

6. Экономическая эффективность производства молока на основе применения адресных комбикормов и премиксов с использованием компьютерной программы "AVA-рацион" / Н. П. Разумовский, А. А. Хрущев, Д. Т. Соболев, Е. А. Левкин // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2011. – Т. 47, вып. 2, ч. 1. – С. 317–321.

7. Соболев, Д. Т. Показатели белкового и углеводного обменов в сыворотке крови коров при использовании в их рационах премикса, обогащенного ниацином, биотином и цианкобаламином / Д. Т. Соболев, Н. П. Разумовский, В. Ф. Соболева // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2018. – Т. 54, вып. 3. – С. 47–50.

8. Эффективность использования премикса в рационе высокопродуктивных коров в период раздоя / М. М. Карпеня, В. Н. Подрез, Д. А. Орехво [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2024. – Т. 60, вып. 2. – С. 82–85. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-82-85.

9. Washington, D. C. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition / D. C. Washington // National Academies of Sciences, Engineering and Medicine. – 2021. – P. 28–32.

References.

1. Veterinarnye i tekhnologicheskie aspekty povysheniya produktivnosti i sohrannosti korov : mo-nografiya / N. I. Gavrichenko, V. S. Prudnikov, R. G. Kuz'mich [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – 332 s.

2. Mikulyonok, V. G. Tekhnologiya konstruirovaniya i izgotovleniya kombikormov, BVMD i premiksov dlya krupnogo rogatogo skota / V. G. Mikulyonok, M. M. Karpenya, A. M. Karpenya. – Vitebsk, 2022. – 186 s.

3. Karpenya, M. M. Molochnoe delo: uchebnik dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya po special'nosti «Zootekhniya» / M. M. Karpenya, V. N. Podrez, V. I. SHlyahunov. – Minsk : IVC Minfina, 2023. – S. 3–12.

4. Kot, E. G. Osobennosti fermentativnykh processov v rubce vysokoproduktivnykh korov v period suhostoya / E. G. Kot, V. P. Buchenko // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi. – 2015. – Т. 50, № 2. – С. 20–28.

5. Normy kormleniya krupnogo rogatogo skota : spravochnik / N. A. Popkov, V. F. Radchikov, A. I. Sahanchuk [i dr.] ; Nacional'naya akademiya nauk Belarusi, Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po zhivotnovodstvu. – ZHodino : NPC NAN Belarusi po zhivotnovodstvu, 2011. – 259 s.

6. Ekonomicheskaya effektivnost' proizvodstva moloka na osnove primeneniya adresnykh kombikormov i premiksov s ispol'zovaniem komp'yuternoj programmy "AVA-ration" / N. P. Razumovskij, A. A. Hrushchev, D. T. Soboлев, E. A. Levkin // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny» : nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2011. – Т. 47, вып. 2, ch. 1. – С. 317–321.

7. Sobelev, D. T. Pokazateli belkovogo i uglevodnogo obmenov v syvorotke krovi korov pri ispol'-zovanii v ih racionah premiksa, obogashchennogo niacinom, bioti-nom i cian-kobalaminom / D. T. Sobelev, N. P. Razumovskij, V. F. Sobeleva // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2018. – Т. 54, вып. 3. – С. 47–50.

8. Effektivnost' ispol'zovaniya premiksa v racione vysokoproduktivnykh korov v period razdoya / M. M. Karpenya, V. N. Podrez, D. A. Orekhvo [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2024. – Т. 60, вып. 2. – С. 82–85. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-82-85.

9. Washington, D. C. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition / D. C. Washington // National Academies of Sciences, Engineering and Medicine. – 2021. – R. 28–32.

