

Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво». – 2014. – Вип. 2/2 (25), – С. 3-9. 3. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учебное пособие [для биол. спец. вузов] / Г. Ф. Лакин – (4-е изд., перераб. и доп.). – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с. 4. Микитюк, Д. М. Програма селекції української червоної молочної породи великої рогатої худоби на 2003-2012 роки / Д. М. Микитюк, А. М. Литовченко, В. П. Буркат, Ю. П. Полупан, М. С. Гавриленко та ін. – Київ, 2004. – 216 с. 5. Піддубна, Л. М. Молочна продуктивність і відтворна здатність корів-первісток української чорно-рябої молочної породи залежно від живої маси та віку отелення / Л. М. Піддубна, Д. В. Захарчук // Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. – 2013. – № 1 (35). – Том 2. – С. 141-148.

Статья передана в печать 20.09.2017 г.

УДК 636.4:577.21

АНАЛИЗ АССОЦИИАЦИИ МЕЖДУ МАРКЕРАМИ STR-ЛОКУСОВ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМИ КАЧЕСТВАМИ СВИНОМАТОК КРУПНОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ

Луговой С.И., Крамаренко С.С., Лихач А.В., Крамаренко А.С.
Николаевский национальный аграрный университет, г. Николаев, Украина

Полиморфизм локусов микросателлитов ДНК был использован в качестве маркера воспроизводительных качеств при исследовании 123 свиноматок крупной белой породы, принадлежащих двум хозяйствам. Установлено, что имеется связь между генотипами локусов SW24, SW72, SW951, S0386 и S0355 и общим количеством поросят при рождении, многоплодием и количеством поросят при отъеме. **Ключевые слова:** репродуктивные качества, локусы микросателлитов ДНК, маркер-зависимая селекция, свиньи, крупная белая порода.

THE ANALYSIS OF THE ASSOCIATION BETWEEN STR-LOCI AND REPRODUCTIVE TRAITS OF THE LARGE WHITE BREED SOWS

Lugovoy S.I., Kramarenko S.S., Lykhach A.V., Kramarenko A.S.
Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

In 123 the Large White sows are taken from two populations, the STR-loci polymorphisms were assessed as candidate genes for the reproductive traits. The SW24, SW72, SW951, S0386 and S0355 loci genotypes was found to affect to total number of piglets born, number of piglets born alive and number of piglets weaned. **Key-words:** reproductive traits, microsatellite loci DNA, marker assisted selection, pigs, the Large White breed.

Введение. Молекулярно-генетические методы лежат в основе генной диагностики, используются при сертификации существующих пород и популяций животных, в маркер-зависимой селекции, при установлении связей между локусами количественных признаков и маркерными генами. В настоящее время, используя методы молекулярной биологии, информацию о генетических маркерах и их связи с хозяйственно полезными признаками появилась возможность вести селекционный процесс на качественно новом уровне [1]. Основным инструментом в работах европейских исследователей являются высокополиморфные генетические маркеры – микросателлиты ДНК (МС-ДНК). В геноме свиней насчитывается около 65-100 тыс. микросателлитных локусов [2].

МС-ДНК обычно рассматриваются как нейтральные молекулярно-генетические маркеры, однако в последние годы появилось много сообщений, в которых приведены эмпирические данные о возможной связи между наличием/отсутствием определенных аллелей (или генотипов) для МС-ДНК и продуктивными качествами сельскохозяйственных животных. Так, была отмечена связь полиморфизма МС-ДНК с удоем и качественными показателями молока КРС [3, 4], с живой массой и яичной продуктивностью кур [5, 6], с уровнем развития репродуктивных качеств овец [7, 8] и коз [9]. Для дикого кабана была обнаружена аллеле-специфичная ассоциация МС-ДНК с вероятностью развития туберкулезной инфекции [10].

Таким образом, основной целью нашего исследования стал анализ ассоциаций между генетическим полиморфизмом МС-ДНК и воспроизводительными качествами свиней крупной белой породы.

