

УДК 633.15

DOI: 10.19047/0136-1694-2023-115-199-223



Ссылки для цитирования:

Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М., Лукманов А.А., Габитов Р.Х., Яхин И.Ф. Продуктивность кукурузы Росс 140 в зависимости от уровня химизации зональных почв республики Татарстан // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2023. Вып. 115. С. 199-223. DOI: 10.19047/0136-1694-2023-115-199-223

Cite this article as:

Safiollin F.N., Khismatullin M.M., Lukmanov A.A., Gabitov R.H., Yakhin I.F., Productivity of corn Ross 140 depending on the level of the chemicalization of zonal soils of the republic of Tatarstan, Dokuchaev Soil Bulletin, 2023, V. 115, pp. 199-223, DOI: 10.19047/0136-1694-2023-115-199-223

Продуктивность кукурузы Росс 140 в зависимости от уровня химизации зональных почв республики Татарстан

© 2023 г. Ф. Н. Сафиоллин^{1*}, М. М. Хисматуллин^{2**},
А. А. Лукманов^{3***}, Р. Х. Габитов^{1****}, И. Ф. Яхин^{1*****}

¹Казанский государственный аграрный университет, Россия,
420015, г.Казань, ул. К. Маркса, 65,
* e-mail: faik1948@mail.ru,
**** e-mail: RanisGabitov@tatar.ru,
***** e-mail: ildarsuper97@bk.ru.

²ФГБУ “Управление “Татмелиоводхоз”, Россия,
420073, Казань, ул. Гвардейская, 15,
** e-mail: rezi-almet@yandex.ru.

³ФГБУ “ЦАС “Татарский”, Россия,
420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 120,
*** e-mail: agrohim161@mail.ru.

Поступила в редакцию 23.05.2023, после доработки 25.05.2023,
принята к публикации 27.06.2023

Резюме: Известно, что из одного и того же кукурузного сырья можно заготовить силос, корнаж, плющенное зерно или зерно на фураж. В каждом виде корма содержится совершенно разное количество

питательных веществ, а валовый сбор комровых единиц варьирует в широком диапазоне. Результаты исследований показывают, что выбор способа использования кукурузы напрямую зависит от зональных особенностей почвенного покрова и существующего уровня химизации сельскохозяйственных формирований Республики Татарстан, которые подробно рассмотрены в настоящей работе. Так, для производства плющеного зерна или корнажа с валовым сбором кормовых единиц 7.94–8.82 т/га и при уровне рентабельности 78.7% на выщелоченных черноземах, на долю которых приходится 38% почв Республики Татарстан, кукурузу рекомендуется возделывать на фоне комплексного применения агромелиорантов и расчетных норм минеральных удобрений. Известкование кислых темно-серых и серых лесных почв с фосфоритованием и внесением цеолита в сочетании с применением НРК обеспечивает повышение валового сбора кормовых единиц в кукурузном силосе от 4.22 до 6.13 и 3.34 до 5.86 т/га соответственно. Высокая эффективность применения агрохимикатов на посевах кукурузы и при заготовке различных видов кормов с учетом зональных особенностей почвенного покрова Республики Татарстан подтверждается и экономическими расчетами. Рентабельность производства плющеного зерна достигает максимальной величины (78.8%) в варианте, где известкование и фосфоритование выщелоченного чернозема сочетается с внесением расчетных минеральных удобрений на планируемую урожайность зеленой массы 35 т/га. Вместе с тем на темно-серых и серых лесных почвах по мере повышения урожайности зеленой массы под действием агромелиорантов общие затраты на заготовку силоса увеличиваются на 13.1 и 16.5 тыс. руб/га по сравнению с контрольными вариантами опыта (без агрохимикатов). Однако себестоимость производства 1 000 кормовых единиц снижается до 9.9 и 10.4 тыс. руб. соответственно при условной цене реализации 14 тыс. рублей.

Ключевые слова: агромелиоранты, корнаж, силос, плющеное зерно, рентабельность, себестоимость, условно-чистый доход.

Productivity of corn Ross 140 depending on the level of the chemicalization of zonal soils of the republic of Tatarstan

© 2023 F. N. Safiollin^{1*}, M. M. Khismatullin^{2**},
A. A. Lukmanov^{3***}, R. H. Gabitov^{1****}, I. F. Yakhin^{1*****}

¹Kazan State Agrarian University,
65 K. Marks Str., Kazan 420015, Russian Federation,

* e-mail: faik1948@mail.ru,
**** e-mail: RanisGabitov@tatar.ru,
***** e-mail: ildarsuper97@bk.ru.

²FGBU “Department “Tatmeliovodkhoz”,
15 Gvardeyskaya Str., Kazan 420073, Russian Federation,
** e-mail: rezi-almet@yandex.ru.

³FGBU “Center of Agrochemical Service “Tatarsky”,
120 Orenburgsky Trakt, Kazan 420059, Russian Federation,
*** e-mail: agrohim161@mail.ru.

