

УДК 633.15.631.527

UDC 633.15.631.527

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство  
(сельскохозяйственные науки)

06.01.01 – General agriculture, crop production  
(agricultural sciences)

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ  
КАЧЕСТВА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС  
В ПОЧВЕННО – КЛИМАТИЧЕСКИХ  
УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО – ЧЕРНОЗЁМНОГО  
РЕГИОНА**

**PRODUCTIVITY AND QUALITY  
INDICATORS OF CORN HYBRIDS FOR  
SILAGE IN SOIL AND CLIMATIC  
CONDITIONS OF THE CENTRAL –  
CHERNOZEM REGION IN RUSSIA**

Перевязка Дмитрий Сергеевич  
научный сотрудник  
SPIN-код автора: 3133-1977  
dmitriy\_perevyazka@mail.ru

Perevyazka Dmitriy Sergeevich  
researcher  
RSCI SPIN-author code: 3133-1977  
dmitriy\_perevyazka@mail.ru

Перевязка Наталья Игоревна  
научный сотрудник

Perevyazka Natalia Igorevna  
researcher

Супрунов Анатолий Иванович  
доктор сельскохозяйственных наук  
*ФГБНУ Национальный Центр Зерна им. П.П.  
Лукьяненко, Краснодар, Россия*

Suprunov Anatoly Ivanovich  
Doctor of Agricultural Sciences  
*FSBSI National Grain Center named after P.P.  
Lukyanenko, Krasnodar, Russia*

Салфетникова Елена Михайловна  
менеджер по закладке демопосевов отдела  
исследований

Salfetnikova Elena Mikhailovna  
manager for the laying of demo crops of the research  
department

Орлов Павел Владимирович  
старший менеджер по закладке демопосевов отдела  
исследований

Orlov Pavel Vladimirovich  
senior manager for laying demo crops of the  
Research department

Кириллова Олеся Александровна  
менеджер по регистрации семян отдела регистрации и  
патентованию

Kirillova Olesya Aleksandrovna  
Seed Registration Manager of the Registration and  
Patenting Department

Дегтярёв Алексей Викторович  
менеджер по закладке демопосевов отдела  
исследований

Degtyarev Aleksey Viktorovich  
manager for laying demo crops of the research  
department

Есаев Антон Леонидович  
старший менеджер по закладке демопосевов отдела  
исследований

Esaev Anton Leonidovich  
senior manager for laying demo crops of the research  
department

Тарасенко Павел Александрович  
специалист по силосным гибридам отдела маркетинга  
*Международная исследовательская компания*

Tarasenko Pavel Aleksandrovich  
specialist in silage hybrids of the marketing  
department  
*International Research Company*

Стратегические интересы страны требуют системного и комплексного решения многочисленных задач сельскохозяйственного производства в АПК. Важнейшим направлением в этой деятельности является развитие кормовой базы и кормопроизводства. Доктрина Продовольственной безопасности устанавливает порог производства отечественной мясной и молочной продукции не менее 90%. В силу того, что кормопроизводство играет ведущую роль в экономике сельского хозяйства, существует актуальное направление увеличения объемов производства кормов. В

The strategic interests of the country require a systematic and comprehensive solution of numerous tasks of agricultural production in the agro-industrial complex. The most important direction in this activity is the development of the feed base and feed production. The Food Security Doctrine sets a threshold for the production of domestic meat and dairy products of at least 90%. Due to the fact that feed production plays a leading role in the agricultural economy, there is an urgent direction to increase the volume of feed production. Currently, thanks to professional breeding and breeding work,

настоящее время благодаря профессиональной селекционно – племенной работе генетический потенциал поголовья крупного рогатого скота значительно возрос. Однако, в условиях интенсификации молочного и мясного животноводства, его реализация невозможна без повышения энергетической питательности рационов, основу которых составляет кукурузный силос. От его качества зависят многие показатели физиологического состояния животных. Преимущество кукурузы заключается как в особенностях её культивирования, так и в питательной ценности получаемого силоса. Селекционная работа в данном направлении предполагает анализ питательной ценности создаваемых гибридов. Целью нашей работы было изучение основных показателей питательной ценности гибридов кукурузы селекции Национального Центра Зерна им. П.П. Лукьяненко. В работе принимали участие экспериментальные гибриды кукурузы, относящиеся к группе спелости по ФАО – 200 – 300. Работа проводилась в почвенно – климатических условиях Белгородской и Липецкой областей. Климатические условия в представленных областях кардинально различались, что впоследствии сказалось на продуктивности гибридов кукурузы. В ходе исследования изучались такие основные силосные характеристики как: содержание нейтрально – детергентной клетчатки (НДК), кислотно – детергентной клетчатки (КДК) и кислотно-детергентного лигнина (КДЛ), также проводилось изучение содержания таких структурных элементов как белки, жиры и крахмал. Далее изучались такие немаловажные показатели как, усвояемость и перевариваемость силосной массы, а также содержание сухого вещества и растворимых сахаров в зеленой массе кукурузы. По результатам работы было проанализировано количественное и процентное содержание изучаемых показателей в силосной массе экспериментальных гибридов кукурузы в каждой из почвенно – климатических зон проведения исследований

Ключевые слова: КУКУРУЗА; ГИБРИДЫ; СИЛОС; НДК; КДК; КДЛ; СУХОЕ ВЕЩЕСТВО; ЛИГНИН; ПЕРЕВАРИВАЕМОСТЬ

the genetic potential of cattle has increased significantly. However, in the conditions of intensification of dairy and meat animal husbandry, its implementation is impossible without increasing the energy nutritional value of diets based on corn silage. Many indicators of the physiological state of animals depend on its quality. The advantage of corn lies both in the peculiarities of its cultivation and in the nutritional value of the resulting silage. Breeding work in this direction involves the analysis of the nutritional value of the hybrids being created. The purpose of our work was to study the main indicators of the nutritional value of corn hybrids selected by the National Grain Center named after P.P. Lukyanenko. Experimental maize hybrids belonging to the maturity group according to FAO – 200 – 300 participated in the work. The work was carried out in the soil and climatic conditions of the Belgorod and Lipetsk regions. The climatic conditions in the presented areas were radically different, which subsequently affected the productivity of corn hybrids. In the course of the study, such basic silage characteristics as: the content of acid-detergent fiber (ADF), neutral-detergent fiber (NDF) and acid-detergent lignin (ADL) were studied, and the content of structural elements such as proteins, fats and starch was also studied. Further, such important indicators as the digestibility and digestibility of the silage mass, as well as the content of dry matter and soluble sugars in the green mass of corn were studied. Based on the results of the work, the quantitative and percentage content of the studied indicators in the silage mass of experimental maize hybrids in each of the soil – climatic zones of the research was analyzed

Keywords: CORN; HYBRIDS; SILAGE; NDF; ADF; ADL; DRY MATTER; LIGNIN; DIGESTIBILITY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-184-017>

**Введение.** Селекционная работа – одно из древнейших направлений жизнедеятельности человека. Исторически развитие цивилизаций происходило параллельно с успехами в селекции растений. С течением времени люди научились отбирать наиболее продуктивные растения, сочетающие в своём генотипе полезные хозяйственные признаки для

<http://ej.kubagro.ru/2022/10/pdf/17.pdf>

употребления в пищу и на корм животным [11]. Селекционная работа – искусство манипулирования генетическим потенциалом растений с целью создания новых, более продуктивных гибридов и сортов культурных растений [9]. Одним из основных объектов селекционной работы в мире является такая культура, как кукуруза.