Материалы и методы исследований. Для исследования были использованы данные генетического полиморфизма пяти локусов МС-ДНК (SW24, SW72, SW951, S0386 и S0355) свиней крупной белой породы (КБП) из двух хозяйств, которые находятся в Херсонской (ОО «Таврийские свиньи», n=51; ТС) и Николаевской (СХЧП «Техмет-Юг», n=72; ТМЮ) областях Украины. Исследовались свиноматки, которые имели не менее пяти опоросов.

Материалом для выделения ДНК были образцы ткани (ушные выщипы) свиней. Все лабораторные исследования проводили в условиях лаборатории молекулярной генетики и цитогенетики животных Центра биотехнологии и молекулярной диагностики Всероссийского научно-исследовательского института животноводства им. Л.К. Эрнста (ВНИИЖ) Россельхозакадемии. Выделение ДНК проводили с помощью колонок фирмы Nexttec и с использованием набора реагентов D1AtomTM DNA Prep100. Анализ ДНК и постановку ПЦР осуществляли, используя мето-

дики ВНИИЖ им. Л.К. Эрнста [11]. Мультиплексный анализ 12 локусов микросателлитов проводили на генетическом анализаторе ABI Prism 3130x1. Обработку данных капиллярного электрофореза проводили путем перевода длин фрагментов в числовое выражение на основании сравнения их подвижности со стандартом ДНК.

Для каждой свиноматки были использованы показатели воспроизводительных качеств – общее количество поросят при рождении (КПР), многоплодие (КЖП) и количество поросят при отъеме (КПО) – в разрезе первых пяти опоросов. Весь статистический анализ основывался на проверке статистической гипотезы об отсутствии связи между показателями воспроизводительных качеств свиноматок (в среднем - за 1-5-й опоросы) и наличием/отсутствием в их индивидуальном генотипе определенных аллелей исследованных локусов МС-ДНК. Все расчеты были проведены с использованием пакета прикладных программ STATISTICA v. 7.0 (StatSoft Inc.).

Результаты исследований. Локус SW24. Наибольшую частоту у исследованных особей имели три аллеля – SW24¹⁰⁷, SW24¹⁰⁹ та SW24¹¹³. Установлено, что особи, у которых в генотипе представлены разные аллели, достоверно отличались по многоплодию ($F=2,74$; $df_1=2$; $df_2=71$; $p=0,041$). Так, особи, имеющие аллель SW24¹⁰⁷, характеризовались более низким уровнем многоплодия (9,25 живых поросят при рождении) по сравнению с особями, имевшими в генотипе аллели SW24¹⁰⁹ и SW24¹¹³ (10,10-10,30 поросят, соответственно). Однако, данная зависимость была отмечена только у животных, принадлежащих ООО «Таврийские свиньи», тогда как у свиноматок, которые содержались в СХЧП «Техмет-Юг», достоверной связи между репродуктивными качествами и генотипом не установлено (рисунок 1).

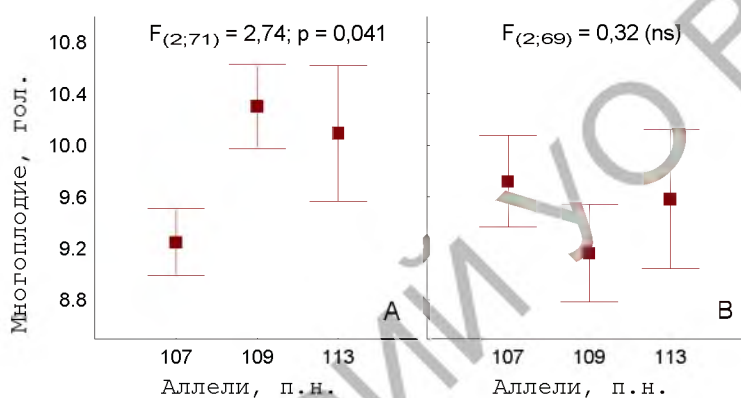


Рисунок 1 – Связь между наличием в генотипе различных аллелей локуса SW24 и показателями многоплодия свиноматок различных популяций: А – ООО «Таврийские свиньи», В – СХЧП «Техмет-Юг»