Поступила в редакцию 05.01.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-1-71-76
УДК 638.12

МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИЙ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

*Рудак А.Н. ORCID ID 0009-0002-9971-8794, *Зяцк О.В. ORCID ID 0000-0002-6591-0553,

**Рудак Ан.Н. ORCID ID 0000-0002-1110-7183, *Галиновский А.А.

*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь

Проведен морфометрический и молекулярно-генетический анализ медоносных пчел, обитающих на территории Витебской области. На основании анализа изменчивости морфометрических признаков и полиморфизма локуса COI–COII мтДНК выявлено, что исследуемые пчелы пасек не являются чистопородными. Определено, что на пасеках Витебской области доминируют помесные формы медоносных пчел на основе южных пород. Однако преобладание доли встречаемости аллельного варианта PQ (67%) в данном регионе позволяет сделать вывод, что на территории Витебской области имеются метизированные семьи темной лесной пчелы *A. m. mellifera*, эволюционной линии *M*. **Ключевые слова:** порода, морфометрические признаки, межгенный участок COI–COII мтДНК, Dral –тест, гаплотип.

MORPHOMETRIC AND MOLECULAR GENETIC CHARACTERISTICS OF HONEY BEE POPULATIONS IN THE VITEBSK REGION

*Rudak A.N., *Zayats O.V., **Rudak An.N., *Galinsky A.A.

*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine" Vitebsk, Republic of Belarus

**RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry", Zhodino, Republic of Belarus

*A morphometric and molecular genetic analysis of honeybees inhabiting the Vitebsk region was conducted. Analysis of morphometric trait variability and mtDNA COI–COII locus polymorphism revealed that the bees in the apiaries studied were not purebred. Crossbred forms of honeybees based on southern breeds were found to predominate in the apiaries of the Vitebsk region. However, the prevalence of the PQ allelic variant (67%) in this region suggests that crossbred colonies of the dark forest honeybee *A. m. mellifera*, of the evolutionary lineage M, exist in the Vitebsk region. **Keywords:** breed; morphometric traits, mtDNA COI–COII intergenic region, DnaI test, haplotype.*

Введение. Пчелы являются опылителями, вносящими значительный вклад в глобальное производство продовольствия и биоразнообразия. Для обеспечения устойчивого развития в этих областях важна идентификация пород пчел, которая играет решающую роль в понимании биологии их поведения, что позволит рационально использовать имеющийся потенциал в охране окружающей среды и в сельскохозяйственном производстве [1].

В погоне за высокой продуктивностью и определенными поведенческими характеристиками, пчеловоды стали завозить пчел, не адаптированных к климатическим условиям зоны разведения. Это привело к значительным проблемам и изменениям в отрасли. Селекционеры часто работают с неместными экотипами, обладающими более желательными качествами и большей коммерческой ценностью, способствуя гибридизации. Недостатком этих экономически обусловленных процессов является растущая тенденция к однородности популяций медоносных пчел, что приводит к потере как генетического разнообразия, так и специфических адаптаций к местным условиям [2].

Изучение пород пчел на основе морфометрии остается чрезвычайно важным и сегодня, отражая наличие или отсутствие изоляции, поскольку в некоторых районах местная пчела гибридизируется из-за частых явлений импорта других пород и периодических неуправляемых миграций.

Однако в условиях возрастающей гибридизации пчел классического морфометрического метода идентификации недостаточно, необходимо использовать его в комплексе с молекулярно-генетическими методами анализа. Одним из таких методов является анализ полиморфизма локуса COI–COII мт ДНК [3].

Исследование митохондриальной ДНК *Apis mellifera* дает ценную информацию о генетической изменчивости, популяционной динамике и эволюционной траектории медоносных пчел. Изменчивость локуса COI–COII мтДНК обусловлена вариативностью длины (наличие/отсутствие последовательности P, количество повторяющихся последовательностей Q, возможные небольшие делеции в обеих) и нуклеотидными заменами. Структура и часть изменений доступны с помощью ПЦР–амплификации всего региона и анализа профилей рестрикции. Одним из наиболее полных и информативных методов исследования митохондриальных маркеров является тест DnaI, который широко используется в генетике медоносных пчел. На его основе были идентифицированы свыше 100 гаплотипов медоносной пчелы [4].

Цель исследований - определение породной принадлежности пчел на основе морфометрического и молекулярно-генетического методов.

Материалы и методы исследований. Морфометрические исследования проводились на кафедре генетики и разведения сельскохозяйственных животных им О.А. Ивановой УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

Объектом исследования являлись рабочие особи медоносной пчелы *Apis mellifera*, полученные с пасек Полоцкого, Россонского, Глубокского, Браславского, Лиозненского, Городокского, Докшицкого районов Витебской области.