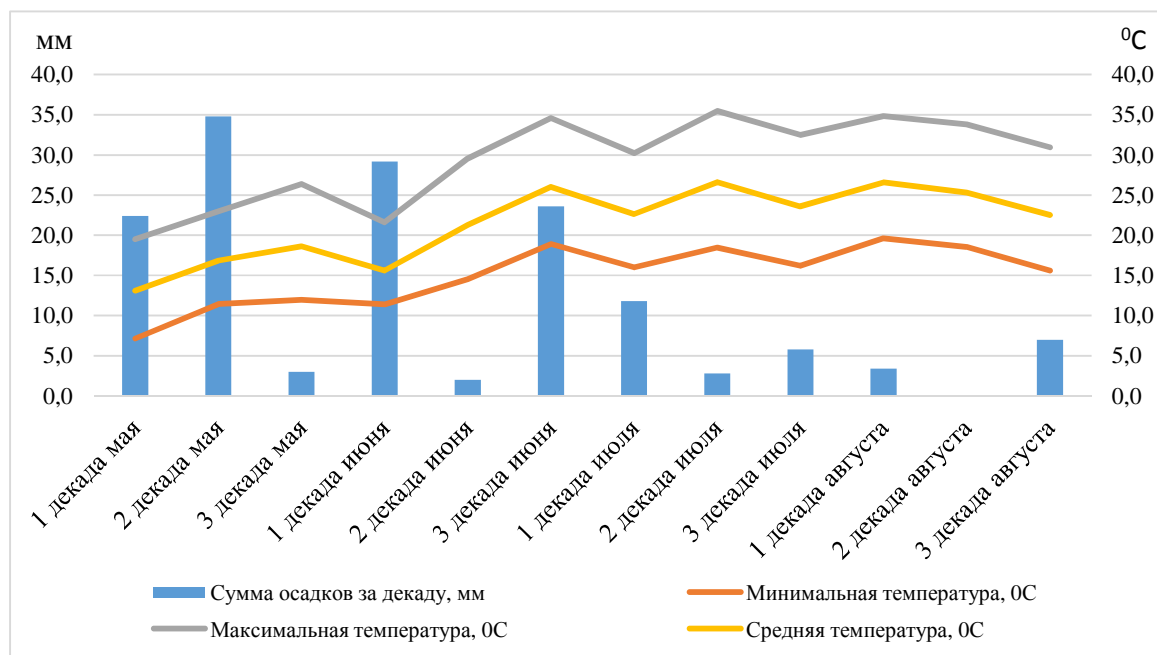
Кукуруза отличается широтой своего применения в промышленной деятельности человека в следствии наличия множества биологически различных вариантов данной культуры. Одна из ведущих ролей кукурузы объясняется переходом от использования сортов к гибридной гетерозисной селекции, что впоследствии сказалось на продуктивности данной культуры [16]. Одним из основных вариантов использования данной культуры является её применение в качестве корма для сельскохозяйственных животных. Причём в качестве корма используется не только кукурузное зерно в чистом виде, но и всё цельное растение, что служит немаловажным преимуществом относительно других культурных растений. Основным направлением использования кукурузы в качестве корма сельскохозяйственным животным является получение силоса из зелёной массы растения [13, 14, 15].

Одно из преимуществ кукурузы заключается в том, что данная культура относится к легко силосующимся и накапливающим в своей биомассе большое количество сухого вещества. В сухом веществе кукурузы можно выделить следующие питательные компоненты, по которым определяют основную питательную ценность – это (КДК) кислотно – детергентная клетчатка, (НДК) нейтрально – детергентная клетчатка, (КДЛ) кислотно – детергентный лигнин, а также содержание белка, жиров и углеводов [10, 12].

В настоящее время существует достаточно большое количество методов определения содержания питательных веществ в силосной массе, множество из которых подвергалось сильной критике в

зоотехнологической области. Одним из таких показателей являлось определение в составе сухого вещества процентного содержания безазотистых экстраактивных веществ и содержание сырой клетчатки. Неточность определения данных веществ заключалась в том, что использующиеся при этом химические реагенты удаляли до 60 процентов целлюлозы, 80 процентов гемицеллюлозы и большого количества 10 – 95% лигнина. При проведении анализа исследуемые полисахариды переходили во фракцию безазотистых экстраактивных веществ, в связи с этим, они получались менее перевариваемыми, чем клетчатка [3]. Вследствие этого Ван Соестом [17, 18] была предложена новая, более точная методика определения процентного содержания клетчатки, основанная на изучении процентного содержания различных фракций сырой клетчатки – КДК, НДК и КДЛ. Данная методика получила название детергентной аналитической системы [3].

**Материал и методы.** Работа по изучению силосных характеристик новых экспериментальных гибридов кукурузы проходила в двух различных агроклиматических зонах – Белгородской и Липецкой областях. На рисунке 1 представлены метеорологические условия Белгородской области.



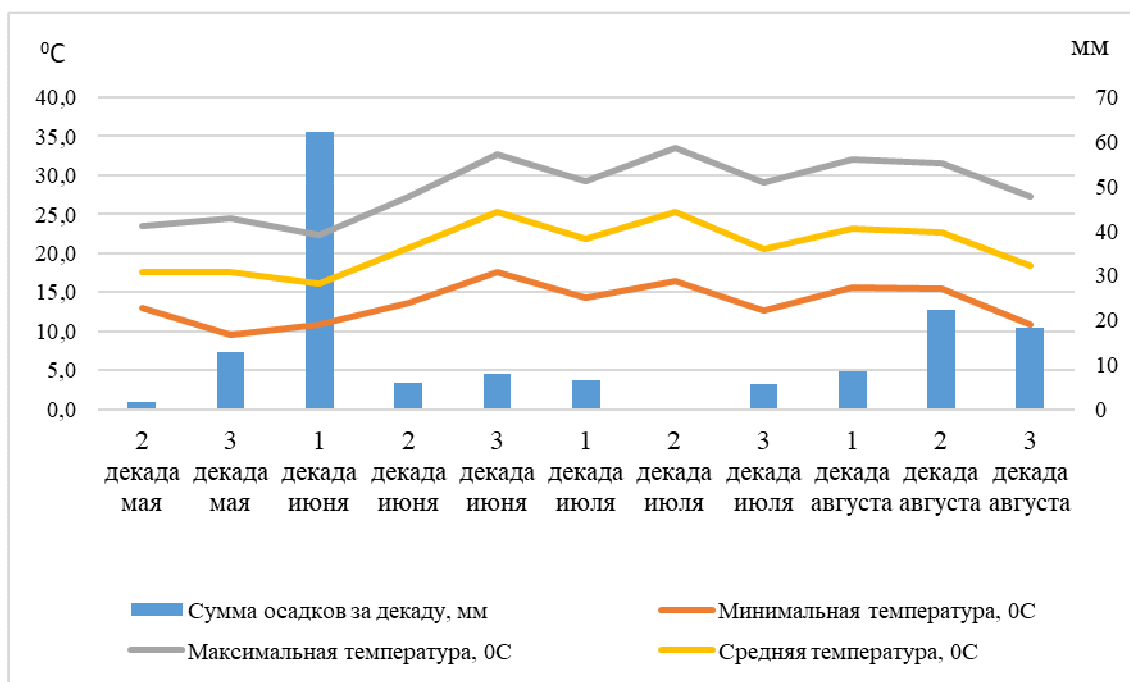
**Рис. 1 —Метеорологические условия Белгородской области, 2021 г.**