Received 23.05.2023, Revised 25.05.2023, Accepted 27.06.2023

Abstract: It is known that one and the same corn plant material can be used to produce silage, cornage, milled grain, or grain for fodder. Each of them contains completely different amounts of nutrients and a wide range of gross yield of fodder units. The results of the research show the direct dependence of the choice of corn use on zonal features of the soil cover and the existing level of chemicalization of agricultural formations of the Republic of Tatarstan, which are considered in detail in this paper. Thus, in order to produce the ploughed grain or corn with the gross harvest of fodder units 7.94–8.82 t/ha and profitability of 78.7% on leached chernozems, which account for 38% of soils of the Republic of Tatarstan, it is recommended to cultivate corn using the complex application of agromeliorants and calculated norms of mineral fertilizers. Liming of acidic dark gray and gray forest soils with phosphorite and zeolite application in combination with NPK provides increase in gross harvest of fodder units of corn silage from 4.22 to 6.13 and 3.34 to 5.86 t/ha respectively. The high efficiency of agrochemicals application on corn crops and forage harvesting of different types of fodder taking into account zonal features of soil cover of the Republic of Tatarstan is also confirmed by economic indicators. The profitability of production of rolled grain reaches the maximum value (78.8%) in the variant with liming and phosphating of leached chernozem combined with the application of mineral fertilizers in rates calculated for obtaining the planned 35 t/ha of green mass. At the same time, on dark gray and gray forest soils as the yield of green mass increases under the influence of agromeliorants the total costs of silage production increases by 13.1 and 16.5 thousand rubles/ha compared with the control variants of the experiment (without agrochemicals). However, the costs of production of 1 000 fodder units are reduced to 9.9 and 10.4 thousand rubles respectively, provided that the sale price is about 14 thousand rubles.

Keywords: agromeliorants, cornage, silage, rolled corn grain, profitability, production costs, net income.

ВВЕДЕНИЕ

Кукуруза является самой универсальной культурой в мире. Кукурузное зерно широко используется в питании человека в виде муки, крупы, крахмала, растительного масла и алкогольных напитков ([Шакиров и др., 2017](#); [Крупин и др., 2021](#)). В США и Бразилии из зерна кукурузы вырабатывают этиловый спирт в качестве альтернативного источника дизельному топливу ([Иванов, Столбовой, 2022](#); [Вафин и др., 2018](#)), в КНР кукуруза используется для производства грубой бумаги ([Вафин и др., 2018](#); [Иванов и др., 2021](#); [Vafina, Safiollin, 2021](#)). Однако основным потребителем кукурузы исторически было и остается животноводство, поскольку урожайность и питательность зеленой массы и валовые сборы кормовых единиц в 2–3 раза выше, чем у других силосных культур (однолетние травы, кормосмеси, подсолнечник на силос и др.). Более того, в настоящее время существенно расширены способы использования кукурузы на кормовые цели. Так, разработаны технологии заготовки и хранения плющеного зерна, измельченного корнажа и качественного силоса с использованием современных биопрепаратов ([Иванов, 2019](#); [Сотченко и др., 2017](#)). Однако для получения таких высоких результатов необходимо разработать и внедрить приемы оптимизации химической мелиорации земель с учетом почвенно-климатических условий Республики Татарстан, провести сравнительную оценку качества различных видов кукурузных кормов и рассчитать их экономические показатели, что стало целью наших исследований.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для решения поставленной цели двухфакторный полевой опыт проводился в 2018–2022 гг. на трех типах почв: выщелоченные черноземы в СХПК “Ембулатово” Буинского, темно-серые (АПК “Продпрограмма”) Мамадышского и серые лесные почвы (СХПК “Нур”) Тетюшского муниципальных районов Республики Татарстан, – в звене полевого севооборота: чистый пар с известкованием, фосфоритованием и внесением цеолита (2018 г.) – озимая рожь на зерно (2019 г.) – яровая пшеница (2020 г.) – ячмень на фураж (2021 г.) – кукуруза (2022 г.). В целях упрощения методики

изложения результатов исследований в настоящей работе рассматривается только урожайность и качество различных видов кормов, заготовленных из кукурузы.

В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру с содержанием азота 34.5%, двойной суперфосфат (49% P_2O_5) и калийную соль (40% K_2O). Известкование проводили известью местных карьеров с содержанием влаги 9.4–10.6%, кальция и магния 89.8–93.5% среднего помола, которые соответствовали ТУ 2015.79-016-5934001-2017. Фосфоритная мука содержало 22% P_2O_5 и влаги 15 процентов.

Цеолит Татарско-Шатранского месторождения использовали в качестве пролонгатора фосфоритной муки, минеральных удобрений и извести. Кроме того, в составе цеолита содержатся калий, кальций, натрий и комплекс микроэлементов ([Сотченко и др., 2017](#); [Иванов, Столбовой, 2019](#)).

Методика проведения исследований была общепринятой для кормовых культур ([Чекмарев и др., 2017](#)), повторность опыта – четырехкратная, размещение делянок – систематическое. Технология возделывания районированной гибридной кукурузы двойного назначения (силос и зерно) Росс 140 была общепринятой (дискование после уборки предшественника (ячмень) с последующей плоскорезной обработкой почвы на глубину 24 см, весной закрытие влаги в 2 следа, внесение расчетных норм минеральных удобрений, предпосевная культивация, посев с прикатыванием во второй декаде мая с нормой высева 71.5 тыс. шт./га всхожих семян с шириной междурядий 70 см и расстоянием в рядках 20 см. Экономическая эффективность рассчитана общепринятым методом – путем сопоставления общих затрат со стоимостью кормовых единиц в средних ценах за последние 4 года – 14 тыс. руб./т.