Локус SW72. Наиболее распространенными в исследованных особей были пять аллелей – SW72¹⁰³, SW72¹⁰⁵, SW72¹¹¹, SW72¹¹³ и SW72¹¹⁵. Установлено, что особи из СХЧП «Техмет-Юг», имеющие различные аллели по данному локусу, достоверно отличались по показателю многоплодия ($F=3,47$; $df_1=4$; $df_2=112$; $p=0,041$), а также по количеству поросят при отъеме ($F=3,05$; $df_1=4$; $df_2=110$; $p=0,003$). Особи, имевшие в генотипе аллель SW72¹⁰³, характеризовались более высоким уровнем многоплодия (10,42 живых поросят при рождении), тогда как особи, имевшие в генотипе любой другой аллель, характеризовались более низкими показателями многоплодия (8,59-9,19 поросят) (рисунок 2). Аналогично, у свиноматок с аллелем SW72¹⁰³ среднее количество поросят при отъеме составляло 9,27 особей, тогда как у животных с другими аллелями значение этого показателя варьировала в пределах 7,32-8,52 поросят.

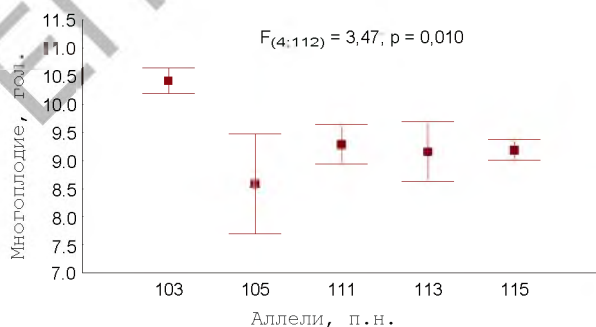


Рисунок 2 – Связь между наличием в генотипе различных аллелей локуса SW72 и показателями многоплодия свиноматок (СХЧП «Техмет-Юг»)

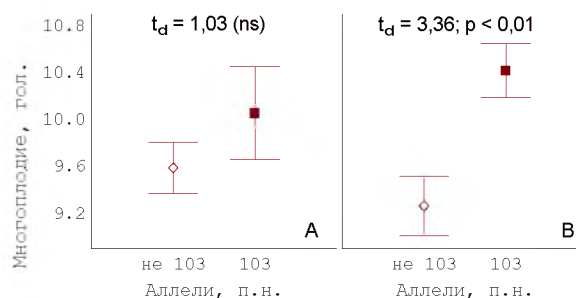


Рисунок 3 – Влияние наличия в генотипе аллеля SW72¹⁰³ и показателей многоплодия свиноматок различных популяций: А – ООО «Таврийские свиньи», В – СХЧП «Техмет-Юг»

Характерно, что аллель $SW72^{103}$ был маркером высоких показателей независимо от принадлежности животных к тому или иному хозяйству. И хотя для свиноматок ООО «Таврийские свиньи» отмечается лишь некоторая тенденция к увеличению уровня многоплодия у животных, имевших в генотипе данный аллель, для свиноматок СХЧП «Техмет-Юг» разница между животными, которые имели и не имели аллель $SW72^{103}$ по многоплодию, была достоверной на втором уровне значимости (рисунок 3).