Предметом исследования служили следующие показатели: длина хоботка, длина и ширина правого переднего крыла, длина и ширина 3–го тергита брюшка.

Для определения породной принадлежности медоносных пчел по морфометрическим признакам, отбор проб из пчелиных семей производился в июне. От каждой пчелиной семьи отбирали по 30 рабочих особей из центральной части гнезда, которых усыпляли холодом и фиксировали до препарирования в 96% этиловом спирте.

Для получения цифровых изображений использовался планшетный сканер Epson Perfection V300 Photo, имеющий сенсор типа CCD с разрешением 3200 т/дюйм. Измерение экстерьерных признаков пчел проводили в программном обеспечении, предназначенном для анализа изображений SCOPE PHOTO 3.0.

Оценку морфометрических признаков пчел проводили по методу, предложенному Г.А. Кожевниковым, доработанному В.В. Алпатовым в современном изложении НИИ пчеловодства [5].

Сопоставление полученных результатов морфометрических исследований проводили с общепринятыми стандартами из доступных литературных источников [6].

Для молекулярно–генетических исследований отбирали по 10 рабочих особей от семьи. Определение варибельности длины межгенного участка COI–COII мтДНК проводили по результатам генетического тестирования в лаборатории НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». Отобранные пробы пчел фиксировали в 96% этаноле и хранили до выделения ДНК при +4°C. Выделение ДНК осуществлялось из тканей груди медоносной пчелы с использованием набора для выделения ДНК “ДНК ЭКСТРАН 2” (Синтол, Москва), согласно протоколу производителя.

Анализ варибельности длины межгенного участка COI–COII мтДНК проводился с использованием ПЦР со специфическими праймерами.

ПЦР проводилась в амплификаторе Palm Cycler. Размер амплифицированных фрагментов ДНК определяли с помощью электрофореза в горизонтальной камере SE–1 Helicon, внося ПЦР–продукты в 2% агарозный гель с окраской бромистым этидием. Визуализацию ампликонов после электрофореза проводили с помощью облучения полученных гелевых пластин ультрафиолетом на установке трансиллюминатор UVT1.

С целью подтверждения эволюционных линий проводили ПЦР–ПДРФ–анализ. Продукты ПЦР подвергали рестрикции с использованием эндонуклеазы DraI SibEnzyme (DraI – тест).

Статистическая обработка результатов исследований выполнялась на персональном компьютере с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследований. По результатам проведенных исследований установлено, что медоносные пчелы демонстрируют минимальную генетическую дифференциацию в областях COI и COII их митохондриальной ДНК (мтДНК). Исследование выявило два варианта локуса: вариант Q – специфичен для пород южного происхождения (*A. m. carnica*, *A. m. caucasica*, *A. m. ligustica*) и вариант PQ – характерен для экотипа *A. m. mellifera* (среднерусской породы или аборигенного подвида темной лесной пчелы). У семей с аллельным вариантом Q амплифицированы фрагменты размером 500 п.н. и 550 п.н., с вариантом PQ – 600 п.н., 650 п.н., 750 п.н. Выявлены особи с разными аллелями внутри одной семьи 500/700 п.н. и 550/600 п.н.

Для подтверждения заключения о принадлежности пчел к определенной эволюционной линии проведен DraI – тест. По его результатам зарегистрированы следующие фрагменты рестрикции: у пчел с аллельным вариантом Q – фрагменты размером 400–420 п.н., у пчел с вариантом PQ – размером 480–500 п.н. Согласно карте рестрикции Garnery L. et al. (1993) [7], вариант Q соответствует гаплотипу C1, который характеризуется наличием фрагмента рестрикции 420–422 п.н., а вариант PQ соответствует гаплотипу M2 (483–487 п.н.). Разница в длине фрагментов может свидетельствовать о наличии вставок, делеций или однонуклеотидных полиморфизмов. Таким образом, установлены две различные материнские эволюционные линии, а именно линия C (Q) соответствует пчелам, обитающим в регионе северного Средиземноморья, и линия M (PQ) соответствует пчелам западноевропейского происхождения. Также оба гаплотипа (C и M) были зарегистрированы внутри одних и тех же семей, что указывает на наличие разных паттернов рестрикции и может быть результатом скрещивания между различными подвидами.

