

Научная статья
УДК 636.085.522.55
DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-69-76

УРОЖАЙНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ РАЗНЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПРИ УБОРКЕ НА СИЛОС В ФАЗУ МОЛОЧНО-ВОСКОВОЙ СПЕЛОСТИ

Виноградов Иван Сергеевич^{1✉}, Лазарев Николай Николаевич²

^{1,2}Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

¹ivan.vinogradov@kws.com✉

²lazarevnick2012@ gmail.com

Аннотация. В полевых опытах, проведённых в 2021-2023 гг. на опытной станции ООО «КВС РУС» в Липецкой области, была проведена оценка урожайности и питательности 22 новых гибридов силосной кукурузы. По годам урожайность зеленой массы кукурузы при уборке в молочно-восковую фазу спелости варьировалась от 11,9 до 23,6 т/га сухого вещества. Основное внимание было уделено содержанию и переваримости нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) как ключевого показателя потребления и переваримости корма. Содержание НДК по гибридам находилось в диапазоне 36,4-43,9%, что соответствует молочно-восковой фазе спелости кукурузы, однако переваримость НДК довольно сильно колебалась в зависимости от гибрида, так например гибрид M 250 F показал самую низкую переваримость НДК 61,7 % при содержании НДК 40,0%, напротив, гибрид KWS Lionel имел самую высокую переваримость НДК 72,1 % при содержании НДК в сухом веществе 38,2%. Все гибриды, кроме KWS Kanyons, Rosoma и 2213, накапливали от 30,4 до 35,8% крахмала, что соответствует нормам кормления высокопродуктивных молочных коров. Концентрация чистой энергии лактации (ЧЭЛ) только в двух гибридах была ниже 6,5 МДЖ/кг, а её максимальное количество – 7,03 МДЖ/кг СВ содержал гибрид KWS Odorico.

Ключевые слова: кукуруза, гибриды, НДК, переваримость, питательность, силос

Для цитирования: Виноградов И.В., Лазарев Н.Н. Урожайность и питательность разных гибридов кукурузы при уборке на силос в фазу молочно-восковой спелости // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С. 69-76. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-69-76>.

Original article

YIELD AND NUTRITIONALITY OF DIFFERENT CORN HYBRIDS WHEN HARVESTED FOR SILAGE IN THE PHASE OF MILKY-WAX RIPENESS

Ivan S. Vinogradov^{1✉}, Nikolay N. Lazarev²

^{1,2}Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia

¹ivan.vinogradov@kws.com✉

²lazarevnick2012@ gmail.com

Abstract. In field experiments conducted in 2021-2023 at the experimental station of KVS RUS in the Lipetsk region, the yield and nutritional value of 22 new silage corn hybrids were assessed. Over the years, the yield of corn green mass when harvested in the milky-wax phase of ripeness varied from 11,9 to 23,6 t/ha of dry matter. The focus was on neutral detergent fiber (NDF) content and digestibility as a key indicator of feed intake and digestibility. The NDF content of the hybrids was in the range of 36.4-43.9%, which corresponds to the milky-waxy phase of corn ripeness, however, the digestibility of NDF varied quite strongly depending on the hybrid, for example, the hybrid M 250 F showed the lowest digestibility of NDC 61.7 % with an NDF content of 40.0%, on the contrary, the KWS Lionel hybrid had the highest NDF digestibility of 72.1% with an NDF content in dry matter of 38.2%. All hybrids, except KWS Kanyons, Rosoma and 2213,

accumulated from 30.4 to 35.8% starch, which corresponds to the feeding standards for highly productive dairy cows. The concentration of net energy of lactation (NEL) in only two hybrids was below 6,5 MJ/kg, and its maximum amount – 7,03 MJ/kg DM contained the KWS Odorico hybrid.

Keywords: corn, hybrids, NDC, digestibility, nutritional value, silage

For citation: Vinogradov I.S., Lazarev N.N. Yield and nutritionality of different corn hybrids when harvested for silage in the phase of milky-wax ripeness. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 1(31), pp. 69-76. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-69-76>.

