

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КИТАЯ

ИИ ТАНА, П. В. АРТЕМЕНКО, П. А. САСКЕВИЧ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: 01021871@mail.ru

(Поступила в редакцию 02.04.2026)

Кукуруза – одна из наиболее продуктивных и распространенных культур в мировом земледелии. В глобальном масштабе кукуруза признана универсальным фуражным ресурсом как в свежем виде, так и в форме силоса, она обеспечивает кормовую базу животноводства во многих климатических зонах. Помимо кормового и технического назначения, культура находит широкое применение в пищевой индустрии, биоэнергетике и фармакопее. Среди возделываемых растений она стоит на первом месте по валовым сборам зерна и на втором по посевным площадям, уступая основной хлебной культуре земного шара – пшенице.

Существенное расширение ареала возделывания кукурузы стало возможным благодаря селекционным достижениям в области создания холодоустойчивых гибридов, что создало предпосылки для интенсификации скотоводства в регионах с лимитированным тепловым ресурсом. Стратегия возделывания, выбор генотипа (гибрида) и технологические регламенты детерминированы региональными почвенно-климатическими условиями.

В ходе исследования установлено, что при выращивании перспективных гибридов кукурузы на зерно в условиях северной части Китая возможно получить урожайность зерна от 13,82 до 15,14 т/га, с содержанием сырого протеина в зерне 8,79–10,47 %, сырого жира – 71,41–6,44 % и крахмала – 71,41–76,44 %.

Ключевые слова: гибриды, кукуруза на зерно, урожайность, протеин, жир, крахмал.

Corn is one of the most productive and widespread crops in global agriculture. Globally, corn is recognized as a versatile forage resource, both fresh and as silage, providing feed for livestock in many climatic zones. In addition to its forage and industrial uses, corn is widely used in the food industry, bioenergy, and pharmacopoeia. Among cultivated plants, it ranks first in gross grain yield and second in sown area, behind the world's main grain crop – wheat.

A significant expansion of corn cultivation was made possible by advances in breeding cold-resistant hybrids, paving the way for intensified livestock farming in regions with limited heat resources. Cultivation strategy, genotype (hybrid) selection, and production procedures are determined by regional soil and climate conditions.

The study found that when growing promising grain corn hybrids in northern China, it is possible to achieve grain yields of 13.82 to 15.14 t/ha, with crude protein content of 8.79–10.47 %, crude fat of 71.41–6.44 %, and starch of 71.41–76.44 %.

Key words: hybrids, grain corn, yield, protein, fat, starch.

Введение

Из общего производства зерна кукурузы на долю Америки приходится 45,7 %. Более 2/3 американского зерна производят США, получающие самый высокий сбор зерна в мире – 5,3–7,5 т/га [1, 2, 8].

В структуре мирового агропроизводства кукуруза удерживает лидерство по показателям урожайности, валового сбора и площади сева. На данный момент культура обеспечивает более 30 % мирового объема производства зерна, занимая около 140 млн га, что эквивалентно 20 % всех мировых площадей под зерновыми культурами [1, 5, 6]. Глобальный рынок кукурузы сохраняет высокую инвестиционную привлекательность и динамику, даже в условиях рекордных объемов производства. Ключевыми субъектами в международной торговле зерном кукурузы остаются США, Аргентина, Китай и Франция. Она также является одной из главных зерновых культур в Бразилии, Мексике, Аргентине, Колумбии, Венесуэле, Парагвае, Перу, Гватемале, Гондурасе. В большинстве этих стран урожайность зерна невысокая – 1,2–2 т/га [1, 3].

В Азии кукуруза занимает 38,6 млн. га, что при средней урожайности 2,8 т/га обеспечивает годовое производство 107,2 млн. т, или 26,4 % мирового сбора. Здесь главное производство зерна сосредоточено в Китае (63,8 %). Кукуруза занимает позицию одной из фундаментальных агрокультур в системе современного мирового земледелия. Она характеризуется мультифункциональным профилем использования и выдающимся продуктивным потенциалом. Анализ глобального распределения урожая зерна показывает, что приблизительно 20 % направляется на продовольственные нужды, 15–20 % – на техническую переработку, тогда как до двух третей общего объема ассимилируется в кормовой индустрии.