На рисунке 1 представлена диаграмма метеорологических условий, сложившихся в Белгородской области за время культивирования гибридов кукурузы. Условия, сложившиеся в Белгородской области, можно охарактеризовать как неблагоприятные для формирования урожая зеленой массы кукурузы. Высокие максимальные дневные температуры начиная с третьей декады июня в критические периоды вегетации экспериментальных гибридов кукурузы не позволили им сформировать хорошие показатели урожайности силосной массы. Посев гибридов проводился 15 мая, уборка 14 августа. Более детальная информация по климатическим условиям, сложившимся в Белгородской области представлена в таблице 1.

**Таблица 1. Метеорологические условия Белгородской области, 2021 г.**

Период	Сумма осадков за декаду, мм	Минимальная температура, °С	Максимальная температура, °С	Средняя температура, °С
1 декада мая	22,4	7,2	19,5	13,1
2 декада мая	34,8	11,4	23,0	16,8
3 декада мая	3,0	11,9	26,4	18,6
1 декада июня	29,2	11,4	21,6	15,6
2 декада июня	2,0	14,5	29,6	21,3
3 декада июня	23,6	18,9	34,6	26,0
1 декада июля	11,8	16,0	30,2	22,6
2 декада июля	2,8	18,5	35,5	26,6
3 декада июля	5,8	16,2	32,5	23,6
1 декада августа	3,4	19,6	34,9	26,6
2 декада августа	0,0	18,5	33,8	25,3
3 декада августа	7,0	15,6	31,0	22,5

Далее произведена характеристика погодных условий Липецкой области. Результаты работы представлены на рисунке 2. Посев гибридов проводился 18 мая, уборка 28 августа.



**Рис. 2 – Метеорологические условия Липецкой области, 2021 г.**

Условия, сложившиеся в Липецкой области, оказались более благоприятными для вегетации гибридов кукурузы. Отсутствие

критических дневных температур и оптимальное количество осадков в важные периоды вегетации положительно сказалось на урожайности силосной массы новых экспериментальных гибридов кукурузы. Более детальная характеристика климатических условий представлена в таблице 2.

**Таблица 2. Метеорологические условия Липецкой области, 2021 г.**

Период	Сумма осадков за декаду, мм	Минимальная температура, °С	Максимальная температура, °С	Средняя температура, °С
2 декада мая	1,6	13,0	23,5	17,6
3 декада мая	12,8	9,5	24,5	17,7
1 декада июня	62,2	10,9	22,4	16,1
2 декада июня	5,8	13,7	27,3	20,7
3 декада июня	8,0	17,6	32,6	25,4
1 декада июля	6,4	14,3	29,2	21,9
2 декада июля	0,2	16,4	33,5	25,3
3 декада июля	5,6	12,7	29,1	20,6
1 декада августа	8,4	15,6	32,1	23,2
Продолжение таблицы 2				
2 декада августа	22,2	15,4	31,6	22,7
3 декада августа	18,2	10,9	27,3	18,5

Силосную массу экспериментальных гибридов кукурузы убирали комбайном Baural SF 2000. Анализ силосной массы экспериментальных гибридов производился методом БИК-спектроскопии. Статистическую обработку полученных результатов проводили методом однофакторного дисперсионного анализа в базе встроенного в Microsoft Excel пакета «Анализ данных». Достоверность различий между средними определяли по расчётам наименьшей существенной разницы (НСР) по Доспехову.

**Результаты и обсуждение.** Уборочная кампания производилась при достижении содержания сухого вещества равному 35 %, что является наиболее оптимальным показателем для заготовки кукурузного силоса. В данный период вегетации гибридов кукурузы в початках происходит конечная стадия отложения крахмала и наступает физиологическая



спелость зерна [4]. В таблице 3 приведены результаты средних значений содержания сухого вещества при уборке экспериментальных гибридов кукурузы.

**Таблица 3. Уборочное содержание сухого вещества новых гибридов кукурузы, Липецкая и Белгородская области, 2021 г.**

Дисперсионный анализ	Липецкая область		Белгородская область	
Среднее содержание сухого вещества, %	36,2 %		37,3 %	
Критерий Фишера	$F_0 = 3,8$	$F_{\text{критич.}} = 2,0$	$F_0 = 3,4$	$F_{\text{критич.}} = 2,0$
Уровень значимости	$P_{\text{знач.}} = 0,001$		$P_{\text{знач.}} = 0,002$	
НСР 0,05	2,4		2,7	

Как видно из таблицы среднее содержание сухого вещества при уборке гибридов кукурузы находилось на уровне 36,2 % в Липецкой области и 37,3 % в Белгородской области. Значения критерия Фишера указывают на то, что между различными гибридами были достоверные различия, поэтому нами был выполнен расчёт НСР. Максимальное отклонение от стандарта по опыту составило 2,4 для Липецкой и 2,7 для Белгородской областей. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в среднем уборка проводилась в оптимальные сроки. Также одной из основных характеристик при оценке гибридов является их силосная продуктивность. Поэтому нами была выполнена работа по изучению продуктивности силосной массы с делянки в двух агроклиматических зонах. Результаты работы представлены в таблице 4 для Липецкой области и таблице 5 для Белгородской области.



**Таблица 4. Изучение продуктивности силосной массы новых гибридов кукурузы, Липецкая область, 2021 г.**

№ п/п	Наименование гибрида	Липецкая область, т / га
1	Кр 190 st	42,8
2	Кр 235	46,5
3	Кр 236	44,6
4	Кр 245	44,6
НСР 0,05		2,3

В таблице 4 представлены лучшие новые гибриды кукурузы по продуктивности силосной массы. Достоверно используемый стандарт превысил только один гибрид – *Кр 235*. Его силосная продуктивность составила 46,5 т/га, что на 3,7 т больше используемого стандарта. Далее аналогичные исследования проводились в почвенно – климатических условиях Белгородской области.