Введение

Составление рационов кормления для крупного рогатого скота не простая задача. Зоотехнику требуется грамотно сбалансировать более двадцати показателей питательности, при этом необходимо опираться не только на нормы кормления, но и учитывать породу и физиологическое состояние животных.

Современная теория кормления не стоит на месте и к уже давно известным показателям добавляются новые, а процесс нормирования рационов усложняется.

Задачей агрономов в этих условиях является обеспечение кормовой базы для того, чтобы удовлетворить все пищевые потребности животных разных пород во всех физиологических группах. Однако зачастую агрономическая служба уделяет большее внимание не вопросам, связанным с качественными характеристиками кормов собственного производства, а количественным показателям.

Безусловно, урожайность – это один из важнейших показателей успеха работы в поле, но не стоит забывать о том, что корма должны не просто быть в достаточном количестве, но ещё и хорошо поедаться, иметь высокую переваримость и в итоге приносить максимальный экономический эффект предприятию. Поэтому требуется менять подход к оценке кормовых культур.

Схема химического анализа кормов, разработанная в 1860 г. Вильгельмом Геннебергом в Веенде (Голландия), применяется в нашей стране почти без изменений и по настоящее время. В последнее десятилетие на смену Веендевской модели приходит схема зоотехнического анализа, принятая в настоящее время во многих странах. Детергентная парадигма Ван Соеста позволила отказаться от сырых («неочищенных») питательных веществ и перейти к оценке качества кормов по содержанию неструктурных (сахара, крахмал и пр.) и структурных углеводов (переваримые и труднопереваримые фракции гемицеллюлозы и целлюлозы), а также по практически непереваримому полимеру лигнину [7].

Содержание структурных углеводов в рационах животных определяется показателями нейтрально-детергентной (НДК) и кислотно-детергентной (КДК) клетчаток. От потребления и степени переваривания структурных углеводов во многом зависит энергообеспеченность организма коров [5,8,9].

Для поддержания нормальной двигательной активности рубца и содержания жира в молоке необходимо, чтобы грубые корма содержали оптимальное количество клетчатки [12]. В сухом веществе (СВ) рационов для высокопродуктивных молочных коров должно содержаться от 25% до 28% НДК, 75% которой должно быть представлено грубыми источниками корма [10].

Уровень структурных углеводов в кормах и рационах оказывает существенное влияние на потребление сухого вещества жвачными животными. Так, снижение НДК в кормах до оптимального уровня обеспечивает повышение потребления СВ рациона жвачными животными. В то же время чем выше уровень КДК, тем ниже переваримость НДК и потребление СВ корма животными [6].

Наиболее важными показателями переваримости корма, которые необходимо оценивать, является количество НДК и степень её переваримости. На данный момент лаборатории могут ответить не только на вопрос общей переваримости НДК, но и смоделировать скорость её переваримости по времени.

Фаза вегетации растений оказывает существенное влияние на химический состав и питательность корма. В растениях в начальную фазу вегетации, по сравнению с более поздней, всегда содержится больше воды, протеина, безазотистых экстрактивных веществ и меньше клетчатки, сухое вещество такого корма лучше переваривается. В настоящее время в справочниках и нормативных документах не всегда представлены требования к кормам по содержанию фракционного состава сырой клетчатки (НДК, КДК) [2,3].

НДК в растениях накапливается в течение всей вегетации растения, при этом чем старше растение, тем ниже переваримость НДК. Управлять данным параметром при заготовке кормов достаточно сложно. Можно увеличивать высоту среза растений, что приведёт к повышению переваримости зелёной массы, но снизит урожайность. Наиболее оптимальным способом является подбор сортов и гибридов, которые на генетическом уровне имеют лучшие показатели по содержанию и переваримости НДК.

Цель исследований состояла в оценке урожайности и качественных показателей зелёной массы новых гибридов кукурузы, а также в уточнении данных для совершенствования балльной системы оценки гибридов кукурузы, возделываемых на силос [1].

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2021-2023 гг. на опытных полях станции ООО «КВС РУС» в Лебедянском районе Липецкой области. В 2021-2022 гг. объектом исследований являлись 3 гибрида кукурузы (табл. 1) и в 2023 г. – 22 гибрида с ФАО 150–250.