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2022 г. существенно отличались от среднемноголетних показателей: в мае выпало 70.8–78.4 мм осадков, что в 2 раза больше нормы, июнь и август сопровождались высокими термическими ресурсами в сочетании с дефицитом влаги. В критический период потребления воды кукурузой (июль) выпало 62–65 мм осадков, что стало основой формирования высокопродуктивных агроценозов объекта исследований во всех зонах проведения исследований,

хотя ГТК за май–сентябрь составил 0.85–0.96 против среднемноголетнего значения равного 1.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сочетание двух благоприятных факторов внешней среды (высокая обеспеченность влагой в начале вегетации и в критический период водопотребления, термические ресурсы) с оптимизацией условий питания кукурузы обеспечили формирование биомассы выше планируемой величины (табл. 1).

В контрольном варианте опыта прибавка от почвенного покрова выщелоченного чернозема (без применения агроメリорантов и минеральных удобрений) превышает таковую серых лесных почв на 7.2 т/га зеленой массы кукурузы и имеет тенденцию к снижению до 5.2 т/га под действием комплексного применения агроメリорантов и минеральных удобрений (NPK + известкование + фосфоритование + цеолит 0.5 т/га).

В то же время прибавка урожая за счет известкования, фосфатирования, применения цеолита и внесения расчетных норм минеральных удобрений на серых лесных почвах достигает максимального значения 12.6 т/га биомассы, что на 53.8% выше, чем в контрольном варианте, по сравнению с 19.2% (табл. 1). Неслучайно ведущие агрохимики ([Лукманов и др., 2021](#); [Шайтанов и др., 2018](#); [Таланов и др., 2015](#)) утверждают, что среднегодовое поступление NPK в почву должно быть не менее среднегодового поступления извести.

Следует также особо подчеркнуть высокую эффективность комплексного применения агрохимикатов и на выщелоченных черноземах Республики Татарстан. Несмотря на 5-летнюю давность известкования, фосфоритования, применения цеолита, внесение NPK с расчетом получения 35 т/га зеленой массы было получено 10.6 т/га дополнительной продукции, что выше контроля на 34.6%. В этом варианте опыта агроメリоранты обеспечили получение 41.2 т/га зеленой массы против 33.8 т/га, полученных с внесением азотных, фосфорных и калийных удобрений без предварительного известкования и фосфоритования в сочетании с применением пролонгатора (цеолита) из расчета 0.5 т/га.

Таблица 1. Влияние почвенного покрова и агрохимикатов на урожайность биомассы гибридной кукурузы Росс 140

Table 1. Effect of soil cover and agrochemicals on biomass yield of hybrid corn Ross 140

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и минеральные удобрения)	Урожайность зеленой массы, т/га	Прибавка от агрохимикатов		Прибавка от почвенного покрова	
			т/га	%	т/га	%
Выщелоченный чернозем	Контроль (без удобрений)	30.6	-	-	7.2	30.8
	НРК на 35 т/га зеленой массы	33.8	3.2	10.5	5.9	21.1
	НРК + известкование 5 т/га	35.7	5.1	16.7	5.6	18.6
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	38.9	8.3	27.1	5.3	15.8
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0.5 т/га	41.2	10.6	34.6	5.2	14.4
Темно-серые лесные почвы	Контроль (без удобрений)	26.4	-	-	3.0	12.8
	НРК на 35 т/га зеленой массы	30.7	4.3	16.3	2.8	10.4
	НРК + известкование 6 т/га	32.5	6.1	23.1	2.4	8.0
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	35.0	9.6	36.4	2.4	7.1
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0.5 т/га	38.3	11.9	45.1	2.3	6.4

Продолжение таблицы 1
Table 1 continued

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и минеральные удобрения)	Урожайность зеленой массы, т/га	Прибавка от агрохимикатов		Прибавка от почвенного покрова	
			т/га	%	т/га	%
Серые лесные почвы (контроль)	Контроль (без удобрений)	23.4	-	-	-	-
	НРК на 35 т/га зеленой массы	27.9	4.5	19.2	-	-
	НРК + известкование 7 т/га	30.1	6.7	28.6	-	-
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	33.6	10.2	43.6	-	-
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0.5 т/га	36.0	12.6	53.8	-	-
НСР _{0,5}	А	1.41				
	В	1.82				
	АВ	2.14				

Тем не менее, эффективность комплексного применения агрохимикатов на серых лесных почвах (прибавка урожайности зеленой массы кукурузы 58.8%) превышает таковую на выщелоченных черноземах (прибавка 34.6%), а темно-серые лесные почвы занимают промежуточное положение с прибавкой урожайности биомассы изучаемой культуры 45.1% по сравнению с контрольным вариантом опыта (без удобрений и агроメリорантов).

В отличие от 80-х годов прошлого столетия в настоящее время задача возделывания кукурузы коренным образом изменилась в сторону получения не рекордно высокой урожайности зеленой массы, а высокопитательного корма с початками в молочно-восковой или восковой спелости зерна. В связи с этим республиканская программа “Три по сто” предусматривает ежегодное выращивание кукурузы на зерно на площади 100 тыс. га, включая по 100 тыс. га подсолнечника и ярового рапса для производства масличного сырья, в качестве высокомаржинальных сельскохозяйственных культур. Решение данной архиважной проблемы возможно на основе химической мелиорации земель в сочетании с внесением минеральных удобрений с учетом зональных особенностей почвенного покрова Республики Татарстан (табл. 2).