**Таблица 5. Изучение продуктивности силосной массы новых гибридов кукурузы, Белгородская область, 2021 г.**

№ п/п	Наименование гибрида	Белгородская область, т / га
1	Кр 190 st	27,1
2	Кр 235	31,5
Продолжение таблицы 5		
3	Кр 244	31,5
4	Кр 251	31,2
5	Кр 232	30,9
6	Кр 236	30,6
НСР 0,05		2,4

По результатам изучения силосной продуктивности новых гибридов кукурузы в почвенно – климатических условиях Белгородской области наилучшими показателями обладали следующие гибриды: *Кр 232*, *Кр 235*, *Кр 236*, *Кр 244* и *Кр 251*. Данные гибридные комбинации показали достоверное превышение над стандартом от 3,5 до 4,4 т/га. Отдельно хочется выделить две гибридные комбинации – *Кр 235* и *Кр 236*, данные гибриды показали хорошую силосную продуктивность в двух почвенно –

климатических зонах. Дальнейший этап работы заключался в изучении силосной массы новых экспериментальных гибридов кукурузы.

Как упоминалось ранее по детергентной системе Ван Соеста изучение силосной массы необходимо начинать с процентного содержания различных фракций, основных составляющих клетчатки, а именно КДК, НДК и КДЛ. Изучение данных фракций, а не общего содержания сырой клетчатки даёт более полное представление о питательной ценности силосной массы, что в последствии сказывается на подборе оптимального количества используемого силоса в рационе сельскохозяйственно – ценных животных. Известно, что крупному рогатому скоту, например, коровам, в зависимости от периода жизни (период лактации и т.д.) необходимо различное содержание КДК и НДК. Нами была проведена работа по изучению процентного содержания КДК, НДК и КДЛ в составе сырой клетчатки новых экспериментальных гибридов кукурузы. Результаты работы представлены в таблице 6.

**Таблица 6. Характеристика гибридов кукурузы по содержанию различных фракций клетчатки, Липецкая и Белгородская области, 2021 г.**

Наименование гибрида	Липецкая область	Белгородская область	Липецкая область	Белгородская область	Липецкая область	Белгородская область
	КДК, %		НДК, %		КДЛ, %	
Кр 190 st	21,8	21,2	43,0	41,5	2,6	2,6
Кр 230	21,3	20,5	42,5	41,0	2,4	2,5
Кр 231	22,1	21,6	43,5	40,0	2,6	2,7
Кр 232	21,8	21,5	44,0	42,0	2,5	2,4
Кр 233	21,7	22,5	43,5	44,0	2,4	2,5
Кр 234	21,7	20,9	43,5	41,5	2,4	2,5
Кр 235	22,0	22,1	43,5	43,5	2,6	2,6
Кр 236	20,8	20,8	42,0	41,5	2,5	2,5
Кр 237	22,7	22,1	45,0	43,0	2,7	2,7
Кр 238	21,6	21,0	43,0	42,0	2,5	2,6
Кр 239	22,0	22,2	44,5	43,0	2,6	2,6
Кр 240	21,4	22,5	42,5	43,5	2,4	2,6
Кр 241	21,0	21,8	42,5	43,0	2,4	2,7
Кр 242	19,9	20,7	41,0	41,0	2,3	2,6
Кр 243	22,0	23,0	44,0	44,5	2,5	2,6
Кр 244	20,2	22,3	41,5	43,5	2,2	2,6
Кр 245	21,6	21,4	43,5	43,5	2,5	2,6
Кр 246	21,8	21,7	43,5	43,0	2,4	2,6
Кр 247	20,4	23,2	41,5	44,5	2,3	2,6
Кр 248	21,8	22,2	44,0	44,0	2,5	2,6
Кр 249	21,3	21,5	43,0	43,5	2,4	2,6
Кр 250	22,1	22,1	44,0	42,5	2,5	2,5
Кр 251	22,3	22,8	45,0	44,5	2,4	2,6
Кр 252	22,0	20,4	44,0	40,0	2,5	2,3
Среднее	21,5	21,7	43,3	42,7	2,4	2,5
НСР 0,05	1,1	1,9	1,7	2,7	0,2	0,2

Соотношение КДК, НДК и КДЛ – важные показатели, дающие нам представление о качестве кукурузного силоса и дальнейших путях его применения в кормлении сельскохозяйственных животных. По анализу литературных источников известно, что в самый продуктивный период лактации – период раздоя (приходится до 50 % молочной продуктивности),

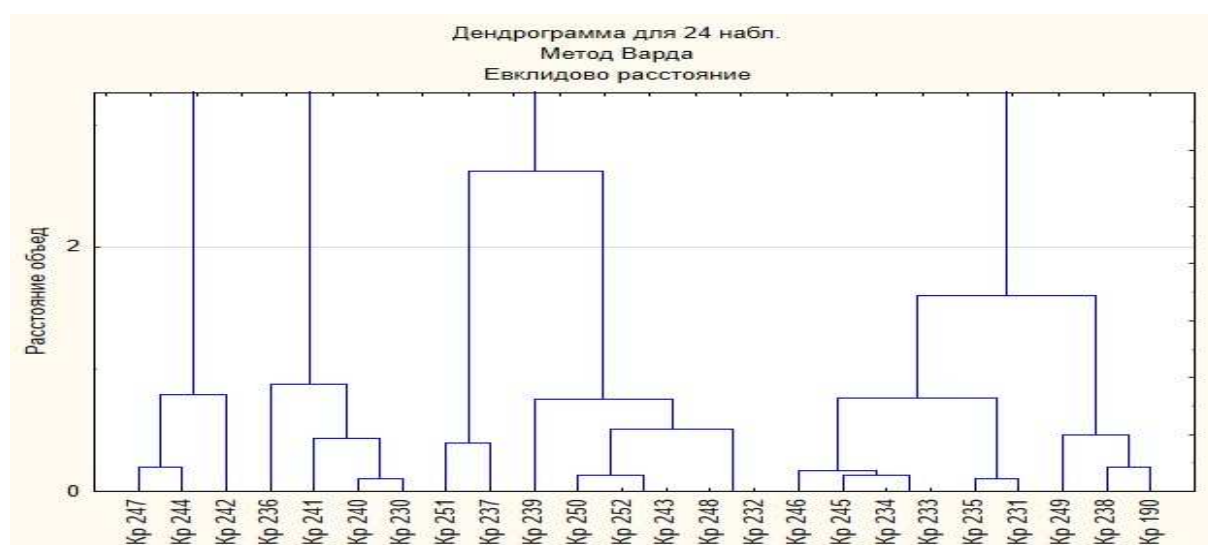
содержание нейтрально – детергентной клетчатки должно находиться в промежутке значений, равных 35 – 40 %. Во второй период лактации КРС характеризуется более высоким количеством поедаемой нейтрально – детергентной клетчатки в силосной массе, содержание которой должно находиться на уровне 43 – 45 %. Третий период характеризуется ещё большими потребностями в НДК, содержание которой должно быть на уровне 47 % [5]. Также, согласно литературным данным отмечено, что высокое процентное содержание кислотно – детергентной клетчатки и кислотно – детергентного лигнина снижает питательную ценность силосной массы, а оптимальное содержание КДК должно соответствовать значению не выше 25 процентов [2]. По содержанию лигнина каких – либо референсных значений нет, но чем ниже данный показатель, тем более качественной считается силосная масса.