Почва опытного участка – выщелоченный чернозём. В пахотном слое почвы содержалось гумуса 6,1%, подвижного фосфора – 97 мг/кг, обменного калия – 112 мг/кг, рН_{KCl} – 5,4. Под предпосевную культивацию в 2021-2022 гг. внесли аммиачную селитру в дозе N₆₈ и в 2023 г. – в дозе N₁₀₂. При посеве применяли комплексное удобрение N₁₅P₁₅K₁₅. Предшественником кукурузы в севообороте была яровая пшеница. По всходам применялся универсальный послевсходовый гербицид для контроля полного спектра сорных растений «МайсТер Пауэр» с нормой расхода 1,5 л/га.

Опыты заложены методом полной рандомизации. Общая площадь делянки – 28 м², учётная – 9,5 м², повторность трёхкратная, размещение делянок рандомизированное. Густота растений к уборке составила 75 тыс. шт. на 1 га.

Уборку проводили в фазу молочно-восковой спелости, высота среза составляла 30 см. В период вегетации проводились фенологические наблюдения, учёты и измерения в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой. Определение содержания сухого вещества (СВ) в зелёной массе проводили в соответствии с ГОСТ 31640-2012, отбор проб – по ГОСТ ISO 6497-2014. Урожайность зелёной массы установлена путём взвешивания. Определение показателей качества корма, таких как содержание НДК, переваримость НДК, содержание крахмала, переваримость органического вещества, проводилось в лаборатории Nova Lab в соответствии с ГОСТ Р 57543-2017.

В 2021 и 2022 гг. в августе при недостатке атмосферных осадков и высоких температурах воздуха растения испытывали дефицит влаги. Сентябрь, наоборот, был влажным и прохладным. Начало вегетации 2023 г. и её конец оказались достаточно засушливыми. Температура была несколько ниже средних многолетних значений, за исключением тёплого сентября. Самым жарким и засушливым оказался июль. Температура поднималась до отметки в 36⁰С в дневное время, при этом количество июльских осадков в два раза превысило норму для данного региона.

Результаты исследований и их обсуждение

Одним из важных путей увеличения эффективности использования питательных веществ кормов является повышение его переваримости, что может быть достигнуто только при достаточных знаниях обо всех физиологических и биохимических процессах переваривания кормов, о связи этих процессов с составом рациона и физиологическим

состоянием животного. В системе полноценного кормления сельскохозяйственных животных большое значение имеет обеспеченность их грубыми кормами. Степень переваривания клетчатки жвачными зависит от ряда факторов, в том числе количественных и качественных характеристик рациона, физиологического состояния животных и т. д. [4].

Основой любого рациона для крупного рогатого скота являются объёмистые корма, в частности, силос из кукурузы, поэтому на агрономах лежит основной груз ответственности за эффективное и рациональное кормление скота. Одним из немногих факторов в рационах КРС является то, что агроном может ими управлять, правильно оценив и подобрав гибрид для выращивания.

Кукуруза является одной из самых урожайных культур как по выходу зеленой массы, так и по сбору сухого вещества. Сравнение трех гибридов показывает, что урожайность сухой массы силосной кукурузы в 2021-2022 гг. варьировалась от 11,9 до 12,5 т/га, и различия между ними были незначительными (табл. 1). При более благоприятных условиях увлажнения в вегетационный период 2023 г. урожайность возросла в 1,5-1,7 раза и достигла 18,0-21,4 т/га. Гибрид KWS Agro Janus достоверно уступал по сбору сухой массы гибридам KWS Odorico и KWS Lionel.

