

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-103-110>

УДК 633.15:631.53.04

© 2023

Поступила 22.03.2023

Received 22.03.2023



Принята в печать 07.04.2023

Accepted 07.04.2023

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

КУКУРУЗА В ПОУКОСНЫХ ПОСЕВАХ

Алим Ю. Кишев¹, Нурбий И. Мамсиров^{2*},
Руслан А. Тиев¹, Елена М. Егорова¹

¹ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»; пр. Ленина, 1в, г. Нальчик, 360030, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»; ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

Аннотация. В агротехнологиях посевы поукосных промежуточных культур размещаются после уборки однолетних трав на зеленую массу, а пожнивные посевы после уборки ранних зерновых культур. Однолетние травы при апрельских сроках посева достигают укосной спелости и убираются на зеленую массу в третьей декаде июня – первой декаде июля. Однако после сбора урожая основной культуры севооборота до конца вегетационного периода остается еще около 70–90 дней, что вполне достаточно для получения полноценного урожая в поукосных посевах, тем самым можно повысить индекс использования пашни [1; 6]. В этой связи в 2020–2022 годах в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики (Баксанский район) на орошаемых предкавказских черноземах проводились научные исследования (по Б.А. Доспехову «Методика полевого опыта») с целью изучения элементов усовершенствования технологии выращивания кукурузы в поукосных посевах, обеспечивающих снижение энергетических затрат и оптимизацию основных параметров плодородия почв. В последнее время сельскохозяйственное производство функционирует в условиях ресурсного дефицита и усложняющейся структуры экономических отношений и все более увеличивающейся проблемой почво- и водосбережения. Доминирование экономических механизмов в корне меняет многие общепринятые представления и подходы в области землепользования сельскохозяйственного назначения. Общая задача состоит в том, чтобы максимизировать производство растениеводческой продукции на единицу вводимых ресурсов. В результате проведенных исследований установлено, что выращивание кукурузы на зерно поукосно после озимого рапса по чизельной обработке на глубину 28–30 см и внесением удобрений в дозе $N_{120}P_{90}$ способствует стабилизации агрофизических свойств почвы и оптимизации энергетического баланса.

Ключевые слова: кукуруза, поукосные посевы, технология возделывания, вспашка, чизелевание, дискование, минеральные удобрения, предшественники, озимый рапс, горохоовсяная смесь, урожайность, биоэнергетическая оценка

CORN IN POSTCUT CROPS

Alim Y. Kishev¹, Nurbiy I. Mamsirov^{2*},
Ruslan A. Tiev¹, Elena M. Egorova¹

¹ FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov»;
Iv Lenin Ave., Nalchik, 360030, the Russian Federation

² FSBEI HE «Maikop State Technological University»;
191 Pervomayskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation

Abstract. In agrotechnologies postcut crops of intermediate cultures are placed after harvesting annual grasses for green mass, and stubble crops after harvesting early grain crops. Annual herbs at the April sowing dates reach mowing maturity and are harvested for green mass in the third decade of June – the first decade of July. However, after harvesting the main crop of the crop rotation, there are still about 70–90 days left until the end of the growing season, which is quite enough to obtain a full-fledged harvest in the hay crops, and thereby increase the index of arable land use [1; 6]. In this regard in 2020–2022 in the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic (the Baksansky district), the scientific research was carried out on the irrigated Ciscaucasian chernozems (according to B.A. Dospekhov “Methodology of field experience”) in order to study the elements of improving the technology of growing corn in hay crops, providing a reduction in energy costs and optimization of the main parameters of soil fertility. Recently, agricultural production has been operating in the conditions of a resource deficit and an increasingly complex structure of economic relations and an ever-increasing problem of soil and water conservation. The dominance of economic mechanisms fundamentally changes many generally accepted ideas and approaches in the field of agricultural land use. The overall objective is to maximize crop production per unit of input. As a result of the research, it has been found that the cultivation of corn for grain by cutting, after winter rapeseed by chisel processing to a depth of 28–30 cm and the application of fertilizers at a dose of N120P90, contributes to the stabilization of the agrophysical properties of the soil and the optimization of the energy balance.

Keywords: corn, mowing crops, cultivation technology, plowing, chiseling, disking, mineral fertilizers, predecessors, winter rapeseed, pea and oat mixture, yield, bioenergetic assessment

For citation: Corn in postcut crops / Kishev A.Yu. [et al.] // New technologies. 2023. V. 19, No. 1. P. 103-110. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-103-110>

В последнее время сельскохозяйственное производство функционирует в условиях ресурсного дефицита и усложняющейся структуры экономических отношений и все более увеличивающейся проблемой почво- и водосбережения. Доминирование экономических механизмов в корне меняет многие общепринятые представления и подходы в области землепользования сельскохозяйственного назначения. Общая задача состоит в том, чтобы

максимизировать выпуск продукции на единицу вводимых ресурсов [5].