Например, в работе данных авторов [1] отмечено, что в силосной массе в рационе голштин – холмогорских коров процентное содержание различных фракций клетчатки (КДК и НДК) должно соответствовать следующим значениям в зависимости от фазы лактации. Для первой фазы оптимальные значения находятся на уровне 40 % НДК; 25 % КДК и 20,5 % сырой клетчатки. Вторая фаза характеризуется следующими оптимальными значениями фракций клетчатки: 41,3 % НДК; 23,6 % КДК и 22,5 % сырой клетчатки. Для третьей фазы оптимальные значения находятся на уровне 45,4 % НДК; 25,4 % КДК и 25 % сырой клетчатки.

При изучении новых гибридов кукурузы по таким показателям как процентное содержание КДК и НДК были получены следующие результаты: среднее содержание КДК в новых гибридах в среднем составляло 21,5 % в Липецкой области. Минимальное значение находилось на уровне 19,9 % у гибрида *Kp 242*, максимальное значение составляло 22,7 % у гибрида *KP 237*. В Белгородской области среднее содержание КДК составляло 21,7 %. Минимальное значение было отмечено у гибрида

*Kp 252* 20,4 %, а максимальное значение 23,2 % было отмечено у гибрида *Kp 247*. По процентному содержанию НДК в почвенно – климатических условиях Липецкой области наименьшим показателем обладал следующий гибрид – *Kp 242* 41,0 % НДК. Максимальными значениями данного показателя отличились следующие гибриды в условиях Липецкой области – *Kp 237* и *Kp 251* процентное содержание НДК у данных гибридов находилось на уровне 45,0 %. В почвенно – климатических условиях Белгородской области наилучшими показателями процентного содержания НДК отличались следующие гибриды – *Kp 243*, *Kp 247* и *Kp 251* процентное содержание НДК находилось на уровне 44,5 %. Наименьшим значением данного показателя отличились следующие гибриды – *Kp 231* и *Kp 252*, содержание НДК составляло 40,0 %.

Вследствие достаточно большого разброса полученных результатов было принято решение произвести кластерный анализ новых гибридов кукурузы и сформировать кластеры гибридов, отличающихся общностью по содержанию КДК и НДК. Кластерный анализ проводился по методу Варда. Результаты работы представлены на рисунке 3 для Липецкой области и рисунке 4 для Белгородской области.



**Рис. 3 – Кластерный анализ гибридов кукурузы по содержанию КДК и НДК, Липецкая область, 2021 г.**

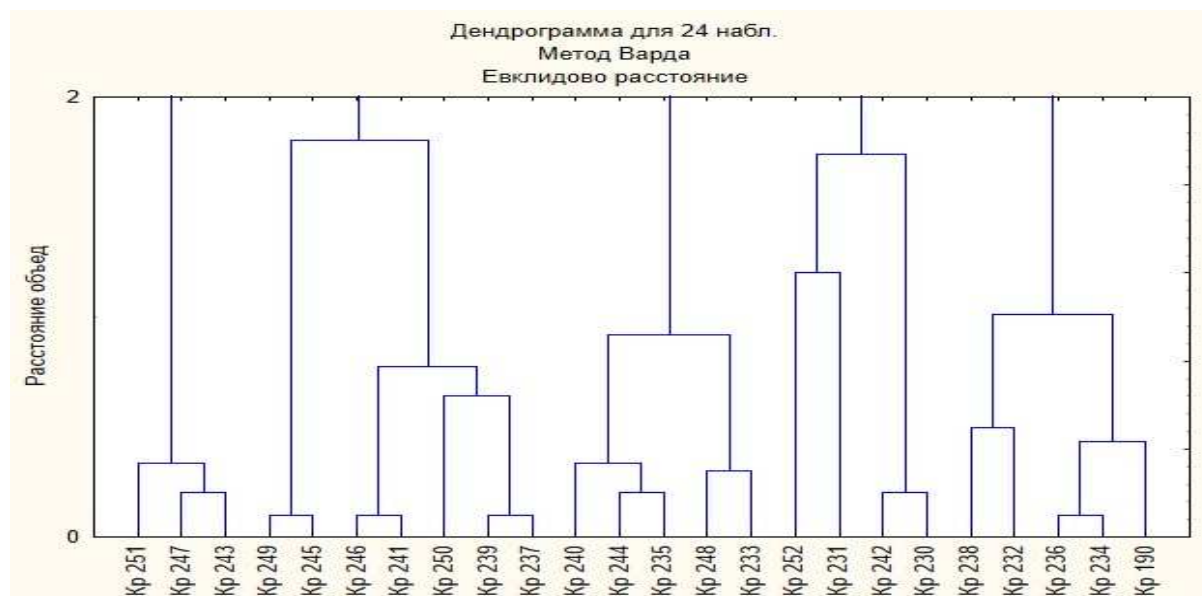
По результатам работы в Липецкой области новые гибриды кукурузы сформировали пять основных кластеров на расстоянии объединения равном двум. В первый кластер вошли гибриды – *Кр 247, Кр 244, Кр 242*; во второй кластер вошли гибриды – *Кр 236, Кр 241, Кр 240, Кр 230*; в третий кластер вошли гибриды *Кр 251* и *Кр 237*; в четвёртый кластер вошли гибриды – *Кр 239, Кр 250, Кр 252, Кр 243, Кр 248, Кр 232*. В пятый кластер вошли гибриды – *Кр 246, Кр 245, Кр 234, Кр 233, Кр 235, Кр 231, Кр 249, Кр 238, Кр 190*. Значения показателей КДК и НДК данных гибридов представлены в таблице 7.

**Таблица 7. Результаты кластерного анализа гибридов кукурузы, Липецкая область, 2021 г.**

Номер кластера	Наименование гибрида	Содержание КДК, %	Содержание НДК, %	Среднее %, КДК/НДК
1 кластер	Кр 247, Кр 244, Кр 242	20,4; 20,2; 19,9	41,5; 41,5; 41,0	20,2 / 41,3
2 кластер	Кр 236, Кр 241, Кр 240, Кр 230	20,8; 21,0; 21,4; 21,3	42,0; 42,5; 42,5; 42,5	21,1 / 42,4
3 кластер	Кр 251, Кр 237	22,3; 22,7	45,0; 45,0	22,5 / 45,0
4 кластер	Кр 239, Кр 250, Кр 252, Кр 243, Кр 248, Кр 232	22,0; 22,1; 22,0; 22,0; 21,8; 21,8	44,5; 44,0; 44,0; 44,0; 44,0; 44,0	22,0 / 44,1
5 кластер	Кр 246, Кр 245, Кр 234, Кр 233, Кр 235, Кр 231, Кр 249, Кр 238, Кр 190	21,8; 21,6; 21,7; 21,7; 22,0; 22,1; 21,3; 21,6; 21,8	43,5; 43,5; 43,5; 43,5; 43,5; 43,5; 43,0; 43,0; 43,0	21,7 / 43,3

Исходя из данных, полученных при кластеризации новых гибридов по результатам их изучения в почвенно – климатических условиях Липецкой области можно сделать следующие выводы: в первый кластер вошли гибриды со средним значением соотношения КДК / НДК - 20,2 / 41,3 %; во второй кластер вошли гибриды со средними значениями соотношения КДК / НДК - 21,1 / 42,4 %; в третий кластер КДК / НДК - 22,5 / 45,0 %; в четвёртый кластер КДК / НДК - 22,0 / 44,1 % и в пятый кластер

КДК / НДК - 21,7 / 43,3 %. Далее аналогичные исследования проводились по результатам изучения новых гибридов кукурузы на территории Белгородской области. Результаты данной работы представлены на рисунке 4.



