44	10,46
Весновспашка	1315,97	947,81	368,16	38,84	10,28
Чизельная осенью + чизельная весной	1301,70	932,49	369,21	39,59	10,22

При использовании в севообороте безотвальной обработки почвы (чизелевание) чистый доход составил 389,92 у.е./га, рентабельность – 41,72 %, себестоимость – 10,07 у.е./ц. В этом случае в сравнении с традиционной обработкой почвы чистый доход снижался на 2,59 у.е./га, рентабельность увеличивалась на 1,16 %, себестоимость уменьшилась на 0,08 у.е./ц. В других изучаемых вариантах отмечалось в сравнении с традиционной обработкой почвы ухудшение всех указанных выше экономических показателей. Чистый доход при этом снижался на 8,26–41,45 у.е./га, рентабельность – на 0,78–4,12 %, а себестоимость увеличивалась на 0,06–0,31 у.е./ц. Наименьший экономический эффект был получен в варианте, где кукурузу возделывали по весновспашке.

### Заключение

Наибольший экономический эффект при возделывании кукурузы на зерно на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях Центральной зоны Беларуси обеспечила применяемая в севообороте комбинированная обработка почвы, предусматривающая чередование по годам вспашки и чизелевания. Чистый доход в этом случае составил 418,43 у.е./га, рентабельность – 44,63 %, себестоимость зерна – 9,87 у.е./ц. В этом случае в сравнении с традиционной отвальной обработкой почвы чистый доход увеличился на 25,9 у.е./га, рентабельность – на 4,07 %, а себестоимость уменьшилась на 0,28 у.е./ц. Наименьший экономический эффект получен при возделывании кукурузы по весновспашке, что снижало в сравнении с традиционной отвальной обработкой почвы чистый доход на 41,45 у.е./га, рентабельность – на 4,12 %, а себестоимость зерна при этом увеличивалась на 0,31 у.е./ц.

### ЛИТЕРАТУРА

- Булавин, Л. А. Агрэкономические основы ресурсосберегающего и природоохранного земледелия в Беларуси / Л. А. Булавин; А. П. Гвоздов; А. Ч. Скируха. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 216 с.
- Булавин, Л. А. Влияние способов и сроков обработки почвы на урожайность зерна кукурузы / Л. А. Булавин, А. П. Гвоздов, Д. Г. Симченков // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – Вып. 57. – С. 58–63.
- Булавин, Л. А. Экономическая эффективность применения гербицидов и сроков их внесения при возделывании кукурузы на зерно / Л. А. Булавин (и др.) // Земледелие и растениеводство. – 2021. – №6. – С. 28–31.
- Земледелие: учебник / П. И. Никончик [и др.]; под ред. П. И. Никончика, В. Н. Прокоповича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 584 с.
- Кирюшин, В. И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия / В. И. Кирюшин // Главный агроном. – 2007. – № 6. – С. 16–20.

6. Ленский, А. В. Формирование эффективной системы машин для механизации растениеводства / А. В. Ленский; РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2018. – 377 с.
7. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур. / И.М. Богдевич [и др.] – Минск, 1988. – 30 с.
8. Надточаев, Н. Ф. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н.Ф. Надточаев [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов/ РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 453–492.
9. Надточаев, Н. Ф. Засоренность посевов и урожайность повторной кукурузы под влиянием почвообработок / Н. Ф. Надточаев, М. И. Стрижанова, Ю. Ф. Ивашко, В. И. Кислеков // Актуальные проблемы борьбы с сорной растительностью в современном земледелии и пути их решения. – Жодино, 1999. – Т.2. – С. 107–110.
10. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – С. 61–62.
11. Привалов, Ф. И. Рекомендации по применению минимальной (ресурсосберегающей) обработки почв в Республике Беларусь / Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 20 с.
12. Самарсов, В. Ф. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков / В. Ф. Самарсов [и др.]. – Барановичи, 1998. – С. 51–75.
13. Симченко, Д. Г. Обработка почвы под кукурузу / Д. Г. Симченко, С. С. Небышинец, И. А. Сушевич // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. – 2012. – С. 30–34.
14. Система применения удобрений: учебник для студентов учреждений высшего образования по агрономическим специальностям / В. В. Лапа [и др.]; ред. В. В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 439 с.