Локус $SW951$. В исследованных особей чаще всего встречались четыре аллеля: $SW951^{120}$, $SW951^{122}$, $SW951^{124}$ и $SW951^{128}$. Было установлено, что особи, принадлежащие ООО «Таврийские свиньи», имеющие в генотипе разные аллели, достоверно отличаются по показателю общего количества поросят при рождении ($F=3,38$; $df_1=3$; $df_2=72$; $p=0,023$). Так, особи, имеющие аллель $SW951^{122}$, характеризовались наименьшим общим количеством поросят при рождении (10,05 поросят), сравнительно с особями, имевшими в генотипе любой другой аллель, которые характеризовались более высокими оценками показателя (11,03-11,68 поросят). При этом данная зависимость проявлялась лишь у свиноматок, принадлежащих ООО «Таврийские свиньи», тогда как у животных из СХЧП «Техмет-Юг» подобная связь отмечена не была (рисунок 4).

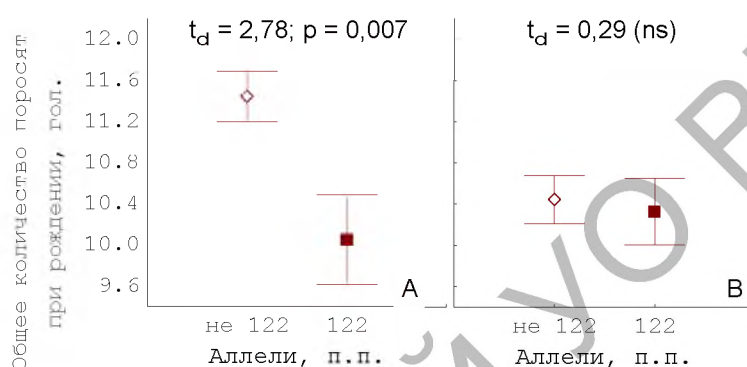


Рисунок 4 – Связь между наличием в генотипе различных аллелей локуса $SW951$ и КПР у свиноматок различных популяций: А – ООО «Таврийские свиньи», В – СХЧП «Техмет-Юг»

С другой стороны, у свиноматок СХЧП «Техмет-Юг» была отмечена достоверная ассоциация между наличием/отсутствием определенных аллелей локуса $SW951$ и средним количеством поросят при отъеме ($F=3,44$; $df_1=3$; $df_2=113$; $p=0,019$). Животные с аллелем $SW951^{128}$ характеризовались более низким количеством поросят при отъеме (7,22 поросят), по сравнению со свиноматками, в генотипе которых встречались другие аллели (8,43-9,27 поросят).

Локус $S0386$. Наиболее распространенными у исследованных особей были четыре аллеля – $S0386^{174}$, $S0386^{176}$, $S0386^{178}$ и $S0386^{184}$. Особи, принадлежащие СХЧП «Техмет-Юг», имеющие в генотипе разные аллели, достоверно отличались по показателю общего количества поросят при рождении ($F=6,26$; $df_1=3$; $df_2=111$; $p<0,001$). Так, аллель $S0386^{178}$ оказывается маркером повышения общего количества поросят при рождении (13,87 поросят), тогда как особи, имевшие в генотипе другие аллели, характеризовались более низкими оценками данного показателя (10,10-10,80 поросят) (рисунок 5).

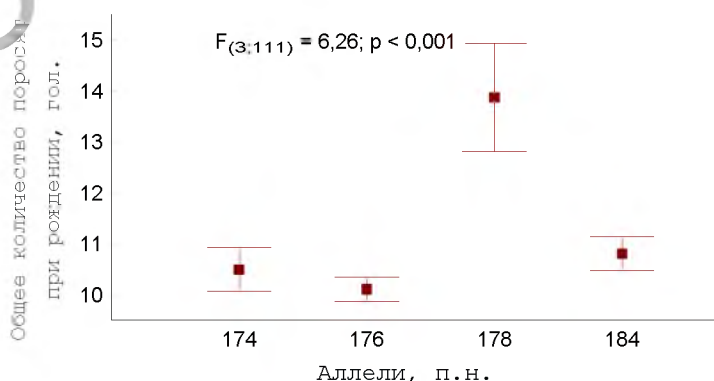
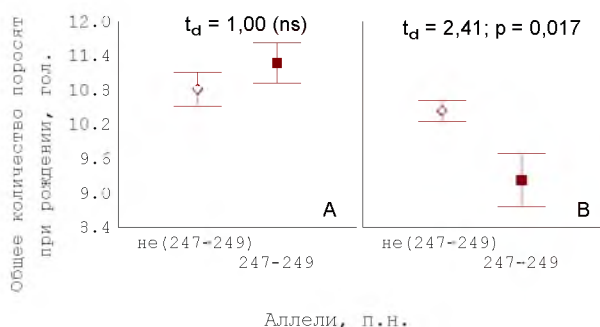