**Рис. 4 – Кластерный анализ гибридов кукурузы по содержанию КДК и НДК, Белгородская область, 2021 г.**

При проведении кластерного анализа по результатам изучения новых гибридов кукурузы на территории Белгородской области были получены следующие результаты: новые гибриды кукурузы по содержанию КДК и НДК также сформировали пять основных кластеров на расстоянии объединения равном двум. В первый кластер вошли следующие гибриды – *Кр 251, Кр 247, Кр 243*; во второй кластер вошли гибриды – *Кр 249, Кр 245, Кр 246, Кр 241, Кр 250, Кр 239, Кр 237*; в третий кластер вошли гибриды – *Кр 240, Кр 244, Кр 235, Кр 248, Кр 233*; в четвёртый кластер вошли гибриды – *Кр 252, Кр 231, Кр 242, Кр 230*. В пятый кластер вошли следующие гибриды – *Кр 238, Кр 232, Кр 236, Кр 234, Кр 190*. Значения показателей КДК и НДК данных гибридов представлены в таблице 8.



**Таблица 8. Результаты кластерного анализа гибридов кукурузы, Белгородская область, 2021 г.**

Номер кластера	Наименование гибрида	Содержание КДК, %	Содержание НДК, %	Среднее %, КДК/НДК
1 кластер	Кр 251, Кр 247, Кр 243	22,8; 23,2; 23,0	44,5; 44,5; 44,5	23,0 / 44,5
2 кластер	Кр 249, Кр 245, Кр 246, Кр 241, Кр 250, Кр 239, Кр 237	21,5; 21,4; 21,7; 21,8; 22,1; 22,2; 22,1	43,5; 43,5; 43,0; 43,0; 42,5; 43,0; 43,0	21,8 / 43,1
3 кластер	Кр 240, Кр 244, Кр 235, Кр 248, Кр 233	22,5; 22,3; 22,1; 22,2; 22,5	43,5; 43,5; 43,5; 44,0; 44,0	22,3 / 43,7
4 кластер	Кр 252, Кр 231, Кр 242, Кр 230	20,4; 21,6; 20,7; 20,5	40,0; 40,0; 41,0; 41,0	20,8 / 40,5
5 кластер	Кр 238, Кр 232, Кр 236, Кр 234, Кр 190	21,0; 21,5; 20,8; 20,9; 21,2	42,0; 42,0; 41,5; 41,5; 41,5	21,1 / 41,7

По результатам проведения кластерного анализа новых гибридов в почвенно – климатических условиях Белгородской области были получены следующие соотношения КДК и НДК в пяти кластерах: первый кластер КДК/НДК - 23,0 / 44,5 %; второй кластер КДК/НДК - 21,8 / 43,1 %; третий кластер КДК/НДК - 22,3 / 43,7 %; четвёртый кластер КДК/НДК - 20,8 / 40,5 % и пятый кластер КДК/НДК - 21,1 / 41,7 %.

Таким образом, проведённые исследования по процентному содержанию КДК/НДК новых гибридов кукурузы позволит нам подобрать гибрид кукурузы с необходимым содержанием кислотно – детергентной и нейтрально – детергентной клетчатки, и комбинировать их при посевах для того чтобы полученный кукурузный силос мог вскармливаться высокопродуктивным животным в разные фазы лактации.

Следующий этап работы заключался в изучении процентного содержания таких основных показателей сухого вещества силосной массы как содержание жиров, растворимых сахаров, белка и крахмала. Данные компоненты сухого вещества вместе с различными фракциями клетчатки – важные питательные составляющие в рационе сельскохозяйственных

животных. Например, от процентного содержания растворимых сахаров в силосной массе или в злаковом сенаже зависят вкусовые качества корма. Растворимые сахара должны составлять 6 – 10 % сухого вещества. Процентное содержание сырого протеина должно быть на уровне 13 – 17 %, но как известно, кукуруза в составе своей биомассы накапливает достаточно небольшое количество протеина. Средний показатель процентного содержания белка в зерне находится на уровне 12 %, а для силосной массы данный показатель равен примерно 7 %. Следующий важный показатель питательной ценности силосной массы – содержание жиров. По литературным данным данный показатель должен находиться на уровне не выше 6 %. Большие значения содержания жиров в силосной массе снижают жирномолочность конечной продукции [7, 8]. Результаты работы по изучению процентного содержания растворимых сахаров, белка и жиров представлены в таблице 9.

**Таблица 9. Характеристика гибридов кукурузы по процентному содержанию белка, жиров и растворимых сахаров, Липецкая и Белгородская области, 2021 г.**

Наименование гибрида	Липецкая область	Белгородская область	Липецкая область	Белгородская область	Липецкая область	Белгородская область
	Белок, %		Жиры, %		Доля растворимых сахаров, %	
Кр 190 st	7,6	6,9	2,0	1,4	6,4	6,9
Кр 230	7,5	6,5	2,1	1,6	6,0	6,2
Кр 231	7,2	6,3	1,8	1,5	6,3	7,3
Кр 232	7,1	6,7	1,8	1,6	6,4	7,5
Кр 233	7,3	6,5	1,9	1,6	6,9	6,5
Кр 234	7,6	6,5	2,0	1,6	7,0	7,0
Кр 235	7,4	6,7	1,9	1,6	7,1	9,0
Кр 236	7,6	6,6	2,1	1,7	6,6	7,5
Кр 237	7,1	6,3	1,8	1,4	5,2	6,7
Кр 238	7,5	6,5	2,1	1,5	5,6	6,3
Кр 239	7,3	6,3	1,9	1,5	4,7	5,0
Кр 240	7,1	6,7	1,9	1,6	5,7	7,7
Кр 241	7,6	7,0	2,0	1,5	7,9	9,7
Кр 242	7,6	6,3	2,2	1,6	6,2	6,5
Кр 243	7,7	6,9	2,0	1,5	7,8	6,7
Кр 244	7,9	6,8	2,3	1,6	6,5	7,2
Кр 245	7,6	7,1	2,0	1,7	8,1	8,0
Кр 246	7,7	6,8	2,0	1,7	7,5	6,5
Кр 247	7,4	6,9	2,1	1,4	5,9	6,9
Кр 248	7,2	6,7	1,8	1,4	7,2	7,5
Кр 249	7,6	6,8	2,0	1,6	7,4	7,7
Кр 250	7,5	6,7	1,9	1,6	8,5	8,4
Кр 251	7,7	6,8	2,0	1,6	8,2	9,2
Кр 252	7,7	6,6	2,0	1,8	8,4	6,2
Среднее	7,5	6,6	2,0	1,5	6,8	7,2
НСР 0,05	0,5	0,4	0,3	0,2	1,1	2,1

Исходя из полученных данных можно сделать следующие выводы: по содержанию растворимых сахаров новые гибриды находятся на оптимальном уровне (6 – 10 %). В Липецкой области данный показатель в среднем составлял 6,8 %. Однако, некоторые гибридные комбинации *Кр*

237, Кр 238, Кр 239, Кр 240 и Кр 247 не содержат в составе силосной массы необходимого количества сахаров. В почвенно – климатических условиях Белгородской области содержание сахаров в среднем составляет 7,2 %, что также вписывается в оптимальный промежуток. Однако, гибридная комбинация Кр 239 не содержит в силосной массе необходимого количества растворимых сахаров.