Таблица 1. Урожайность гибридов кукурузы в 2021-2023 гг., т/га сухого вещества

Гибрид	2021 г.	2022 г.	2023 г.	В среднем
KWS AGRO JANUS	11,9	12,1	18,0	14,0
KWS ODORICO	12,5	12,2	21,4	15,4
KWS LIONEL	12,4	12,4	21,1	15,3
HCP ₀₅	F _φ <F ₀₅	0,4	3,0	

Урожайность 22 гибридов в условиях 2023 года варьировалась от 13,2 до 23,6 т/га сухой массы и зеленой массы – от 53,2 до 68,5 т/га (табл. 2). Одними из наиболее продуктивных были гибриды KWS Марсороло (23,5 т/га), KWS Curacao (21,3 т/га), KWS Lionel (21,1 т/га) с низким ФАО, соответственно 150, 180 и 180. Наименьшую продуктивность обеспечивали гибриды Rosoma (13,2 т/га) и KWS Kanyons (16,4 т/га). Гибриды различаются по экологическим и биологическим свойствам. Так, гибрид KWS Kanyons относится к зубовидному типу, поэтому его необходимо высевать в хорошо прогретую почву. В условиях 2023 г. в мае и июне температура воздуха была ниже среднегодовой, что отрицательно сказалось на росте и развитии растений.

Ценность кукурузного силоса для молочных коров в значительной степени определяется количеством крахмала, которого должно содержаться не менее 30% от сухого вещества [11]. Существенная часть крахмала кукурузы не расщепляется в рубце, а усваивается в тонком кишечнике, что положительно сказывается на молочной продуктивности коров. Все гибриды, кроме KWS Kanyons, Rosoma и 2213, накапливали от 30,4 до 35,8% крахмала, а выход крахмала с урожаем составлял 5,44-7,14 т/га (табл. 3). Силосуемая масса характеризовалась высокой энергетической питательностью. Концентрация чистой энергии лактации (ЧЭЛ) только в двух гибридах была ниже 6,5 МДЖ/кг, а её максимальное количество – 7,03 МДЖ/кг СВ содержал гибрид KWS Odorico.

Содержание НДК по гибридам находилось в диапазоне 36,4-43,9%, что соответствует молочно-восковой фазе спелости гибридов кукурузы, однако переваримость НДК довольно сильно колебалась в зависимости от гибрида, так, например, гибрид M 250 F показал самую низкую переваримость НДК 61,7 % при содержании НДК 40,0 % в сухом веществе, напротив гибрид KWS Lionel имел самую высокую переваримость НДК 72,1 % при содержании НДК 38,2%. Можно сделать вывод, что переваримость НДК зелёной массы не напрямую зависит от содержания в ней НДК и предположительно является свойством самого гибрида. Содержание сухого вещества в кукурузном силосе должно быть 30-37% [11]. В зеленой массе 20 гибридов кукурузы содержалось от 30,7 до 35,9% сухого вещества.

Таблица 2. Урожайность силосной массы кукурузы и выход крахмала в фазу молочно-восковой спелости в 2023 г., т/га

№	Гибрид	Зеленая масса	Сухая масса	Выход крахмала
1	KWS DENERIO	60,1	20,9	6,40
2	KWS SEDUKTO	66,5	21,3	6,71
3	KWS CARPACCIO	66,4	23,4	7,07
4	KWS EINBEKKO	59,2	20,3	6,13
5	KWS NEVO	56,8	19,5	6,07
6	KWS KOMPETENS	57,3	18,7	5,85
7	KWS LIONEL	61,9	21,1	6,53
8	KWS MARCOPOLO	65,4	23,5	7,06
9	KWS AGRO JANUS	54,8	18,0	5,61
10	KWS CURACAO	64,7	21,3	6,72
11	KWS EDITIO	63,3	20,8	6,56
12	KWS ODORICO	61,1	21,4	6,41
13	KWS KANYONS	54,9	16,4	5,16
14	KWS ESPRESSIVO	66,2	22,9	7,04
15	2049	62,9	19,7	6,30
16	2213	63,9	19,6	6,30
17	2233	68,5	23,6	7,14
18	2244	59,4	19,3	6,00
19	2342	63,7	21,0	5,44
20	LG EMI	62,0	20,7	6,48
21	ROSOMA	53,2	13,2	4,46
22	M 250F	61,0	20,0	6,21
HCP ₀₅		8,6	2,8	-

Если сопоставить содержание НДК и содержание крахмала, то можно сделать вывод, что наблюдается обратно пропорциональная зависимость при росте содержания крахмала, в большинстве случаев уменьшается содержание НДК в зелёной массе, при этом низкие показатели по содержанию крахмала соответствуют высокой переваримости НДК, но низкой переваримости органического вещества, как в случае с гибридом Rosoma.