Проведен анализ доли встречаемости различных вариантов межгенной области COI–COII мтДНК в Витебской области (рисунок 1). На основании полученных данных можно сделать вывод, что аллельный вариант PQ является наиболее распространенным среди всех исследованных пчел. Это распределение может указывать на возможные адаптивные преимущества данного аллелотипа в конкретном регионе.

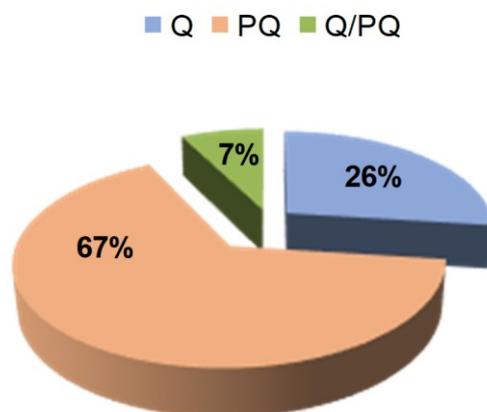


Рисунок 1 – Доля встречаемости различных аллельных вариантов локуса COI–COII мтДНК

Морфологические изменения имеют важное биологическое и экологическое значение для медоносных пчел, позволяя им адаптироваться к среде обитания. Чтобы сохранять тепло и поддерживать жизнедеятельность, медоносным пчелам необходимо увеличить потребление пищи и собирать больше пыльцы. Показатели, отражающие размер тела пчел, такие как крылья, тергиты и стерниты, также увеличиваются.

В наших исследованиях были оценены морфометрические показатели медоносных пчел, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Морфометрические показатели медоносных пчел с различной длиной межгенного участка локуса COI–COII мтДНК

Длина межгенного участка COI–COII, п.н.	Аллельный вариант	Кол–во семей / кол–во пчел, n	Длина хоботка, мм		Длина 3–го тергита брюшка, мм		Ширина 3–го тергита брюшка, мм	
			M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv
500	Q	6/180	6,31±0,013	2,95	2,27±0,004	2,56	4,90±0,010	2,90
550	Q	12/360	6,40±0,010*	3,07	2,28±0,004	3,51	4,89±0,009	3,53
В среднем по аллелю Q		18/540	6,37±0,008	3,10	2,28±0,003	3,24	4,89±0,007	3,33
600	PQ	39/1170	6,35±0,005	2,72	2,28±0,001***	2,63	4,92±0,004	3,19
650	PQ	3/90	6,35±0,019	2,92	2,25±0,006	2,83	4,85±0,015	3,12
750	PQ	5/150	6,30±0,012	2,47	2,26±0,004	2,46	4,90±0,013	3,35
В среднем по аллелю PQ		47/1410	6,35±0,004	2,72	2,27±0,001	2,64	4,92±0,004	3,22
500/700	Q/PQ	3/90	6,28±0,016	2,50	2,27±0,006	2,62	4,94±0,018	3,62
550/600	Q/PQ	2/60	6,32±0,024	3,01	2,26±0,006	2,35	4,87±0,019	3,05
В среднем по аллелю Q/PQ		5/150	6,30±0,014	2,73	2,27±0,004	2,51	4,91±0,013	3,47

Примечания: здесь и далее различия достоверны при * – $P \leq 0,05$, ** – $P \leq 0,01$, *** – $P \leq 0,001$.

По результатам морфометрических исследований установлено, что показатель длины хоботка по всем исследуемым группам составил 6,28–6,40 мм, что входит в диапазон стандарта среднерусской породы (6,0–6,4 мм). Наибольшая длина хоботка установлена у пчел аллельного варианта Q, у которых она составила 6,37 мм, что больше, чем у пчел аллельного варианта PQ, на 0,3% и варианта Q/PQ – на 1,1%. При этом у данного аллелотипа наибольшая длина хоботка была отмечена у пчел с длиной межгенного участка 550 п.н. и она была достоверно выше, чем в среднем по исследуемой группе пчел, на 0,5% ($P \leq 0,05$). Однако в группах 500 п.н., 550 п.н. выявлен аллель Q, соответствующий южным породам пчел, у которых данный показатель должен быть несколько больше. Это может быть связано с экологическими условиями обитания пчел. Согласно правилу Аллена, в более прохладном климате длина хоботка уменьшается, что характерно для Витебской области как самого северного региона Беларуси [8].