Высокую потенциальную продуктивность кукурузы, а также её эффективность в усвоении нутриентов из почвенного субстрата и выраженную отзывчивость на агрохимическую интенсификацию, особенно на почвах с оптимальными гидрологическими и аэрационными характеристиками, стимулировали интенсивные селекционные и генетические исследования. Результатом данной деятельности стала разработка высокопродуктивных гибридных форм и адаптивных сортов с укороченным ве-

гетационным периодом. Следует отметить, что кукуруза является сильно одомашненным видом, демонстрирующим полную антропогенную зависимость для репродукции и дисперсии. Дисперсия семян кукурузы исключительно антропохорна, что обусловлено морфологическими особенностями початка и прочностью стебля, препятствующими естественному осыпанию зерна и обламыванию колосовидных соцветий [1, 7, 8].

Во многих регионах мира кукуруза является основной кормовой культурой, из которой заготавливается корм с высокой концентрацией энергии. По содержанию энергии зерно кукурузы превосходит прочие злаковые культуры. В 100 г зерна кукурузы содержится 1,382 МДж обменной энергии, тогда как в зерне пшеницы – 1,236 МДж, ячменя – 1,119, овса – 1,080 МДж. Калорийность зерна кукурузы выше, чем зерна других зерновых. В 100 г кукурузного зерна содержится 330 ккал, пшеничного – 295, ячменного – 267, овсяного – 257 ккал. Один килограмм его приравнивается к 1,34 к. ед., тогда как 1 кг ячменя содержит 1,26, ржи – 1,18, овса – 1,0 к. ед. Кукурузное зерно – превосходный источник энергии, богато оно и витаминами группы В, но бедно протеином (9–11 %) [2, 6, 7].

Кукуруза выступает в качестве важнейшего сырьевого субстрата для биохимической промышленности, в частности для экстракции крахмала, декстринов и этилового спирта. Крахмалопаточная индустрия является одним из приоритетных векторов переработки данной культуры. Кукурузный крахмал характеризуется специфическими физико-химическими параметрами, такими как высокая гигроскопичность, выраженная способность к гидратации (набуханию) и высокие адгезивные свойства при формировании пленок. В процессе глубокой переработки зерна генерируются ценные продукты – кукурузный глютен и отруби, которые эффективно используются в зоотехнии как высокопитательные компоненты рационов [1, 6, 8].

Современные научно-исследовательские программы в таких странах, как Израиль, Индия, Германия, Нидерланды и Япония, сфокусированы на адаптации культуры к специфическим эдафическим и климатическим стрессорам. Особое значение имеют инновационные разработки американских селекционеров по созданию гибридов с оптимизированным нутриентным профилем. Новые формы характеризуются повышенным содержанием белка и сбалансированным аминокислотным составом (увеличение концентрации незаменимых аминокислот на 50 % по сравнению с традиционными аналогами), что имеет стратегическое значение для преодоления белкового дефицита в регионах, где кукуруза является основным продуктом питания.

В последние годы наметилась тенденция изменения гидротермического режима вегетационных периодов роста и развития растений, который характеризуется отсутствием значимых девиаций от среднесуточных значений. Сложившиеся температурные условия и уровень атмосферного увлажнения являются оптимальными для реализации биологического потенциала продуктивности гибридов кукурузы и формирования устойчивых агрофитоценозов.

Следовательно, цель наших исследований – посредством изучения различных перспективных гибридов кукурузы установить вегетационный период растений, урожайность и качественные показатели зерна, определить полевые агрономические признаки у различных гибридов, выращиваемых в условиях севера Китая.