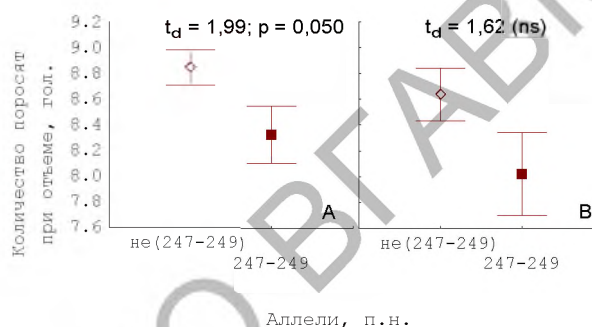
Рисунок 5 – Связь между наличием в генотипе различных аллелей локуса $S0386$ и КПР у свиноматок СХЧП «Техмет-Юг»

Локус $S0355$. Наиболее распространенными у исследованных особей были четыре аллеля с длиной в 245, 247, 249 и 273 п.н. Характерной особенностью этого локуса является то, что

достоверная ассоциация была отмечена не с наличием определенного аллеля, а интервала аллелей. Так, для особей СХЧП «Техмет-Юг», имеющих в генотипе аллели $S0355^{247-249}$, была отмечена более низкая оценка общего количества поросят при рождении (9,23 поросят) и многоплодия (8,77 поросят) по сравнению со свиноматками, которые не имели данных аллелей (9,90-10,44 поросят). Для обоих показателей эта разница была достоверной (для общего количества поросят при рождении: $p=0,017$; для многоплодия: $p=0,015$). Данная зависимость отмечается только для животных, содержащихся в СХЧП «Техмет-Юг», тогда как для свиноматок ООО «Таврийские свиньи» связь между наличием/отсутствием в генотипе аллели $S0355^{247-249}$ и общим количеством поросят при рождении не установлена (рисунок 6). Но, с другой стороны, для животных из двух хозяйств был отмечен однонаправленный характер изменчивости количества поросят при отъеме у животных, имевших (или не имевших) в генотипе аллели $S0355^{247-249}$ (рисунок 7).



Аллели, п.н.



Аллели, п.н.

Рисунок 6 – Связь между наличием в генотипе различных аллелей локуса $S0355$ и КПП свиноматок различных популяций: А – ООО «Таврийские свиньи», В – СХЧП «Техмет-Юг»

Рисунок 7 – Влияние наличия в генотипе аллелей $S0355^{247-249}$ и КПО свиноматок различных популяций: А – ООО «Таврийские свиньи», В – СХЧП «Техмет-Юг»

Ранее уже отмечалось наличие корреляции между присутствием/отсутствием определенных аллелей по локусам МС-ДНК и продуктивностью свиней (в том числе и репродуктивными качествами свиноматок). Так, свиноматки, полученные в результате скрещивания крупной белой породы и породы мейшан, демонстрировали аллеле-специфическую ассоциацию в отношении микросателлитного локуса, фланкирующего ген *FSHB* – особи с генотипом 118/118 достоверно превышали по показателю числа поросят при отъеме свиноматок с генотипом 98/98 и 98/118, а также имели достоверно более высокую массу гнезда и массу одного поросенка при отъеме, чем особи с генотипом 98/98 [12]. Аналогично была обнаружена достоверная корреляция между генотипом микросателлита, присутствующего в локусе *IGF1*, и репродуктивными качествами помесных свиноматок злотницкой пятнистой и крупной белой пород [13].