Во всех группах пчел показатель ширины третьего тергита брюшка составил 4,85–4,94 мм, что соответствует значениям стандарта основных пород пчел (среднерусская, карпатская, итальянская, кавказская). При этом достоверной разницы между различными аллельными вариантами установлено не было.

Показатель длины третьего тергита брюшка имел значения в пределах 2,25–2,28 мм, что характерно для южных подвидов пчел. Наибольшей длиной третьего тергита выделялись пчелы аллельного варианта Q, у которых он в среднем составил 2,28 мм, что больше, чем у вариантов PQ и Q/PQ, на 0,4%. Однако стоит заметить, что у пчел с длиной межгенного участка 600 п.н. длина третьего тергита была достоверно выше на 0,01 мм ($P \leq 0,001$), чем у всех пчел аллельного варианта PQ.

Коэффициенты вариации длины хоботка (2,47–3,1%), ширины (2,90–3,62%) и длины (2,35–3,51%) третьего тергита брюшка имели сравнительно низкие значения, что свидетельствует об однородности исследуемых пчел по указанным признакам.

Одними из наиболее важных морфометрических показателей являются значения длины и ширины переднего крыла. Указанные параметры, определенные у медоносных пчел с различной длиной межгенного участка локуса COI–COII мтДНК, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфометрические показатели крыльев медоносных пчел с различной длиной межгенного участка локуса COI–COII мтДНК

Длина межгенного участка COI–COII, п.н.	Аллельный вариант	Кол–во семей / кол–во пчел, п	Длина переднего крыла, мм		Ширина переднего крыла, мм	
			M±m	Cv	M±m	Cv
500	Q	6/180	9,31±0,013	1,92	3,14±0,005	2,47
550	Q	12/360	9,37±0,012	2,49	3,16±0,004*	2,47
В среднем по аллелю Q		18/540	9,35±0,009	2,33	3,15±0,003	2,49
600	PQ	39/1170	9,34±0,005	1,84	3,16±0,002	2,57
650	PQ	3/90	9,30±0,020	2,05	3,16±0,008	2,54
750	PQ	5/150	9,37±0,013*	1,81	3,17±0,005	1,94
В среднем по аллелю PQ		47/1410	9,34±0,004	1,86	3,16±0,002	2,53
500/700	Q/PQ	3/90	9,36±0,015*	1,52	3,17±0,008	2,48
550/600	Q/PQ	2/60	9,27±0,021	1,83	3,17±0,010	2,53
В среднем по аллелю Q/PQ		5/150	9,32±0,013	1,70	3,17±0,006	2,49

Анализ данных таблицы 2 позволил установить, что значение длины переднего крыла варьировало от 9,27 до 9,37 мм. Самое высокое значение данного показателя регистрировалось в группах 750 п.н. и 550 п.н., у которых оно составило 9,37 мм, при этом у пчел с длиной межгенного участка 750 п.н. данный показатель был достоверно выше ($P \leq 0,05$), чем по всему аллельному варианту PQ.

Значение ширины переднего крыла колебалось в пределах 3,14–3,17 мм. Наибольшая ширина переднего крыла была установлена у пчел аллельного варианта Q/PQ, по которому они превосходили аллельные варианты Q и PQ соответственно на 0,6 и 0,3%.

Закключение. На основании анализа изменчивости морфометрических признаков и полиморфизма локуса COI–COII мтДНК установлено, что исследуемые пчелы пасек не являются чистопородными. Можно сделать вывод, что на пасеках Витебской области доминируют помесные формы медоносных пчел на основе южных пород. Однако преобладание доли встречаемости аллельного варианта PQ (67%) в данном регионе позволяет сделать вывод, что на территории Витебской области имеются метизированные семьи темной лесной пчелы *A. m. mellifera*, эволюционной линии M.