На черноземах формирование плотного агроценоза (от 52 до 61 тыс. шт./га продуктивных стеблей) с двумя крупными початками и содержанием от 280 до 368 шт. семян массой от 60 до 82 г обеспечило получение от 5.64 до 8.82 т/га зерна при 35%-ной влажности в зависимости от применения минеральных удобрений и агроメリорантов в технологии возделывания основной кормовой культуры Татарстана – кукурузы. При этом прибавка урожая от химизации возростала от 1.16 т/га в варианте применения NPK без агроメリорантов до 3.18 т/га зерна в последнем варианте опыта (NPK + известкование + фосфоритование + внесение цеолита).

В тех же агрометеорологических условиях, при абсолютно одинаковой технологии возделывания изучаемой культуры на серых лесных почвах было получено 2.48–5.01 т/га зерна той же гибридной кукурузы Росс 140 соответственно по сравниваемым вариантам опыта.

Таблица 2. Урожайность зерна гибридной кукурузы Росс 140 в зависимости от уровня химизации зональных почв Республики Татарстан

Table 2. Grain yield of hybrid corn Ross 140 depending on the level of chemicalization of zonal soils in the Republic of Tatarstan

Фактора А (почвенный покров)	Фактора В (агромелиоранты и минеральные удобрения)	Урожайность зерна, т/га	Прибавка от агрохимикатов		Прибавка от почвенного покрова	
			т/га	%	т/га	%
Выщелоченный чернозем	Контроль (без удобрений)	5.64	-	-	3.16	117.4
	НПК на 35 т/га зеленой массы	6.80	1.16	20.6	3.35	97.1
	НПК + известкование 5 т/га	7.65	2.01	35.6	3.49	83.9
	НПК + известкование + фосфоритование 1 т/га	8.34	2.70	47.9	3.67	78.6
	НПК + известкование + фосфоритование + цеолит 0.5 т/га	8.82	3.18	56.4	3.81	76.0
Темно-серые лесные почвы	Контроль (без удобрений)	3.12	-	-	0.64	25.8
	НПК на 35 т/га зеленой массы	4.21	1.09	34.9	0.76	22.0
	НПК + известкование 6 т/га	4.68	1.56	50.0	0.52	12.5
	НПК + известкование + фосфоритование 1 т/га	5.15	2.03	65.1	0.48	10.3
	НПК + известкование + фосфоритование + цеолит 0.5 т/га	5.45	2.33	74.7	0.44	8.9

Продолжение таблицы 2
Table 2 continued

Фактора А (почвенный покров)	Фактора В (агромелиоранты и минеральные удобрения)	Урожайность зерна, т/га	Прибавка от агрохимикатов		Прибавка от почвенного покрова	
			т/га	%	т/га	%
Серые лесные почвы (контроль)	Контроль (без удобрений)	2.48	-	-	-	
	НPK на 35 т/га зеленой массы	3.45	0.97	39.1	-	
	НPK + известкование 7 т/га	4.16	1.68	67.7	-	-
	НPK + известкование + фосфоритование 1 т/га	4.67	2.19	88.3	-	-
	НPK + известкование + фосфоритование + цеолит 0.5 т/га	5.01	2.58	102.0	-	-
HCP _{0.5}	А	0.63				
	В	0.85				
	АВ	1.08				

На темно-серых лесных почвах комплексное применение агрохимикатов, так же, как и на серых лесных почвах, сглаживает разницу между ними и выщелоченными черноземами. Например, преимущество выщелоченного чернозема, по сравнению с серыми лесными почвами, снизилось от 127.4% в контроле (без удобрений) до 76.0% в последнем варианте опыта, что характерно и для темно-серых лесных почв – от 80.1 до 61.8%.

Несмотря на весьма высокие прибавки урожайности зерна кукурузы (39.1–102.0%) в вариантах с применением минеральных удобрений и агроメリорантов на серых лесных почвах, ее физическая величина составляет всего 3.45–5.01 т/га, по сравнению с 6.80–8.82 т/га на выщелоченных черноземах, что необходимо учитывать при выборе способа использования выращенной продукции (табл. 3; рис. 1, 2, 3).

Сравнительная оценка валового сбора кормовых единиц в зависимости от способов заготовки кукурузных кормов показывает весьма противоречивые закономерности. Во-первых, валовой сбор кормовых единиц кукурузы, убранной для заготовки фуражного зерна, во всех зональных почвах и во всех вариантах опыта был ниже, если сравнить с закладкой кукурузы на силос и с консервацией в виде плющеного зерна. На серых лесных почвах данная разница в пользу силоса составила 1.96 т/га ($3.74 - 1.78 = 1.96$ т/га), что также характерно для плющеного зерна и корнажа. Такое противоречие объясняется сроками уборки и влажностью зерна кукурузы. Максимальное содержание кормовых единиц в зерне кукурузы достигается при влажности 35% (восковая спелость), а для закладки на фуражное зерно требуется ее снижать до 15%. Другими словами, валовой сбор кормовых единиц в зерне автоматически уменьшается на 20%. Кроме того, при сушке снижается содержание белка, суммы сахаров, аминокислот и других питательных веществ ([Хисматуллин, Сафиоллин, 2019](#); [Хисматуллин, 2010](#)). В то же время уборка кукурузы на зерно даже в самые поздние сроки (конец октября) в почвенно-климатических условиях нашей республики не обеспечивает снижение его влажности ниже 32%.