С другой стороны, отмеченные закономерности могут быть породо- или даже популяционно-специфичными. Так у свиней крупной белой породы была отмечена достоверная связь между толщиной шпика и присутствием в генотипе аллелей 352 и 354 п.н. интронного микросателлита гена *LEPR*, хотя у свиней породы ландрас аналогичная корреляция не выявлена. С другой стороны, у свиней породы ландрас была отмечена ассоциация между присутствием аллели 251 п.н. интронного микросателлита гена *A-FABP* и более низкими оценками толщины шпика, но более высокими оценками содержания внутримышечного жира [14].

Заключение. В результате исследования была установлена аллелеспецифичная ассоциация пяти локусов МС-ДНК и репродуктивных качеств свиноматок крупной белой породы на примере двух хозяйств Украины. Выявлено, что более высоким многоплодием характеризовались свиноматки, имевшие в генотипе аллели $SW24^{109}$ и $SW24^{113}$, $SW72^{103}$. Аллель $S0386^{178}$ оказался маркером повышения общего количества поросят при рождении, а в то же время особи, имеющие аллель $SW951^{122}$, характеризовались наименьшими значениями данного признака.

Однако, отмеченные закономерности большей частью являются популяционно-специфичными, что обуславливает необходимость дальнейшего углубленного изучения данного вопроса.

Работа выполнена в рамках госбюджетных тематик Министерства образования и науки Украины (номера государственной регистрации 0110U004768 и 0117U000485).

Литература. 1. Брем, Г. Использование в селекции свиней молекулярно-генной диагностики злокачественного гипертермического синдрома (MHS) / Г. Брем, Б. Бренинг // Генетика. – 1993. – Т. 29, № 6. – С. 1009-1013. 2. Nidup, K. Genetic diversity of domestic pigs as revealed by microsatellites: a mini-review / K. Nidup, C. Moran // Genomics and Quantitative Genetics. – 2011. – V. 2. – P. 5-18. 3. Association analysis between microsatellite DNA markers and milk yield and its components in Egyptian buffaloes using a random regression model // [W. Mekawy, Y. M. Hafez, M. Attia et al.] // Egyptian J. Anim. Prod. – 2012. – V. 49 (1). – P. 9-18. 4. The association between microsatellite Bm6438 and milk performance traits in Polish Holstein-Friesian