Conclusion. Based on the analysis of morphometric trait variability and mtDNA COI–COII locus polymorphism, it was established that the studied bees in the apiaries are not purebred. It can be concluded that hybrid forms of honey bees based on southern breeds predominate in the apiaries of the Vitebsk region. However, the predominance of the PQ allelic variant (67%) in this region suggests that there are crossbred colonies of the dark forest honeybee *A. m. mellifera*, the evolutionary lineage M, in the Vitebsk region.

Список литературы.

1. Рудак, А. Н. Значение медоносных пчел в эффективности аграрной экономики / А. Н. Рудак // Наше сельское хозяйство. – 2024. – № 17(337). – С. 80–83.
2. Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera* / M. D. Meixner, M. A. Pinto, M. Bouga [et al.] // *Journal of Apicultural Research*. – 2013. – 52 (4). – P. 1–28. – <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.05>.
3. Гузенко, Е. В. Методы идентификации таксономической принадлежности медоносных пчел *Apis mellifera* L / Е. В. Гузенко, А. И. Царь, В. А. Лемеш // *Молекулярная и прикладная генетика*. – 2022. – Т. 32. – С. 107–120. – DOI 10.47612/1999-9127-2022-32-107-120.
4. Genetic diversity of the west European honey bee (*Apis mellifera mellifera* and *A. m. iberica*) I. Mitochondrial DNA / L. Garnery, P. Franck, E. Baudry [et al.] // *Genet Sel Evol*. – 1998. – 30 (Suppl 1). – P. 31–47. – <https://doi.org/10.1186/1297-9686-30-S1-S31>.
5. Методика измерения экстерьерных признаков медоносных пчел : СТО 00669424-001–2021. – Введ. 16.12.21. – Рыбное : Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ПЧЕЛОВОДСТВА» (ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства»), 2021. – 36 с.
6. Алпатов, В. В. Породы медоносной пчелы / В. В. Алпатов. – Москва : МОИП, 1948. – 183 с.
7. Simple test using restricted PCR-amplified mitochondrial DNA to study the genetic structure of *Apis mellifera* L. / L. Garnery, M. Solognac, G. Celebrano [et al.] // *Experientia*. – 1993. – Vol. 49. – P. 1016–1021. – <https://doi.org/10.1007/BF02125651>.
8. Быкова, Т. О. Некоторые морфометрические показатели рабочих пчел *Apis mellifera* Linnaeus из частных пасек крымских пчеловодов / Т. О. Быкова, Д. С. Лисовая, А. В. Ивашов // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология. Химия*. – 2024. – Т. 10, № 4. – С. 26–39. – DOI 10.29039/2413-1725-2024-10-4-26-39.

References.

1. Rudak, A. N. Znachenie medonosnyh pchel v effektivnosti agrarnoj ekonomiki / A. N. Rudak // *Nashe sel'skoe hozyajstvo*. – 2024. – № 17(337). – S. 80–83.

2. Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera* / M. D. Meixner, M. A. Pinto, M. Bouga [et al.] // *Journal of Apicultural Research*. – 2013. – 52 (4). – P. 1–28. – <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.05>.

3. Guzenko, E. V. Metody identifikacii taksonomicheskoy prinadlezhnosti medonosnyh pchel *Apis mellifera* L / E. V. Guzenko, A. I. Car', V. A. Lemesh // *Molekulyarnaya i prikladnaya genetika*. – 2022. – T. 32. – S. 107–120. – DOI 10.47612/1999-9127-2022-32-107-120.

4. Genetic diversity of the west European honey bee (*Apis mellifera mellifera* and *A. m. iberica*) I. Mitochondrial DNA / L. Garnery, P. Franck, E. Baudry [et al.] // *Genet Sel Evol*. – 1998. – 30 (Suppl 1). – P. 31–47. – <https://doi.org/10.1186/1297-9686-30-S1-S31>.

5. Metodika izmereniya ekster'ernyh priznakov medonosnyh pchyl : STO 00669424-001–2021. – Vved. 16.12.21. – Rybnoe : Federal'noe Gosudarstvennoe Byudzhethnoe Nauchnoe Uchrezhdenie «FEDERAL'NYJ NAUCH-NYJ CENTR PCHELOVODSTVA» (FGBNU «FNC pchelovodstva»), 2021. – 36 s.