Таблица 3. Сравнительная оценка эффективности заготовки различных видов кормов из гибридной кукурузы Росс 140, т/га кормовых единиц

Table 3. Comparative evaluation of the efficiency of various fodder conservation types, hybrid corn Ross 140 being used, t/ha of fodder units

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и минеральные удобрения)	Силос	Зерно на фураж	Плоское зерно	Корнаж
Выщелоченный чернозем	Контроль (без удобрений)	4.90	4.06	5.08	5.64
	НРК на 35 т/га зеленой массы	5.41	4.90	6.12	6.80
	НРК + известкование 5 т/га	5.71	5.51	6.89	7.65
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	6.22	6.01	7.51	8.34
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0.5 т/га	6.59	6.35	7.94	8.82
Темно-серые лесные почвы	Контроль (без удобрений)	4.22	2.25	2.81	3.12
	НРК на 35 т/га зеленой массы	4.91	3.03	3.79	4.21
	НРК + известкование 6 т/га	5.20	3.37	4.21	4.68
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	5.76	3.71	4.64	5.15
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0.5 т/га	6.13	3.93	4.91	5.45

Продолжение таблицы 3
Table 3 continued

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и мине- ральные удобрения)	Силос	Зерно на фураж	Площе- ное зерно	Корнаж
Серые лесные почвы (контроль)	Контроль (без удобрений)	3.74	1.78	2.23	2.48
	НРК на 35 т/га зеленой массы	4.64	2.49	3.11	3.45
	НРК + известкование 7 т/га	4.82	2.99	3.74	4.16
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	5.38	3.36	4.20	4.67
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0.5 т/га	5.76	3.61	4.51	5.01



Рис. 1. Плющенное зерно кукурузы в полиэтиленовых рукавах.
Fig. 1. Rolled corn grain in polyethylene sleeves.



Рис. 2. Комбайн для уборки кукурузы на зерно.
Fig. 2. Corn grain harvester.



Рис. 3. Кукурузный силос.
Fig. 3. Corn silage.

Во-вторых, на выщелоченных черноземах результаты исследований показывают явное преимущество заготовки плющеного зерна и закладки его в полиэтиленовые рукава для зимнего хранения, по сравнению с закладкой на силос с початками в стадии молочной спелости, особенно в последнем варианте опыта с высокой химизацией (валовой сбор кормовых единиц в кукурузном силосе 6.59, а в плющеном зерне – 7.94 т/га).

На темно-серых и серых лесных почвах Татарстана наибольший сбор кормовых единиц обеспечивает кукурузный силос: на темно-серых почвах – 4.22–6.13 т/га, на серых лесных почвах – 3.74–5.76 т/га, по сравнению с 2.81–4.91 и 2.23–4.51 т/га кормовых единиц соответственно в плющеном зерне этой культуры.

И, наконец, следует особо остановиться на заготовке корнажа. Его отличие заключается в том, что при помощи специальной жатки, которая устанавливается на силосоуборочный комбайн, отдельно убирают початки кукурузы при 35%-ной влажности и

измельчают. В дальнейшем измельченная масса также закладывается в полиэтиленовые рукава ([Агиева и др., 2020](#); [Миннуллин и др., 2011](#); [Хисматуллин и др., 2022](#)).

Его преимущество заключается в сборе не только зерна, но и початка целиком с листообразными обертками. Более того, исключается процесс плющения, что значительно снижает затраты на электроэнергию. В результате при меньших затратах валовой сбор кормовых единиц на выщелоченных черноземах достигает максимальных величин (5.64–8.82 т/га) по сравнению с заготовкой кукурузного силоса (4.9–6.59 т/га), кукурузного фуражного зерна (4.06–7.94 т/га) (табл. 3).

Высокая эффективность применения агрохимикатов на посевах кукурузы и при заготовке различных видов кормов с учетом зональных особенностей почвенного покрова Республики Татарстан подтверждается экономическими расчетами (табл. 4).

Прежде чем приступить к анализу экономических показателей производства кукурузных кормов следует отметить, что известкование и фосфоритование в Республике Татарстан проводится по принципу 80 : 20 (80% затрат – за счет бюджетных средств и 20% затрат – конкретного хозяйства). Более того, 20% затрат делится на 5 культур полевого севооборота. Основные затраты приходятся на выполнение технологических операций, прежде всего это расходы на ГСМ, ежегодное применение минеральных удобрений и фонд заработной платы.