Решение этой проблемы тесно связано с повышением эффективности использования пашни. Наиболее комплексным способом рационального решения этой проблемы – использование пашни, агроклиматических ресурсов, техники, рабочей силы, удобрений – являются промежуточные культуры. Возделывание промежуточных культур позволяет повысить коэффициент использования

пашни, а также обогатить почву органическим веществом, улучшая ее агрофизические свойства. Они выполняют роль альтернативных культур в севооборотах разной специализации [8]. Актуальность данной проблемы определяется также резким изменением состава и структуры сельскохозяйственных культур в республике в последнее время.

Выращивание кукурузы без снижения площади посевов и плодородия почвы возможно при увеличении поукосных посевов этой культуры. Наличие большого количества тепла, света и плодородных почв создают благоприятные предпосылки для получения зерна кукурузы в поукосных посевах не только в степной, но и в предгорной зоне. Однако отсутствие научно обоснованной технологии выращивания зерновой кукурузы в поукосных посевах и случайный выбор гибридов для таких посевов сдерживает широкое внедрение поукосных посевов зерновой кукурузы [4; 7].

Узким звеном при интенсивном использовании пашни оказалась и традиционная система обработки почвы под поукосные посевы кукурузы, базирующаяся на глубокой отвальной вспашке, многократных поверхностных обработках [2]. Деградация от машин при такой технологии резко возрастает, сроки проведения работ растягиваются, себестоимость продукции повышается, биоклиматический потенциал используется не полностью. Исходя из этого, в ходе проведенных исследований были усовершенствованы элементы технологии выращивания кукурузы в поукосных посевах, обеспечивающих снижение энергетических затрат и оптимизацию основных параметров плодородия почв [9].

Исследования проводились в 2020–2022 гг. на орошаемых землях Баксанского района в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики.

Почвенный покров опытного участка представлен черноземом предкавказским обыкновенным глинистым.

Мощность гумусового горизонта 60–70 см. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,2–3,8%, легкогидролизуемого азота – 6,2–8,5 мг (по Корнфилду), фосфора 1,8–2,3 мг (по Мачигину) и калия 32–38 мг на 100 г почвы. Наименьшая влагоемкость активного слоя почвы – 29,2–32,4% абсолютно сухой массы. Плотность сложения этого слоя – 1,31–1,34 г/см³.

Решение поставленных задач осуществляли в многофакторном полевом опыте, варианты которого размещали методом расщепленных делянок (по Б.А. Доспехову) [3]. Повторность опыта четырехкратная, площадь учетной делянки 56 м². Объектами исследований были почва опытных участков и кукуруза гибрида Баксанская сахарная.

На делянках первого порядка высевали поукосную кукурузу на зерно после различных предшественников – озимый рапс и горохоовсяная смесь на зеленый корм. На делянках второго порядка изучали приемы основной обработки почвы – двукратное дискование на глубину 10–12 см, отвальная вспашка на глубину 14–16, 20–22 и 28–30 см, чизельную вспашку на 28–30 см. На делянках третьего порядка размещали фоны питания – без удобрений. $N_{90}P_{90}$, $N_{120}P_{90}$, $N_{150}P_{120}$

В результате исследований установлено, что воздействие предшествующей на агрофизические свойства почвы было различным. Посевы озимого рапса способствуют снижению плотности сложения почвы за период вегетации на 4–6%, тогда как на посевах горохоовсяной смеси происходит некоторое уплотнение на 2–3%. Это объясняется тем, что озимый рапс развивает мощную стержневую корневую систему, которая частично разрушает плотную плужную подошву и оказывает благотворное влияние на структуру почвы.

После обработки почвы вслед за уборкой предшественников наиболее рыхлое сложение пахотного слоя почвы обеспечила вспашка. Причем с углублением

вспашки снижение этого показателя усиливалось на 5–8% при замере мелкой вспашки на обычную и 7–9% при переходе от мелкой к глубокой вспашке в зависимости от предшествующей культуры. Наиболее плотное сложение отмечено в варианте с поверхностной обработкой почвы. В этом варианте объемный вес превышал показатели вариантов со вспашкой на 28–30 см на 0,16–0,19 г/см³, или на 13–17%. Между вариантами с отвальной вспашкой и чизельной вспашкой разница по этому показателю составила лишь 4–6% в зависимости от предшественника.