Основная часть

Исследования проводились в 2024–2025 годах в условиях «Экспериментальное поле кукурузы в Китайском сельскохозяйственном выставочном парке Эйлечуань, который расположен в городе Баотоу, Внутренняя Монголия, и построен совместно Сельскохозяйственным университетом Внутренней Монголии и муниципальным народным правительством Баотоу» и на кафедре защиты растений учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Определение показателей качества зерна были проведены на базе экспресс-анализатора INFRANEO-960, экспресс-анализатора «ИНФРАСКАН-М, МОД 420».

Кукуруза обладает высокой продуктивностью, которая обусловлена фотосинтетическим потенциалом, большой площадью листьев и высокой плотностью сети из них.

Перспективные гибриды кукурузы имеют важную роль в повышении урожайности зерна и характеризуют качество продукции выращиваемой кукурузы, энергетическую и кормовую ценность.

В наших исследованиях представлены следующие типы гибридов кукурузы: компактный (гибриды – Хундо 701, ФТ909, JK9681), полупактный (гибриды – Немецкий сингл 1403, Цзинке 986, Гексин 9, ТК601, Цзинке 968). Изучаемые гибриды демонстрируют схожие сроки развития и высоту растений, что говорит об их однородности и стабильности в биологических характеристиках (табл. 1). Исследуемые гибриды показали стабильно высокий потенциал зерновой продуктивности,

обладали комплексом адаптивных признаков (засухоустойчивость, холодостойкость, устойчивость к болезням и вредителям), достоверно превышали стандартные гибриды по урожайности зерна.

Таблица 1. Полевые агрономические признаки гибридов кукурузы

Название гибрида	Высота растения, см	Высота прикрепления початков, см	Длина початков, см	Толщина початков, см	Длина рядов в початке, см	Количество рядов в початке, шт	Масса 1000 зерен, г
Хунбо 701	354.6	149.8	24.2	5.5	18.0	37.4	387,3
Немецкий сингл 1403	348.8	151.2	23.4	5.5	18.4	38.4	356,0
ФТ909	352.2	158.8	24.2	5.6	17.6	40.8	373,1
Цинке986	332.4	141.8	21.8	5.5	15.6	40.0	359,1
Гексин 9	323.0	138.4	19.7	5.4	15.6	37.6	379,8
ТК601	315.0	131.6	20.0	5.0	16.0	38.8	355,3
ЖК9681	337.0	137.8	21.9	5.2	16.4	40.2	352,8
Цинке 968 (контрольный образец)	329.0	138.4	19.8	5.6	16.2	42.9	363,0

В зависимости от биологических особенностей гибрида высота растений колеблется в значительных пределах от 313,0 до 354,6 см. Интенсивность роста и конечная высота растений – величины не постоянны и существенно изменяются от условий выращивания. Менее резко выраженное изменение высоты растений и других показателей роста и развития растений того или иного гибрида может рассматриваться как его более высокая устойчивость к неблагоприятным условиям среды и применения средств химизации, и в первую очередь к засухе. Толщина початков в зависимости от изучаемых гибридов колебалась от 5,0 до 5,6 см, а длина рядов в початке 15,6–18,4 см. Масса 1000 зерен в зависимости от изучаемого гибрида колебалась от 352,8 до 387,3 грамм. Самую высокую массу 1000 зерен имеет гибрид Хунбо 701 – 387,3 г. Установлено, что коэффициент корреляции высоты растений к высоте прикрепления початков равен $r = 0,9026$. Это доказывает наличие прямой связи между показателями. Величина коэффициента корреляции показывает, что связь очень тесная.

Анализ исследуемых гибридов показывает, что все исследуемые гибриды кукурузы имеют урожайность выше, чем у контрольного гибрида Цинке 968 и в зависимости от варианта опыта средняя урожайность зерна за два года исследований колебалась от 13,94 до 15,14 ц/га (табл. 2).