- cattle // [T. Zabolewicz, U. Czarnik, J. Strychalski et al.] // Czech J. Anim. Sci. – 2011. – V. 56. – P. 107-113. 5. Microsatellite variability and its relationship with growth, egg production, and immunocompetence traits in chickens // [R. Chatterjee, R. P. Sharma, T. K. Bhattacharya et al.] // Biochem. Genet. – 2010. V. 48. – P. 71-82. 6. Association between microsatellite genotypes and body weight at different ages in indigenous chicken ecotypes // [B. H. Rudresh, A. M. Kotresh, M. Ashok et al.] // Vet. Sci. Res. J. – 2016. – V. 7 (1). – P. 1-8. 7. OLA-DRB1 microsatellite variants are associated with ovine growth and reproduction traits // [G. Hermann, R. M. Manzoor, W. K. Andreas et al.] // Genet. Sel. Evol. – 2006. – V. 38. – P. 431-444. 8. Association of microsatellite markers with production traits in Santa Inês and crossbred sheep // [C. D. Petroli, S. R. Paiva, T. P. Paim et al.] // Arch. Vet. Sci. – 2014. – V. 19 (1). – P. 7-16. 9. Polymorphism of four microsatellites and their polymerisation effect on litter size in Boer goats // [J. G. Wang, J.X. Hou, G. Li et al.] // Electronic Journal of Biotechnology. – V. 16(4). – P. 1-10. <http://dx.doi.org/10.2225/vol16-issue4-fulltext-13>. 10. Amos W. A new test for genotype–fitness associations reveals a single microsatellite allele that strongly predicts the nature of tuberculosis infections in wild boar // W. Amos, K. W. Acevedo-Whitehouse // Mol. Ecol. Resour. – 2009. – V. 9. – P. 1102-1111. 11. Методические рекомендации по использованию метода полимеразной цепной реакции в животноводстве // [Н. А. Зиновьева, А. Н. Попов, Л. К. Эрнст и др.]. – Дубровицы, 1998. – 48 с. 12. Association of a microsatellite flanking FSHB gene with reproductive traits and reproductive tract components in pigs // [F. E. Li, S. Q. Mei, C. Y. Deng et al.] // Czech J. Anim. Sci. – 2008. – V. 53 (4). – P. 139-144. 13. Korwin-Kossakowska A. Associations between the microsatellite DNA sequence in the IGF1 gene, polymorphism in the ESR gene and selected reproduction traits in F1 (Zlotnicka Spotted × Polish Large White) sows // A. Korwin-Kossakowska, G. Sender, J. Kurył // Animal Science Papers and Reports. – 2004. – V. 22 (2). – P. 215-226. 14. Polymorphism of intronic microsatellites in the A-FABP and LEPR genes and its association with productive traits in the pig // [A. Chmurzyńska, M. Maćkowski, M. Szydłowski et al.] // J. Anim. Feed Sci. – 2004. – V. 13. – P. 615-624.

Статья передана в печать 11.10.2017 г.

УДК 636.2.085.553

ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОПТИМИЗИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ ГОЛШТИНИЗИРОВАННЫХ КОРОВ, АДАПТИРОВАННЫХ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Микуленок В.Г., Зенькова Н.Н.

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

В статье приводятся результаты научно обоснованного анализа неиспользованных резервов производства и использования травяных кормов и комбикормов-концентратов с целью увеличения молочной продуктивности высокопродуктивных коров. **Ключевые слова:** травяные корма, комбикорм-концентраты, высокопродуктивные коровы.

CAUSAL ANALYSIS OF THE FORMATION OF THE SYSTEM OF OPTIMIZED FEEDING OF GOLSHTINIZED COWS, ADAPTED IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Mikulienok V.G., Ziankova N.N.

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

The article presents results of scientifically sound analysis untapped reserves of the production and use of herbal fodder and fodder-concentrates, in order to increase milk productivity of high-producing cows. **Keywords:** herbal food, fodder-concentrates, high-yield cows.

Введение. В Республике Беларусь успешно осуществляется голштинизация дойного стада, и это - один из важнейших приемов в повышении молочной продуктивности.

Учитывая тот факт, что голштинская порода более требовательна к уровню и качеству кормления, следует понимать, что использование упрощенных методов кормления может привести к нереализованности приобретенных улучшенных породных свойств коров, при этом создать проблему в виде заболеваний алиментарного характера.

В последние годы внедрено немало научно-практических достижений по совершенствованию кормовой базы с целью увеличению молочной продуктивности и долголетия коров:

- выросла урожайность кормовых культур за счет увеличения объемов их возделывания на пахотных землях и более ответственного подхода к выполнению элементов технологий;
- расширен источник получения белка за счет использования бобовых трав (люцерна посевная, галега восточная, донник белый и др.) и продуктов переработки рапса (жмыхи, шроты);
- с целью сохранения питательных веществ в кормах широко используется технология заготовки травяных кормов из провяленных многолетних трав в полимерной упаковке, заготовка кормов с применением кислородно-барьерной системы «Силостоп» и др.;
- большинство рационов обогащается комбикормами;
- для контроля сбалансированности рационов все чаще используют анализ химического состава кормов (сухое вещество; сырые - протеин, клетчатка, жир; кальций, фосфор, каротин), а также определяют их качество с учетом органолептических показателей, наличия и уровня