6. Alpatov, V. V. Porody medonosnoj pchely / V. V. Alpatov. – Moskva : MOIP, 1948. – 183 s.

7. Simple test using restricted PCR-amplified mitochondrial DNA to study the genetic structure of *Apis mellifera* L. / L. Garnery, M. Solignac, G. Celebrano [et al.] // *Experientia*. – 1993. – Vol. 49. – P. 1016–1021. – <https://doi.org/10.1007/BF02125651>.

8. Bykova, T. O. Nekotorye morfometricheskie pokazateli rabochih pchel *Apis mellifera* Linnaeus iz chastnyh pasek krymskih pchelovodov / T. O. Bykova, D. S. Lisovaya, A. V. Ivashov // *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Seriya: Biologiya. Himiya*. – 2024. – T. 10, № 4. – S. 26–39. – DOI 10.29039/2413-1725-2024-10-4-26-39.

Поступила в редакцию 01.10.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-1-76-81

УДК 636.085.2

ВЛИЯНИЕ ФАЗЫ ВЕГЕТАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ КОРМА НА РАСТВОРИМОСТЬ И РАСЩЕПЛЯЕМОСТЬ СЫРОГО ПРОТЕИНА КОСТРЕЦОВО-ЛЮЦЕРНОВОЙ ТРАВΟΣМЕСИ

Токарев В.С., Лисунова Л.И.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Важными показателями качества протеина являются его растворимость и расщепляемость в организме животных.

В связи с этим была проведена оценка качества протеина кострцево-люцерновой травосмеси по степени его растворимости и расщепляемости при заготовке сена, силоса и сенажа.

Была исследована кострцево-люцерновая травосмесь (в соотношении 60:40), как наиболее распространенная в кормопроизводстве, в 5 фазах вегетации растений: кущение злаков и ветвление бобовых, выход в трубку злаков и стеблевание бобовых, колошение злаков и бутонизация бобовых, цветения и плодоношения. Травосмесь была законсервирована на силос, сенаж и сено. Установлено снижение растворимости и расщепляемости сырого протеина травосмеси в период от фазы всходов и весеннего отрастания до начала плодоношения, соответственно с 64,5 до 51,44% ($P<0,001$) и с 83,39 до 74,49% ($P<0,001$).

*Приготовление сенажа и сена из травосмеси в фазу колошения кострца безостого и бутонизации люцерны способствует снижению растворимости протеина соответственно до 51,8 ($P<0,05$) и 50,10% ($P<0,01$) по сравнению с исходной зеленой массой. Технология заготовки сена не оказывает существенного влияния на расщепляемость сырого протеина, в то время как технология заготовки сенажа способствовала снижению этого показателя до 73,73% ($P<0,05$) по сравнению с исходной зеленой массой. **Ключевые слова:** зеленая масса, силос, сенаж, сено, химический состав, растворимость и расщепляемость протеина.*

THE EFFECT OF THE VEGETATION PHASES AND TECHNIQUES OF FEED PREPARATION ON SOLUBILITY AND BREAKDOWN OF CRUDE PROTEIN IN BROME-ALFALFA GRASS MIXTURE

Tokarev V.S., Lisunova L.I.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

Important indicators of protein quality are its solubility and breakdown in the animal body.

In this regard, we evaluated the protein quality in the brome-alfalfa grass mixture in relation to the degree of the solubility and breakdown in the preservation of silage and haylage.

The brome-alfalfa grass mixture was studied (in the ratio 60:40) as the most common in feed production. For research, 5 phases of plant vegetation were considered: cereals tillering and legumes branching; cereals tube formation and legumes stem emergence; cereals earing and legumes budding; flowering and fruiting. Grass mixture was preserved for silage, haylage and hay. The decrease of solubility and crude protein breakdown in the grass mixture was found in the period from the phases of seedlings and spring growth to fruiting, from 64.5 to 51.44% ($p<0,001$) and from 83.39 to 74.49% ($p<0,01$) respectively.

Preparation of haylage and hay from grass mixture at the earing stage of smooth brome and budding of alfalfa promotes decreasing of protein solubility to 51.8% ($p<0,05$) and 50.10% ($p<0,01$) respectively as compared to the initial green mass. The technology of hay preparation has no significant effect on the breakdown of crude protein, while