Как упоминалось ранее кукурузный силос не отличается высоким содержанием сырого протеина (белка) в своём составе. В Липецкой области средняя величина данного показателя составила 7,5 %, а в почвенно – климатических условиях Белгородской области 6,6 %. Также кукурузный силос не отличается высоким содержанием жиров в своём составе. В среднем в Липецкой области данный показатель равен 2,0 %, а в почвенно – климатических условиях Белгородской области – 1,5 %, что входит в оптимальные показатели (не более 6 %).

В заключении нашей работы изучалась характеристика таких важных показателей силосной массы как усвояемость и перевариваемость целого растения. С результатами проделанной работы можно ознакомиться на таблице 10.

**Таблица 10. Характеристика гибридов кукурузы по показателям перевариваемости и усвояемости силосной массы, Липецкая и Белгородская области, 2021 г.**

Наименование гибрида	Липецкая область	Белгородская область	Липецкая область	Белгородская область
	Перевариваемость, %		Усвояемость, %	
Кр 190 st	69,8	69,9	68,3	69,6
Кр 230	69,9	70,7	68,9	70,4
Кр 231	69,2	71,3	68,2	70,6
Кр 232	69,1	69,8	68,5	69,5
Кр 233	68,9	68,7	68,5	68,4
Кр 234	69,4	70,8	68,4	70,6
Кр 235	69,4	68,7	68,1	68,4
Кр 236	70,9	71,0	69,6	70,2
Кр 237	68,4	69,1	66,8	68,0
Кр 238	69,6	70,2	67,9	69,9
Кр 239	69,3	69,4	67,2	68,5
Кр 240	69,4	68,3	68,9	68,0
Кр 241	69,3	68,9	69,1	68,5
Кр 242	71,3	70,3	70,6	70,0
Кр 243	68,7	67,5	67,8	67,1
Кр 244	70,9	68,2	70,1	68,0
Кр 245	69,4	68,4	68,5	67,9
Кр 246	68,9	69,0	68,0	68,7
Кр 247	70,7	67,2	70,1	66,9
Кр 248	68,8	68,2	68,4	68,0
Кр 249	69,5	68,5	69,0	68,4
Кр 250	68,6	69,1	67,9	68,3
Кр 251	67,9	67,7	67,3	67,5
Кр 252	68,3	71,4	67,4	71,2
Среднее	69,4	69,2	68,5	68,8
НСР 0,05	1,4	2,0	1,4	2,1

Усвояемость и перевариваемость целого растения достаточно важные показатели при проведении изучения питательной ценности силосной массы гибридов кукурузы. По литературным данным показатели равные 70 % считаются достаточно хорошими [6]. Как видно из таблицы 10, наилучшими показателями перевариваемости целого растения обладали следующие гибриды кукурузы: в почвенно – климатических условиях Липецкой области - *Кр 236, Кр 242, Кр 244 и Кр 247*. В почвенно – климатических условиях Белгородской области - *Кр 230, Кр 231, Кр 234,*

*Kp 236, Kp 238, Kp 242 и Kp 252.* По показателю усвояемости растения в почвенно – климатических условиях Липецкой области обладали следующие гибриды - *Kp 242, Kp 244 и Kp 247.* В условиях Белгородской области - *Kp 230, Kp 231, Kp 234, Kp 236, Kp 242 и Kp 252.* Отдельно хочется выделить гибрид кукурузы *Kp 242,* данный гибрид отличался высокими показателями перевариваемости и усвояемости в обеих почвенно – климатических зонах.

Таким образом, нами была проведена работа по изучению перевариваемости и усвояемости силосной массы новых гибридов кукурузы. По результатам работы средние значения перевариваемости целого растения новых гибридов кукурузы в Липецкой области составляли 69,4 %, а в Белгородской области 69,2 %. По показателю усвояемости изучаемые гибриды сформировали средние значения равные 68,5 % в Липецкой области и 68,8 % в Белгородской области.

**Заключение.** По результатам проделанной работы нами была изучена силосная продуктивность новых гибридов кукурузы. Результаты данной работы помогут нам определить пути дальнейшего использования новых гибридов как в селекционной программе, так и в программе дальнейших их испытаний.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность международной исследовательской компании и лично Салфетниковой Е.М., Орлову П.В., Дегтярёву А.В. и Есаеву А.Л. за проделанную полевую работу с гибридами кукурузы. Также автор выражает благодарность Тарасенко П.А. и Кирилловой О.А. за дополнение, помощь в написание и рецензирование работы.

## Литература

1. Кузьмина, Л.Н. Качество клетчатки и эффективность ее использования в рационах голштин-холмогорских коров // Л.Н. Кузьмина, А.П. Карташова / Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 07 (198). – С. 56 – 64.
2. Муратова, Н.С. Влияние разного уровня НДК, КДК в рационах на молочную продуктивность коров / Н.С. Муратова, В.И. Муратов, В.Л. Лукичев, Л.А. Шубина, Н.В. Красавина // Зоотехния и ветеринария. – 2014. – № 2. – С. 39 – 43.
3. Рядчиков В.Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебно-практическое пособие / В.Г. Рядчиков – Краснодар: КубГАУ, 2012. - 328 с.
4. Силосные инокулянты. Методические рекомендации / ООО «Пионер Хай-Брэд Рус» / - 2018. – 44 с.
5. Харитонов Е.Л. Методические рекомендации по совершенствованию и использованию кормовой базы в молочном скотоводстве Калужской области: практические рекомендации / Е.Л. Харитонов, В.И. Агафонов, Л.В. Харитонов. – Боровск. – 2008. – 55 с.
6. Комиссарова Т.Н. Переваримость и использование кукурузного силоса с консервантами - обогатителями при производстве молока: дис. ... канд. сельхоз. наук: 06.02.02. Нижний Новгород, 2007. – 144 с.
7. Показатели пищевой ценности кукурузы [электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.stav-ikc.ru/index.php/rekomendatsii-zhivotnovodstvu/2603-pokazateli-pishchevoj-tsennosti-kukuruzy> [дата обращения: 17.02.2022].
8. Регион корма [электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.eurofins.ru/eurofins-agro/> [дата обращения: 17.02.2022].
9. Bernardo, R. Breeding for quantitative traits / R Bernardo // Third edition. Minnesota. – 2020. 422 p.
10. Ferraretto, L.F. Effect of corn silage hybrids differing in starch and neutral detergent fiber digestibility on lactation performance and total-tract nutrient digestibility by dairy cows / L.F. Ferraretto, A.C. Fonseca, C.J. Sniffen, A. Formigoni, R.D. Shaver // Journal of Dairy Science. - Vol. 98 - № 1. – 2015. P. 1 – 11.
11. Hallauer, A. Evolution of plant breeding / A. Hallauer // Crop breeding and applied biotechnology. – 2011. – № 11. – P. 197 – 206.
12. Hristov, A.N. Effects of ensiling time on corn silage neutral detergent fiber degradability and relationship between laboratory fiber analyses and in vivo digestibility / A.N. Hristov, M.T. Harper, G. Roth, C. Canale, P. Huhtanen, T.L. Richard, K. DiMarco // Journal of Dairy Science. - Vol. 103. - № 3. – 2020. P. 1 – 14.
13. Liu, Y. Effect of Hybrid Type on Fermentation and Nutritional Parameters of Whole Plant Corn Silage / Y. Liu, G. Wang, H. Wu, Q. Meng, M.Z. Khan, Z. Zhou // Animals. - № 11. – 2021. P. 1 – 9.
14. Johnson, L.M. Corn Silage Management I: Effects of Hybrid, Maturity, and Mechanical Processing on Chemical and Physical Characteristics / L.M. Johnson, J.H. Harrison, D. Davidson, J.L. Robutti, M. Swift, W.C. Mahanna, K. Shinnery // Journal of Dairy Science. - Vol. 85. - № 4. – 2002. P. 833 – 853.
15. Thomas, E.D. Comparison of Corn Silage Hybrids for Yield, Nutrient Composition, In Vitro Digestibility, and Milk Yield by Dairy Cows / E.D. Thomas, P. Mandevvu, C.S. Ballard, C.J. Sniffen, M.P. Carter, J. Beck // Journal of Dairy Science. - Vol. 84. – № 10. – 2001. P. 2217 – 2226.
16. Troyer, A.F. Breeding early corn / A.F. Troyer // Speciality corns ed. By A.R. Hallauer. – CBS Pres, Boca Raton. – 1994. – P. 341 - 396.