Следует отметить, что сравнительно наиболее высокая урожайность зерна по сравнению с гибридом Цинке 968 является гибрид Хунбо 701, где средняя урожайность зерна за 2 года исследований составляет 15,14 т/га, достоверное увеличение урожайности зерна в этом варианте в сравнении с контролем составляет 1,32 т/га. Наименьшим показателем по урожайности зерна в сравнении с контрольным образцом обладает гибрид ЖК 9681, что на 0,12 т/га больше к контрольному образцу. В зависимости от исследуемого гибрида прибавка урожайности зерна к контрольному образцу составляла 0,12–1,32 т/га и соответственно 0,87–9,55 %.

Таблица 2. Урожайность зерна перспективных гибридов кукурузы

п/п	Гибрид	Урожайность зерна, т/га		Средняя урожайность зерна за 2 года, т/га	Прибавка к эталону	
		2024 г.	2025 г.		т/га	%
1.	Цинке 968 (контрольный образец)	13,75	13,89	13,82	–	–
2.	Хунбо 701	15,10	15,18	15,14	1,32	9,55
3.	Немецкий сингл 1403	14,75	14,85	14,80	0,98	7,09
4.	ФТ 909	13,91	13,98	13,95	0,13	0,94
5.	Цинке 986	13,94	14,02	13,98	0,16	1,16
6.	Гексин 9	14,02	14,10	14,06	0,24	1,74
7.	ТК 601	14,25	14,35	14,30	0,48	3,47
8.	ЖК 9681	13,90	13,98	13,94	0,12	0,87
НСР ₀₅		–	–	0,64	–	–

Не менее важным фактором в исследовании продуктивности кукурузы является качество зерна, которое влияет на его ценность для использования в пищевой и перерабатывающей промышленности и при приготовлении качественного корма для животных. Важными показателями качества зерна являются содержание сырого протеина, сырого жира и крахмала в зерне.

Уровень сырого протеина, показатель, который влияет на качество муки и других продуктов из зерна, определяли методом Кьельдаля. Чем выше содержание протеина, тем выше пищевая и технологическая ценность зерна.

Крахмал является составной частью зерна и одним из основных компонентов эндосперма кукурузы, его содержание и свойства существенно влияют на переработку и качество продукции, и используется в производстве пищевых и непищевых продуктов. Состав и содержание крахмала во многом определяет качество муки в хлебопечении. Генотип и условия среды влияют на количество и качественный состав крахмала и на соотношение различных типов крахмальных гранул в эндосперме кукурузы. Использование кукурузного крахмала достаточно популярно. Например, применяют в качестве пищевой добавки для загущения различных продуктов, а также добавляют в кулинарные и

кондитерские изделия для уплотнения массы. Добавление крахмала делает кулинарные изделия мягкими и нежными. Научно доказано, что крахмал активизирует синтез рибофлавина, который играет ведущую роль в нормализации обмена веществ и правильного пищеварения [4, 5, 7].

Физиологические процессы, происходящие во время вегетации, оказывают большое влияние на кормовые качества. Когда заканчивается массовый рост растений, продукты ассимиляции накапливаются в стебле. Уже в конце цветения стебель на 40 % состоит из сахаров. Эти запасные вещества поступают в початки с началом образования зерен и составляют в них до 50 % сухого вещества.

Кукуруза со средней долей початков в массе растений к концу восковой спелости содержит примерно 28 % крахмала и 10 % сахара. Зерно кукурузы состоит из высокопереваримых веществ, особенно крахмала. В связи с этим оно имеет довольно высокую концентрацию энергии, примерно 9,6 МДЖ/кг сухого вещества. Содержание крахмала возрастает в начале полной спелости, но при этом уменьшается содержание сахара и сырого протеина. Количество клетчатки снижается в стадии восковой спелости и незначительно в начале полной спелости [4, 5, 6].

Качественные показатели зерна гибридов кукурузы, выращиваемых в условиях Китайского сельскохозяйственного выставочного парка Эйлечуань, по содержанию сырого протеина, сырого жира и крахмала представлены в табл. 3. Данные таблицы показывают, что содержание исследуемых показателей в зерне варьировало в следующих пределах: сырого протеина – 8,79–10,53 %; сырого жира 3,15–4,06 %; крахмала 71,41–76,44 %.