Таблица 3. Качественные показатели зелёной массы кукурузы в фазу молочно-восковой спелости в 2023 г.

№	Гибрид	СВ, %	ЧЭЛ, МДж/кг СВ	Переваримость ОВ, %	Крахмал, % СВ	НДК, % СВ	Переваримость НДК, %
1	KWS DENERIO	34,7	6,81	71,1	34,6	39,9	67,5
2	KWS SEDUKTO	32,0	6,82	71,5	32,9	39,5	69,1
3	KWS CARPACCIO	35,2	6,98	72,8	35,8	36,4	65,1
4	KWS EINBEKKO	34,3	6,78	70,5	34,8	39,1	65,1
5	KWS NEVO	34,3	6,97	72,6	33,3	38,0	64,0
6	KWS KOMPETENS	32,6	6,88	71,9	31,7	39,5	67,8
7	KWS LIONEL	34,1	6,89	71,7	32,5	38,2	72,1
8	KWS MARCOPOLO	35,9	6,86	72,1	34,8	39,2	70,1
9	KWS AGRO JANUS	32,9	6,88	72,0	32,2	38,8	65,6
10	2244	32,5	6,73	71,1	32,7	39,6	68,7
11	KWS CURACAO	32,9	6,90	71,8	31,8	39,8	67,3
12	2233	34,4	6,81	71,6	35,5	37,7	69,6
13	2213	30,7	6,69	70,5	29,9	40,9	64,4
14	KWS EDITIO	32,8	6,83	72,4	32,8	38,8	66,6
15	LG EMI	33,4	6,80	71,7	32,6	39,0	65,4
16	KWS ODORICO	35,0	7,03	73,2	35,2	36,4	67,1
17	KWS KANYONS	29,9	6,63	68,7	29,6	41,3	67,1
18	ROSOMA	24,8	6,45	68,0	24,3	43,9	70,1
19	M 250F	32,7	6,74	70,8	31,3	40,0	61,7
20	2049	31,4	6,39	70,2	30,4	41,6	65,9
21	KWS ESPRESSIVO	34,7	6,83	72,2	34,1	37,5	64,6
22	2342	33,1	6,83	71,8	32,0	39,9	66,2

Выводы

1. В условиях повышения продуктивности крупного рогатого скота существует серьёзная необходимость совершенствования селекционной работы по созданию гибридов кукурузы с высокой переваримостью НДК. Снижение содержания НДК в зелёной массе приводит к повышению переваримости органического вещества корма, однако может являться серьёзной проблемой с точки зрения нарушения рубцового пищеварения.

2. Расстройства пищеварения у крупного рогатого скота могут происходить из-за низкого содержания НДК и завышенного содержания крахмала, поэтому новые силосные гибриды кукурузы должны обладать хорошим соотношением НДК и крахмала, при этом иметь высокую урожайностью сухого вещества в молочно-восковую фазу спелости. В свою очередь агрономической службе предприятия необходимо отдавать предпочтение наиболее сбалансированным по питательным характеристикам гибридам.