Так общие затраты по мере повышения валового сбора кормовых единиц в плющеном кукурузном зерне с 5.08 т/га в контрольном варианте опыта до 7.94 т/га в варианте комплексного применения агрохимикатов (известкование + фосфоритование + NPK + цеолит) увеличивается с 45.3 до 63.3 тыс. руб./га. Однако рентабельность производства плющеного зерна достигает максимальной величины (78.7%) именно в варианте, где известкование и фосфоритование сочетается с внесением расчетных норм минеральных удобрений. Из этой общей закономерности (рентабельность 75.7%) выпадает лишь вариант с использованием цеолита, поскольку ООО “Цеолиты Поволжья” реализует его по цене 60 тыс. руб./т, и дотация со стороны государства отсутствует.

Таблица 4. Экономические показатели производства различных видов кормов из кукурузы в зависимости от уровня химизации зональных почв Республики Татарстан

Table 4. Economic indicators of production of different types of corn fodder depending on the level of chemicalization of zonal soils of the Republic of Tatarstan

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и минеральные удобрения)	Стоимость вал. продукции, тыс. руб./га	Общие затраты, тыс. руб./га	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %	Себестоимость, тыс. руб./т корм. ед.
<i>Плющенное зерно</i>						
Выщелоченный чернозем	Контроль (без удобрений)	71.1	45.3	25.8	56.9	9.0
	НРК на 35 т/га зеленой массы	85.7	51.1	34.6	67.7	8.3
	НРК + известкование 5 т/га	96.5	55.7	40.8	73.2	8.1
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	105.1	58.8	46.3	78.7	7.8
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0.5 т/га	111.2	63.3	47.9	75.7	8.0

Продолжение таблицы 4
Table 4 continued

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и минеральные удобрения)	Стоимость вал. про- дукции, тыс. руб./га	Общие загра- ты, тыс. руб./га	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Рента- бель- ность, %	Себесто- имость, тыс. руб./т корм. ед.
<i>Кукуруза на силос</i>						
Темно-серые почвы	Контроль (без удобрений)	59.1	48.4	10.7	22.1	11.5
	НРК на 35 т/га зеленой массы	68.7	52.6	16.1	30.6	10.7
	НРК + известкование 6 т/га	72.8	54.9	17.9	32.6	10.6
	НРК + известкование + фос- форитование 1 т/га	80.6	57.1	23.5	41.2	9.9
	НРК + известкование + фос- форитование + цеолит 0.5 т/га	85.8	61.5	24.3	39.5	10.0
Серые лес- ные почвы (контроль)	Контроль (без удобрений)	52.4	44.1	8.3	18.8	11.8
	НРК на 35 т/га зеленой массы	65.0	51.8	13.2	25.5	11.2
	НРК + известкование 7 т/га	67.5	52.4	15.1	28.8	10.9
	НРК + известкование + фос- форитование 1 т/га	75.3	56.0	19.3	34.4	10.4
	НРК + известкование + фос- форитование + цеолит 0.5 т/га	80.6	60.9	19.7	32.3	10.6

Вторым важнейшим экономическим показателем является себестоимость производства корма из кукурузы, так как она оказывает прямое влияние на стоимость молочной и мясной продукции в розничной торговле (Сафиоллин и др., 2017). Себестоимость производства кукурузного силоса на темно-серых и серых лесных почвах Республики Татарстан при одинаковых уровнях минерального питания и применения агроулучшителей превышает производство плющеного зерна на 2.6–2.8 тыс. руб. Данное противоречие связано с огромными затратами на перевозку более 30 т/га биомассы кукурузы в силосную яму в сравнении с 7–9 т/га зерна этой культуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для производства плющеного зерна с валовым сбором кормовых единиц 7.94–8.82 т/га и рентабельностью 76–79% на выщелоченных черноземах Республики Татарстан кукурузу рекомендуется возделывать на фоне комплексного применения агроулучшителей и расчетных норм минеральных удобрений, исходя из планируемой урожайности биомассы кукурузы 35 т/га.

Известкование и фосфоритование кислых темно-серых и серых лесных почв в сочетании с применением НРК обеспечивает повышение валового сбора кормовых единиц в кукурузном силосе с 4.22 до 6.13 и 3.34 до 5.86 т/га соответственно, и снижение себестоимости на 1.4–2.0 тыс. руб./т кормовых единиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азиева Г.Н., Нижегородцева Л.С., Диабанкана Р.Ж.К., Абрамова А.А., Сафин Р.И., Хисматуллин М.М. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4(60). С. 5–9.
2. Вафин Ф.Р., Бикчантаев И.Т., Шакиров Ш.К., Балакирев Н.А. Эффективность применения различных биологических препаратов при силосовании кукурузы // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2018. С. 77–83.