В период обработки почвы до посева, а затем до уборки кукурузы происходило уплотнение почвы. Причем темпы уплотнения определялись приемами обработки почвы. Наибольшая скорость уплотнения отмечается в варианте с глубокой вспашкой. В этом варианте почва от обработки до уборки уплотнилась на 0,28–0,36 г/см³, или на 21–26%, а в варианте с чизелеванием интенсивность уплотнения была гораздо ниже и составляла 12–17% в зависимости от предшественника. На участках, обработанных чизельными орудиями, этот показатель в течение всей вегетации находился в оптимальных пределах и равнялся к уборочной: кукурузы – 1,24 г/см³ после озимого рапса к 1,28 г/см³ после горохоовсяной смеси. С плотностью сложения тесно связана и водопроницаемость почвы. Из изучаемых предшественников наиболее благоприятное влияние оказывал озимый рапс, после которого во всех вариантах опыта и во все сроки определения водопроницаемость была выше, чем после горохоовсяных смесей. Среди изучаемых приемов обработки самую высокую скорость впитывания обеспечили после обработки почвы глубокой вспашкой – 3,87–3,89 мм/мин и чизелевание 3,71–3,85 мм/мин в зависимости от предшественника. К уборке кукурузы обнаружилось преимущество чизельной вспашки. После обоих предшественников в этом варианте перед уборкой показатель

был самым высоким и превышал остальные варианты в 1,1–1,5 раза.

От приемов обработки зависит не только скорость поступления воды в почву, но и ее накопление. На делянках, где кукурузу на зерно выращивали после озимого рапса по чизельной вспашке, отмечены самые высокие запасы продуктивной влаги в активном слое почвы – 48,3 м³/га и самое низкое среднесуточное испарение – 39,1 м³/га.

Эффективность различных приемов возделывания культуры в наибольшей степени влияет на уровень ее урожайности (таблица 1).

Полученные данные показывают зависимость урожайности поукосной кукурузы от изучаемых факторов. При выращивании поукосной кукурузы после озимого рапса урожай зерна превосходил делянки, размещаемые после горохоовсяных смесей. Однако необходимо отметить, что разница в урожае была существенна только при внесении удобрений.

После озимого рапса только глубина вспашки и чизелевание обеспечивали достоверные прибавления урожая по сравнению с поверхностной обработкой. Разница в урожае зерна здесь составляла в зависимости от фона питания – 3,0–6,6 ц/га. После горохоовсяной смеси между вариантами с различной обработкой разница была математически не доказуемой.

Наиболее сильнодействующим фактором в наших исследованиях были удобрения. Их внесение при всех способах обработки почвы обеспечивало прибавку зерна в несколько раз, превышающую наименьшую существенную разницу. Применение удобрений в дозе N₉₀P₉₀ увеличило урожай зерна на 15,1–18,1 ц/га после озимого рапса и на 13,0–15,0 ц/га после горохоовсяной смеси. Увеличение дозы удобрений до N₁₂₀P₉₀ обеспечивало прибавку урожая в 24,4–29,0 и 20,9–22,6 ц/га соответственно. Дальнейшее увеличение дозы вносимых удобрений до N₁₅₀P₁₂₀ приводило к повышению

Таблица 1

Урожайность поукосной кукурузы на зерно в зависимости от изучаемых факторов, ц/га

Table 1

Postcut corn yield for grain depending on the studied factors, c/ha

Способ основной обработки почвы	Глубина обработки почвы, см	Фон питания			
		без удобрения	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀	N ₁₅₀ P ₁₂₀
<i>озимый рапс</i>					
Дискование	10-12	53,6	68,7	783,0	78,5
Вспашка	14-16	53,0	70,3	80,1	81,5
Вспашка	20-22	54,5	72,3	79,2	83,0
Вспашка	28-30	53,9	71,7	82,5	84,7
Чизелевание	28-30	54,3	72,4	83,3	84,1
<i>горохоовсяная смесь</i>					
Дискование	10-12	51,9	64,9	74,8	78,1
Вспашка	14-16	50,7	65,7	75,1	76,1
Вспашка	20-22	52,5	65,1	76,0	79,3
Вспашка	28-30	51,9	66,3	77,5	81,4
Чизелевание	28-30	53,0	66,0	78,4	80,9

HCP_{05} в годы исследований изменялась:

- для предшественников от 1,8 до 2,3;
- для обработки почвы от 2,1 до 2,9;
- для фона питания от 2,8 до 4,1;
- для их взаимодействия от 3,2 до 5,4 ц/га.