Список источников

1. Виноградов И.С., Лазарев Н.Н. Комплексная оценка гибридов кукурузы для производства силоса // Кормопроизводство. 2023. № 1. С. 26-30.
2. Курепин А.А. Использование современных методов оценки качества силоса кукурузного с учётом содержания нейтрально-и кислотно-детергентной клетчатки // Зоотехническая наука Беларуси. 2020. Т. 55. № 2. С. 21-29.
3. Курепин А.А. Содержание структурных углеводов в зеленой массе растений в зависимости от фазы вегетации // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2021. № 24-1. С. 198-206.
4. Курилов Н.В. и др. Физиология и биохимия пищеварения жвачных. Москва: Колос, 1971. 431 с.
5. Муратова Н.С., Танифа В.В., Муратов В.И. и др. Влияние разного уровня НДК, КДК в рационах на молочную продуктивность коров. Вестник АПК Верхневолжья. 2014. №2 (26). С. 39-43.
6. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие // под ред. А.П. Калашникова, Н.И. Клейменова. Москва: Агропромиздат, 1985. 352 с.
7. Попов В.В. Переосмысление парадигмы оценки качества кормов // Адаптивное кормопроизводство. 2020. № 1. С. 79-90.
8. Сизова Ю.В. Влияние разного уровня нейтрально-детергентной клетчатки в рационе на азотистый обмен и молочную продуктивность коров // Проблемы биологии продуктивных животных. Боровск. 2010. №1. С. 61-67.
9. Харитонов Е.Л. Физиология и биохимия питания молочных коров. Боровск, 2011. С. 140-143.
10. Хотмирова О.В. Потребление кормов и жевательная активность у коров при разном уровне нейтрально-детергентной клетчатки в рационе // Проблемы биологии продуктивных животных. 2009. № 1. С. 58-66.
11. Шпикерс Х. Процесс консервирования // Консервирование кормов и биогазовых субстратов. VERLAG: ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО», 2014. С. 13-19.
12. Stensing T., Robinson P.H. Digestion and passage kinetics of forage fiber in dairy cows as affected by fiber-free concentrate in the diet // J. Dairy Sci. 1997. Vol. 80. Pp. 1339-1352.

References

1. Vinogradov I.S., Lazarev N.N. Comprehensive assessment of corn hybrids for silage production. Feed production, 2023, no. 1, pp. 26-30.
2. Kurepin A.A. The use of modern methods for assessing the quality of corn silage, taking into account the content of neutral and acid-detergent fiber. Zootechnical Science of Belarus, 2020, vol. 55, no. 2, pp. 21-29.
3. Kurepin A.A. The content of structural carbohydrates in the green mass of plants depending on the phase of vegetation. Current problems of intensive development of livestock farming, 2021, no. 24-1, pp. 198-206.
4. Kurilov N.V. et al. Physiology and biochemistry of ruminant digestion. Moscow: Kolos Publ., 1971. 431 p.
5. Muratova N.S., Tanifa V.V., Muratov V.I. and others. The influence of different levels of NDC, FDC in diets on the milk productivity of cows. Bulletin of the agro-industrial complex of the Upper Volga region, 2014, no. 2 (26), pp. 39-43.
6. Norms and rations for feeding farm animals: reference guide. Ed. A.P. Kalashnikova, N.I. Kleimenov. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 352 p.
7. Popov V.V. Rethinking the paradigm for assessing feed quality. Adaptive feed production, 2020, no. 1, pp. 79-90.

8. Sizova Yu.V. The influence of different levels of neutral detergent fiber in the diet on nitrogen metabolism and milk productivity of cows. Problems of biology of productive animals. Borovsk, 2010, no. 1, pp. 61-67.

9. Kharitonov E.L. Physiology and biochemistry of nutrition of dairy cows. Borovsk, 2011, pp. 140-143.

10. Khotmirova O.V. Feed consumption and chewing activity in cows with different levels of neutral detergent fiber in the diet. Problems of biology of productive animals, 2009, no. 1, pp. 58-66.

11. Spiekers X. Canning process. Canning of feed and biogas substrates. Verlag: DLV Agrodello LLC Publ., 2014, pp. 13-19.

12. Stensing T., Robinson P.H. Digestion and passage kinetics of forage fiber in dairy cows as affected by fiber-free concentrate in the diet. J. Dairy Sci, 1997, vol. 80, pp. 1339-1352.

Информация об авторах

И.С. Виноградов – кандидат сельскохозяйственных наук, магистрант кафедры растениеводства и луговых экосистем, руководитель группы по кормопроизводству ООО «КВС РУС»;

Н.Н. Лазарев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем.

Information about the authors

I.S. Vinogradov – Candidate of agricultural sciences, master's student of the department of plant growing and meadow ecosystems;

N.N. Lazarev – Doctor of agricultural sciences, professor, department of plant growing and meadow ecosystems.