3. *Иванов А.Л.* Научно-технологическое развитие землепользования с использованием цифровых технологий в земледелии // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. № 5. С. 522–524.
4. *Иванов А.Л., Кулинцев В.В., Дридигер В.К., Белобров В.П.* О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 4. С. 8–16.
5. *Иванов А. Л., Столбовой В.С.* Инициатива “4 промилле” – новый глобальный вызов для почв России // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2019. № 98. С. 185–202. DOI: [10.19047/0136-1694-2019-98-185-202](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2019-98-185-202).
6. *Иванов А.Л., Столбовой В.С.* Интегральная цифровая платформа: “Почвенные ресурсы сельскохозяйственных угодий РФ” / Отв. редакторы С.А. Шоба, И.Ю. Савин, Е.М. Лаптева // Почвы – стратегический ресурс России: Материалы пленарных докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв. Часть 1. Москва-Сыктывкар: Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2022. С. 105–109.
7. *Крупин Е.О., Шакиров Ш.К., Казеева Н.А.* Тенденции изменения энергетической и протеиновой питательности силоса кукурузного в Республике Татарстан // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 246. № 2. С. 107–111.
8. *Лукманов А.А.* Ресурсный потенциал выщелоченных чернозёмов Среднего Поволжья. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. 266 с.
9. *Миннуллин Г.С., Вафина Л.Т., Сафиоллин Ф.Н.* Химический состав и питательность кормов из многолетних трав в зависимости от фона минерального питания и сроков их уборки // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2011. Т. 6. № 1(19). С. 160–162.
10. *Сафиоллин Ф.Н., Миннуллин Г.С., Хисматуллин М.М., Сочнева С.В.* Фоны минерального питания люцерновых агроценозов и урожайность последующей культуры полевого севооборота – яровой пшеницы ЭКАДА 70 на серых лесных почвах Республики Татарстан // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 29–33.
11. *Сотченко Ю.В., Сотченко В.С., Шайтанов О.В., Хуснуллин М.И.* Промежуточные итоги испытаний перспективных селекционных образцов кукурузы для условий Республики Татарстан, 2012–14 гг. // Нива Татарстана. 2017. № 1–2. С. 33–36.

12. *Таланов И.П., Михайлова М.Ю., Каримова Л.З.* Отзывчивость гибридов кукурузы на внесения расчетных доз минеральных удобрений в условиях Предволжья РТ // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 2(36). С. 123–127.
13. *Хисматуллин М.М.* Агроэнергетическая и экономическая эффективность поверхностного улучшения пойменных лугов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5. № 1(15). С. 120–122.
14. *Хисматуллин М.М., Валиев А.Р., Хисматуллин М.М., Мухаметгалиев Ф.Р., Асадуллин Н.М., Уллах Р.* Противозероэрозийная мелиорация в Республике Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 2(66). С. 47–54.
15. *Хисматуллин М.М., Хисматуллин М.М., Сафиоллин Ф.Н.* Практические приемы частичной замены минеральных удобрений листовой подкормкой многолетних трав на серых лесных почвах Среднего Поволжья // Кормопроизводство. 2019. № 7. С. 12–18.
16. *Чекмарев П.А., Фомин В.Н., Турнин С.Д.* Влияние сорта и удобрений на урожайность кукурузы при возделывании на зерно // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 9. С. 22–24.
17. *Шайтанов О.Л., Тагиров М.Ш., Каримов Х.З.* Итоги экологических испытаний новых гибридов кукурузы в экстремальных условиях 2017 г. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 4(51). С. 96–102.
18. *Шакиров Ш.К., Шайтанов О.В., Хазитов Н.Н.* Кукуруза: технология выращивания, консервирования, хранения, переработки и использования в молочном скотоводстве РТ. Казань: ООО “Центр инновационных технологий”, 2017. 104 с.
19. *Яхин И.Ф., Габитов Р.Х., Хисматуллин М.М., Трофимов Н.В.* Влияние расчетных норм минеральных удобрений на урожайность орошаемой кормовой кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. Т. 1. № 4(4). С. 45–50.
20. *Vafina L.T., Safiollin F.N.* Comparative evaluation of productivity of ryegrass and ryegrass-goatling grass stands affected by different mineral and organomineral nutrition // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Pric. Conf. AgroCON-2019. 2021. ID 012109.

REFERENCES

1. *Agieva G.N., Nizhegorodtseva L.S., Diabankana R.Zh.K., Abramova A.A., Safin R.I., Khismatullin M.M., Priemy povysheniya effektivnosti primeneniya biologicheskikh preparatov v rastenievodstve (Methods for*

increasing the efficiency of the application of biological pesticides in crop management), *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*, 2020, Vol. 15, No. 4(60), pp. 5–9.

2. Vafin F.R., Bikchantaev I.T., Shakirov Sh.K., Balakirev N.A., Effektivnost' primeneniya razlichnykh biologicheskikh preparatov pri silosovanii kukuruzy (Efficiency of application of various biological preparations at corn silage), *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya*, 2018, pp. 77–83.

3. Ivanov A.L., Scientific-technological development of land use on the basis of digital technologies in agriculture, *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 2019, Vol. 89, No. 5, pp. 199–200.

4. Ivanov A.L., Kulintsev V.V., Dridiger V.K., Belobrov V.P., Feasibility of a direct sowing system on the Russian chernozems, *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*, 2021, Vol. 35, No. 4, pp. 8–16.

5. Ivanov A.L., Stolbovoy V.S., The Initiative “4 per 1000” – a new global challenge for the soils of Russia, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2019, Vol. 98, pp. 185–202, DOI: [10.19047/0136-1694-2019-98-185-202](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2019-98-185-202).

6. Ivanov A.L., Stolbovoy V.S., Integral'naya tsifrovaya platforma: “Pochvennye resursy sel'skokhozyaistvennykh ugodii RF” (Integral digital platform: “Soil resources of agricultural lands of the Russian Federation”), In: S.A. Shoba, I.Yu. Savin, E.M. Lapteva (Eds) *Pochvy – strategicheskii resurs Rossii* (Soils are the strategic resource of Russia), Proc. of the VIII Congress of the Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev and School of young scientists on morphology and classification of soils. Part 1. Moscow–Syktyvkar: Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural Branch of RAS, 2022, pp. 105–109.