урожайности. Однако по сравнению с дозой N₁₂₀P₉₀ разница в урожае зерна была при обоих предшественниках статистически не достоверной.

Максимальный урожай зерна в наших исследованиях – 84,7 ц/га – получен при выращивании кукурузы на зерно поукосно после озимого рапса по глубокой отвальной вспашке на фоне удобрений в дозе N₁₅₀P₁₂₀. Примерно такой же уровень урожайности достигнут при применении чизельной обработки. Окончательный вывод о целесообразности применения того или иного комплекса агротехнических приемов может быть сделан лишь по результатам их энергетической оценки (таблица 2).

Анализ таблицы 2 свидетельствует, что затраты совокупной энергии на

производство зерна при углублении вспашки повышались. Этот показатель значительно снижается при переходе от вспашки к чизельной обработке почвы и особенно к дискованию [10]. Повышению энергетических затрат на 4–7% способствовало и повышение дозы удобрений до N₁₅₀P₁₂₀. Последнее связано с тем, что при этих способах обработки почвы затраты энергии на ГСМ значительно ниже и выше нормы выработки на единицу времени.

Существенное влияние изучаемые приемы оказывали на энергоёмкость 1 ц зерна. Минимальное количество энергии – 464 МДж на 1 ц зерна – затрачено в варианте с чизельной обработкой почвы и внесении удобрений в дозе N₉₀P₉₀. В других вариантах для получения 1 ц зерна

Биоэнергетическая оценка приемов возделывания кукурузы на зерно в поукосных посевах

Table 2

Bioenergetic assessment of corn for grain cultivation methods in postcut crops

Показатели	Способы и глубина обработки почвы, см				
	дискование	вспашка			чизелевание
	10–12	14–16	20–22	28–30	28–30
$N_{90}P_{90}$					
Затраты совокупной энергии, отнесенные на зерно, ГДж/га	32,71	33,27	33,61	34,43	33,12
Выход с 1 га: зерна (сухого) валовой энергии, ГДж	67,1 124,8	69,0 128,3	68,1 126,7	71,8 133,5	71,6 133,2
Энергоемкость производства зерна, ГДж/ц	487	482	493	479	464
Энергетический коэффициент	3,81	3,85	3,76	3,88	4,01
Приращение валовой энергии, ГДж/га	92,1	95,0	93,1	99,1	100,1
$N_{150}P_{120}$					
Затраты совокупной энергии, отнесенные на зерно, ГДж/га	33,88	34,44	34,78	35,60	34,29
Выход с 1 га: зерна (сухого) валовой энергии, ГДж	67,5 126,6	70,1 132,1	71,4 132,8	72,8 135,4	72,3 134,5
Энергоемкость производства зерна, ГДж/ц	502	491	487	489	474
Энергетический коэффициент	3,74	3,84	3,82	3,80	3,92
Приращение валовой энергии, ГДж/га	92,7	97,7	98,0	99,8	99,0

понадобилось на 15–29 МДж больше в зависимости от приема обработок и дозы удобрений.

Указанный выше вариант обеспечил и более высокую окупаемость энергетических затрат. Энергетический коэффициент в этом варианте составил – 4,01, что выше, чем в варианте с глубокой вспашкой на 2,5%. В этом варианте достигнуто

и наибольшее приращение валовой энергии на 1 га – 100,1 ГДж.

Таким образом, выращивание кукурузы на зерно поукосно после озимого рапса по чизельной обработке на глубину 28–30 см и внесением удобрений в дозе $N_{120}P_{90}$ способствует стабилизации агрофизических свойств почвы и оптимизации энергетического баланса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Благополучная О.А., Мамсиров Н.И. Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность смешанных посевов однолетних бобово-злаковых культур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 6 (110). С. 158–165.

2. Пожнивные и поукосные посевы кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской Республики / Бозиев А.Л. [и др.] // Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова. М., 2022. С. 249–254.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

4. Продуктивность кукурузы на зерно в зависимости от плодородия чернозема выщелоченного и нормы удобрения / Кравцов А.М. [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 85. С. 88–97.

5. Системы земледелия Кабардино-Балкарии: состояние и перспективы развития / Мамсиров Н.И. [и др.] // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия, 4: Естественно-математические и технические науки. 2018. № 4 (231). С. 124–128.

6. Мамсиров Н.И., Малич И.Ю., Макаров А.А. Биологизированный кормовой севооборот на слитых черноземах // Экология: вчера, сегодня, завтра: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Махачкала, 2019. С. 293–300.