17. Van Soest, P.J. The Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds: II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin / P.J. Van Soest // Official Agriculture Chemistry. – 1963. – № 46. – 829 p.

18. Van Soest, P.J. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of Plant Cell-Wall Constituents / P.J. Van Soest, R.H. Wine // Journal of the Association of Official Analytical Chemists. – 1967. – № 50. – P. 50 – 55.

## References

1. Kuz'mina, L.N. Kachestvo kletchatki i jeffektivnost' ee ispol'zovaniya v racionah golshtin-holmogorskih korov // L.N. Kuz'mina, A.P. Kartashova / Agrarnyj vestnik Urala. – 2020. – № 07 (198). – S. 56 – 64.

2. Muratova, N.S. Vlijanie raznogo urovnja NDK, KDK v racionah na molochnuju produktivnost' korov / N.S. Muratova, V.I. Muratov, V.L. Lukichev, L.A. Shubina, N.V. Krasavina // Zootehnija i veterinarija. – 2014. – № 2. – S. 39 – 43.

3. Rjadchikov V.G. Osnovy pitaniya i kormleniya sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: uchebno-prakticheskoe posobie / V.G. Rjadchikov – Krasnodar: KubGAU, 2012. - 328 s.

4. Silosnye inokuljanty. Metodicheskie rekomendacii / OOO «Pioner Haj-Brjed Rus» / - 2018. – 44 s.

5. Haritonov E.L. Metodicheskie rekomendacii po sovershenstvovaniju i ispol'zovaniju kormovoj bazy v molochnom skotovodstve Kaluzhskoj oblasti: prakticheskie rekomendacii / E.L. Haritonov, V.I. Agafonov, L.V. Haritonov. – Borovsk. – 2008. – 55 s.

6. Komissarova T.N. Perevarimost' i ispol'zovanie kukuruznogo silosa s konservantami - obogatiteljami pri proizvodstve moloka: dis. ... kand. sel'hoz. nauk: 06.02.02. Nizhnij Novgorod, 2007. – 144 s.

7. Pokazateli pishhevoj cennosti kukuruzy [jelektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <http://www.stav-ikc.ru/index.php/rekomendatsii-zhivotnovodstvu/2603-pokazateli-pishchevoj-tsenosti-kukuruzy> [data obrashhenija: 17.02.2022].

8. Region korma [jelektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <https://www.eurofins.ru/eurofins-agro/> [data obrashhenija: 17.02.2022].9. Bernardo, R. Breeding for quantitative traits / R Bernardo // Third edition. Minnesota. – 2020. 422 p.

10. Ferraretto, L.F. Effect of corn silage hybrids differing in starch and neutral detergent fiber digestibility on lactation performance and total-tract nutrient digestibility by dairy cows / L.F. Ferraretto, A.C. Fonseca, C.J. Sniffen, A. Formigoni, R.D. Shaver // Journal of Dairy Science. - Vol. 98 - № 1. – 2015. P. 1 – 11.

11. Hallauer, A. Evolution of plant breeding / A. Hallauer // Crop breeding and applied biotechnology. – 2011. – № 11. – P. 197 – 206.

12. Hristov, A.N. Effects of ensiling time on corn silage neutral detergent fiber degradability and relationship between laboratory fiber analyses and in vivo digestibility / A.N. Hristov, M.T. Harper, G. Roth, C. Canale, P. Huhtanen, T.L. Richard, K. DiMarco // Journal of Dairy Science. - Vol. 103. - № 3. – 2020. P. 1 – 14.

13. Liu, Y. Effect of Hybrid Type on Fermentation and Nutritional Parameters of Whole Plant Corn Silage / Y. Liu, G. Wang, H. Wu, Q. Meng, M.Z. Khan, Z. Zhou // Animals. - № 11. – 2021. P. 1 – 9.

14. Johnson, L.M. Corn Silage Management I: Effects of Hybrid, Maturity, and Mechanical Processing on Chemical and Physical Characteristics / L.M. Johnson, J.H. Harrison, D. Davidson, J.L. Robutti, M. Swift, W.C. Mahanna, K. Shinnors // Journal of Dairy Science. - Vol. 85. - № 4. – 2002. P. 833 – 853.

15. Thomas, E.D. Comparison of Corn Silage Hybrids for Yield, Nutrient Composition, In Vitro Digestibility, and Milk Yield by Dairy Cows / E.D. Thomas, P. Mandevu, C.S.

Ballard, C.J. Sniffen, M.P. Carter, J. Beck // Journal of Dairy Science. - Vol. 84. – № 10. – 2001. P. 2217 – 2226.

16. Troyer, A.F. Breeding early corn / A.F. Troyer // Speciality corns ed. By A.R. Hallauer. – CBS Pres, Boca Raton. – 1994. – P. 341 - 396.

17. Van Soest, P.J. The Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds: II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin / P.J. Van Soest // Official Agriculture Chemistry. – 1963. – № 46. – 829 p.

18. Van Soest, P.J. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of Plant Cell-Wall Constituents / P.J. Van Soest, R.H. Wine // Journal of the Association of Official Analytical Chemists. – 1967. – № 50. – P. 50 – 55.