7. Krupin E.O., Shakirov Sh.K., Kazeeva N.A., Trends of change in energy and protein value of corn silage in the Republic of Tatarstan, *Scientific notes, Kazan Bauman State Academy of veterinary medicine*, 2021, Vol. 246, No. II, pp. 107–111.

8. Lukmanov A.A., *Resource potential of leached chernozem of Middle Volga region*. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021, 266 p.

9. Minnullin G.S., Vafina L.T., Safiollin F.N., Khimicheskii sostav i pitatel'nost' kormov iz mnogoletnikh trav v zavisimosti ot fona mineral'nogo pitaniya i srokov ikh uborki (Chemical composition and nutritiveness of forages from perennial grasses depending on the background of mineral nutrition and the timing of their harvesting), *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*, 2011, Vol. 6, No. 1(19), pp. 160–162.

10. Safiollin F.N., Minnullin G.S., Khismatullin M.M., Sochneva S.V., Fony mineral'nogo pitaniya lyutsernovykh agrotsenzov i urozhainost' posleduyushchei kul'tury polevogo sevoobrota – yarovoi pshenitsy EKADA

70 na serykh lesnykh pochvakh Respubliki Tatarstan (Backgrounds of mineral nutrition of alfalfa agrocenosis and yield of the subsequent crop in field rotation – spring wheat ECADA 70 on gray forest soils of the Republic of Tatarstan), *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2017, No. 2(50), pp. 29–33.

11. Sotchenko Yu.V., Sotchenko V.S., Shaitanov O.V., Khusnullin M.I., Promezhutochnye itogi ispytaniy perspektivnykh selektsionnykh obraztsov kukuruzy dlya uslovii Respubliki Tatarstan, 2012–14 gg. (Intermediate results of tests of promising breeding samples of corn for the conditions of the Republic of Tatarstan, 2012–2014), *Niva Tatarstana*, 2017, No. 1–2, pp. 33–36.

12. Talanov I.P., Mikhailova M.Yu., Karimova L.Z., Otzyvchivost' gibridov kukuruzy na vneseniya raschetnykh doz mineral'nykh udobrenii v usloviyakh Predvolzh'ya RT (Responsiveness of corn hybrids to the introduction of calculated doses of mineral fertilizers under the conditions of Predvolga region of RT), *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*, 2015, Vol. 10, No. 2(36), pp. 123–127.

13. Khismatullin M.M., Agroenergeticheskaya i ekonomicheskaya effektivnost' poverkhnostnogo uluchsheniya poimennykh lugov (Agro-energetic and economic efficiency of surface improvement of floodplain meadows), *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*, 2010, Vol. 5, No. 1(15), pp. 120–122.

14. Khismatullin M.M., Valiev A.R., Khismatullin M.M., Mukhametgaliev F.R., Asadullin N.M., Ullakh R., Protiverozionnaya melioratsiya v Respublike Tatarstan (Erosion control reclamation in the Republic of Tatarstan), *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*, 2022, Vol. 17, No. 2(66), pp. 47–54.

15. Khismatullin M.M., Khismatullin M.M., Safiollin F.N., Partial substitution of mineral fertilizers by foliar preparations for perennial grasses on gray forest soil in the Middle Volga region, *Kormoproizvodstvo*, 2019, No. 7, pp. 12–18.

16. Chekmarev P.A., Fomin V.N., Turnin S.D., Influence of variety and fertilizers on corn productivity at cultivation for grain, *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*, 2017, Vol. 31, No. 9, pp. 22–24.

17. Shaitanov O.L., Tagirov M.Sh., Karimov Kh.Z., Itogi ekologicheskikh ispytaniy novykh gibridov kukuruzy v ekstremal'nykh usloviyakh 2017 g. (Results of ecological tests of new corn hybrids under extreme conditions in 2017), *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*, 2018, Vol. 13, No. 4(51), pp. 96–102.

18. Shakirov Sh.K., Shaitanov O.V., Khazipov N.N., *Kukuruza: tekhnologiya vyrashchivaniya, konservirovaniya, khraneniya, pererabotki i ispol'zovaniya v molochnom skotovodstve RT* (Corn: technology of growing, preserving,

storage, processing and use in dairy cattle breeding in RT), Kazan': OOO "Tsentr innovatsionnykh tekhnologii", 2017, 104 p.

19. Yakhin I.F., Gabitov R.Kh., Khismatullin M.M., Trofimov N.V., Vliyanie raschetnykh norm mineral'nykh udobrenii na urozhainost' oroshaemoi kormovoi kukuruzy na serykh lesnykh pochvakh Respubliki Tatarstan (Effect of calculated rates of mineral fertilizers on the yield of irrigated fodder maize on gray forest soils of the Republic of Tatarstan), *Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie*, 2022, Vol. 1, No. 4(4), pp. 45–50.

20. Vafina L.T., Safiollin F.N., Comparative evaluation of productivity of ryegrass and ryegrass-goatling grass stands affected by different mineral and organomineral nutrition, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Pric. Conf. AgroCON-2019*, 2021, ID 012109.