Таблица 3. Качественные показатели зерна гибридов кукурузы, возделываемых в условиях Китайского сельскохозяйственного выставочного парка Эйлечуань

п/п	Гибрид	Содержание в зерне, %			Сбор с гектара, т/га		
		сырой протеин	сырой жир	крахмал	сырой протеин	сырой жир	крахмал
1.	Хунбо 701	8.79	3.56	75.42	1.33	0.54	11.42
2.	Немецкий сингл 1403	9.38	3.56	74.08	1.39	0.53	10.96
3.	ФТ909	9.09	3.92	73.91	1.27	0.55	10.31
4.	Цзинке986	10.47	3.43	76.44	1.46	0.48	10.69
5.	Гексин 9	9.16	4.06	74.75	1.29	0.57	10.51
6.	ТК601	10.41	4.06	72.33	1.49	0.58	10.34
7.	ЖК9681	10.53	3.15	74.53	1.47	0.44	10.39
8.	Цзинке 968 (контрольный образец)	10.37	3.15	71.41	1.43	0.44	9.87

Изучаемые гибриды позволяют формировать 1,27–1,49 т/га сырого протеина, сырого жира 0,44–0,58 т/га. Величина содержания крахмала в зерне находится в диапазоне 9,87–11,42 т/га. Наибольший сбор с гектара сырого протеина был получен у гибрида ТК601 и составил 1,49 т/га, а наименьший у гибрида ФТ909 – 1,27 т/га.

Заключение

Результаты проведенных исследований в условиях «Экспериментальное поле кукурузы» в Китайском сельскохозяйственном выставочном парке Эйлечуань, который расположен в городе Баотоу, Внутренняя Монголия, показывают высокую хозяйственную эффективность выращивания кукурузы на зерно в условиях севера Китая.

Внедрение в сельскохозяйственное производство перспективных гибридов и научно обоснованной технологии выращивания культуры позволяет получать достаточно высокую урожайность зерна (13,89–15,18 т/га), с высоким содержанием сырого протеина (8,79–10,53 %), сырого жира (3,15–4,06 %) и содержания крахмала в зерне в пределах 71,41–76,44 %.

Выбор оптимального гибрида зависит от приоритетных целей производства – повышения питательности или энергетической, кормовой ценности зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пугач, А. А. Технологии производства продукции растениеводства. Растениеводство: учебно-методическое пособие / А. А. Пугач, В. Г. Тарануха. – Горки: БГСХА, 2021. – 83 с.
2. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
3. Диагностика проблемы выращивания кукурузы / сост. Ж. Молинес. – Минск: Полиграфт, 2020. – 160 с.
4. Артохин, К. С. Защита кукурузы от вредителей, болезней и сорняков. Определитель, справочное и методическое пособие / К. С. Артохин, В. Г. Иващенко, П. К. Игнатова. – Ростов н/Д.: Foundation, 2023. – 452 с.
5. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.
6. Володькин, Д. Н. Влияние различных факторов на продуктивность отличающихся по скороспелости гибридов кукурузы при возделывании в центральной зоне Беларуси / Д. Н. Володькин, Н. С. Степаненко, А. Н. Зелень // Вестник Барановичского государственного университета. – 2024. – №2. – С. 92–102. – URL: <http://publish.barsu.by/index.php/vestnik-sn/article/view/848> (дата доступа: 02.03.2026).
7. Шундалов, Б. Возделывание кукурузы на зерно: состояние отрасли, производительность труда, результативность работы / Б. Шундалов // Аграрная экономика. – 2022. – № 7. – С. 79–89. – URL: <https://doi.org/10.29235/1818-9806-2022-7-79-89> (дата доступа: 02.03.2026).
8. Богданов, А. З. Структура урожая гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений, сроков сева и уборки на силос / А. З. Богданов // Земледелие и растениеводство. – 2022. – №2. – С. 13–17. – URL: <https://crop.belal.by/jour/article/view/598/606> (дата обращения 02.03.2026).