7. Основы агрономии: учебное пособие / Мамсиров Н.И. [и др.]. Майкоп: МГТУ, 2018. 323 с.

8. Способы и приемы повышения почвенного плодородия / Ханиева И.М. [и др.] // Уральский научный вестник. 2017. Т. 10, № 3. С. 042–044.

9. Эржибов А.Х., Кишев А.Ю., Бербеков К.З. Влияние агротехнических приемов на энергетическую эффективность возделывания культур в различных агромикрорландшафтных условиях // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти первого Президента Кабардино-Балкарской Республики В.М. Кокова. Нальчик, 2022. С. 110–114.

10. Снижение энергозатрат при возделывании кукурузы в небольших крестьянских хозяйствах / Эржибов А.Х. [и др.] // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти первого Президента Кабардино-Балкарской Республики В.М. Кокова. Нальчик, 2022. С. 114–117.

REFERENCES:

1. Blagopoluchnaya O.A., Mamsirov N.I. Influence of methods of tillage and mineral fertilizers on the productivity of mixed crops of annual legume-grass crops. Proceedings of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2022; 6 (110): 158–165. (In Russ.)

2. Bozиеv A.L. [et al.] Stubble and postcut crops of corn in the conditions of the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic. Proceedings of the International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists dedicated to the 135th anniversary of the birth of A.N. Kostyakov. Moscow; 2022: 249–254.

3. Dospekhov B.A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., suppl. and rev. Moscow: Agropromizdat; 1985: 351 p. (In Russ.)

4. Kravtsov A.M. [et al.] The productivity of corn for grain depending on the fertility of leached chernozem and the rate of fertilizer. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2020; 85: 88–97. (In Russ.)

5. Mamsirov N.I. [et al.] Farming systems of Kabardino-Balkaria: Status and development prospects. Bulletin of the Adygh State University. Series, 4: Natural-mathematical and technical sciences. 2018; 4(231): 124–128. (In Russ.)

6. Mamsirov N.I., Malich I.Yu., Makarov A.A. Biologized fodder crop rotation on drained chernozems. Ecology: yesterday, today, tomorrow: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Makhachkala; 2019: 293–300. (In Russ.)

7. Mamsirov N.I. [et al.] Fundamentals of agronomy: a textbook. Maikop: MSTU; 2018. (In Russ.)

8. Khanieva I.M. [et al.] Methods and techniques for improving soil fertility. Ural Scientific Bulletin. 2017; 10(3): 042-044. (In Russ.)

9. Erzhibov A.Kh., Kishev A.Yu., Berbekov K.Z. Influence of agricultural practices on the energy efficiency of crop cultivation in various agro-microlandscape conditions // Science, education and business: a new look or strategy of integration interaction: a collection of scientific papers based on the materials of the II International scientific and practical conference dedicated to the memory of the first President of the Kabardino-Balkarian Republic V.M. Kokov. Nalchik; 2022: 110–114. (In Russ.)

10. Erzhibov A.Kh. [et al.] Reduction of energy consumption in the cultivation of corn in small peasant farms. Science, education and business: a new look or strategy of integration interaction: a collection of scientific papers based on the materials of the II International scientific and practical conference dedicated to the memory of the first President of the Kabardino-Balkarian Republic V.M. Kokov. Nalchik; 2022; 114–117. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Алим Юрьевич Кишев, доцент ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», кандидат сельскохозяйственных наук

a.kish@mail.ru

Нурбий Ильясович Мамсиров, заведующий кафедрой технологии производства сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор сельскохозяйственных наук, доцент

nur.urup@mail.ru

тел.: +7 (918) 223 23 25

Руслан Абдулович Тиев, доцент ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», кандидат биологических наук

Елена Михайловна Егорова, доцент ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», кандидат сельскохозяйственных наук

conf200606@inbox.ru

Alim Yurievich Kishev, an associate professor of FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov», Candidate of Agricultural Sciences

a.kish@mail.ru

Nurbiy Ilyasovich Mamsirov, the head of the Department of Agricultural Production Technology, FSBEI HE «Maikop State Technological University», Doctor of Agricultural Sciences, an associate professor

nur.urup@mail.ru

tel.: +7 (918) 223 23 25

Ruslan Abdulovich Tiev, an associate professor of FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov», Candidate of Biology

Elena Mikhailovna Egorova, an associate professor of FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov», Candidate of Agricultural Sciences

conf200606@inbox.ru