

ХОХЛОВ А. М.[✉], ФЕДЯЕВА А. С., ДАНИЛОВА Т. Н., ГОНЧАРОВА И. И., ЦЕРЕНЮК А. Н.
Харьковская государственная зооветеринарная академия,
Украина, 62341, Харьковская область, Дергачевский район, пгт. Малая Даниловка,
ул. Академическая, 1
[✉] genetiks.hdzva@gmail.com, (057) 635-73-89

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ДОМАШНИХ И ДИКИХ СВИНЕЙ

Цель. Решающим фактором преобразования видов, в том числе свиньи, явилась domestикация, то есть изменения в результате приручения и разведения в условиях искусственной среды. Филогенез свиней шел по цепи дикий кабан (*Sus scrofa ferus*) – приручение – примитивная домашняя свинья – аборигенная, хорошо приспособленная к местным условиям; достаточно продуктивная свинья – порода крупных размеров сального типа – узкоспециализированная современная порода легкого типа (*Sus scrofa domestica*). Современные исследования показывают, что в процессе одомашнивания и эволюции животных, в частности кабана и свиньи, роль мутаций совершенно ничтожна в связи с их крайне малой распространенностью в геноме вида (всего 10^{-6}) [6]. Породные различия возникают вследствие новых условий среды, вызывающих изменения не только и не столько генома, сколько хромосомного набора ядер, а в них регуляторных, а не структурных генов. Поэтому, несмотря на разное число хромосом у дикого кабана (36) и у домашней свиньи (38), они легко скрещиваются и дают плодовитое гибридное потомство, по фенотипу больше похожее на свинью, при явном доминировании наследственности кабана. Однако у гибридов эти преобразования приводят к резкому сужению адаптационной способности по сравнению с кабаном. Целью наших исследований было сравнительное изучение дикого европейского кабана и свиней крупной белой породы с задачей установления филогенетических изменений в некоторых органах и системах защиты у свиней в процессе domestикации. **Методы.** При изучении были использованы зоотехнические, морфологические, генетические и биохимические методы исследования. **Результаты.** Сравнительное изучение домашних и диких свиней показало, что у диких видов более активная защитная функция организма, в первую очередь за счет клеточного механизма (лимфоидная сис-

тема, плазматическая реакция в сочетании с гуморальными факторами). Исходя из наших исследований, дикий кабан может быть донором ценных адаптивных свойств для повышения резистентности и жизнеспособности современных пород свиней. **Выводы.** Изучение филогенеза иммунной системы показывает, что селезенка и тимус имеются уже у низших позвоночных. В онтогенезе иммунной системы у свиньи, как и в филогенезе, вначале закладывается селезенка, тимус, а затем начинается развитие вторичных лимфоидных органов, что связано с развитием клеточного механизма защиты животных.

Ключевые слова: филогенез, domestикация, порода, геном, вид, резистентность.

Иммунная система появилась вместе с многоклеточными организмами и развивалась как в онтогенезе, так и в филогенезе. По организации и механизмам функционирования она подобна нервной системе. Обе системы представлены центральными и периферическими органами, способными реагировать, на разные сигналы, поступающие из окружающей среды. К центральным органам иммунной системы относятся костный мозг, который продуцирует клетки крови: лейкоциты, эритроциты, тромбоциты. К периферическим органам иммунной системы относят: лимфатические узлы, селезенку, пейеровы бляшки, миндалины и другие органы.

В онтогенезе иммунной системы, как и в филогенезе, в начале закладывается тимус, затем начинается развитие вторичных лимфоидных органов.

Фагоцитоз – самый древний и универсальный механизм защиты, присущий всем видам живого мира: от простейших до человека и животного. Этот биологический феномен был открыт в 1882 г. И. И. Мечниковым и был им назван фагоцитозом (от греческого *phagos* – пожирающий и *kytos* – клетка) за способность к

захватыванию микроорганизмов и их внутриклеточному перевариванию. У одноклеточных организмов этот фактор иммунитета обеспечивает одновременно функцию пищеварения и защиты. На более высоких стадиях эволюции фагоцитоз начинает выполнять лишь защитные функции при участии лейкоцитов, лимфоцитов, нейтрофилов, моноцитов и др. В них содержатся ферменты, разрушающие бактерии и нейтрализующие яды. Эти клетки находятся в разных органах, на слизистых оболочках, в очагах воспаления, обеспечивая защиту организма.

Материалы и методы

При изучении филогенеза свиньи непосредственным объектом наших исследований был европейский дикий кабан (*Sus scrofa ferus*), биология которого изучена недостаточно. При этом использовали морфологические, генетические, биохимические и цитологические методы исследований.

Для сравнительного изучения темпов микроэволюции кабана была использована крупная белая порода свиней как модель доместикации и пороодообразовательного процесса в Европе [9].

Результаты и обсуждение

Покровы тела. Первыми барьерами, которые должен преодолеть патогенный организм, являются покровы тела, т. е. кожа и слизистые оболочки. Основными антибактериальными агентами кожи являются, по-видимому, насыщенные жирные кислоты, обнаруженные в выделениях сальных желез (кожное сало), молочная кислота пота, а также локально высокое осмотическое давление, которое создают соли высохших выделений. Эти агенты, кроме всего, способны убивать или тормозить развитие дерматофитных грибов.

Следует отметить, что слизистые оболочки покрыты мерцательным эпителием и одновременно со слизью задерживают механические частицы воздуха, микроорганизмы и выделяют их вместе со слизью из верхних дыхательных путей. Кроме механической защиты, слизистым оболочкам свойственна бактерицидность, которая осуществляется с помощью различных секретов. Наиболее выраженной бактерицидностью действует по отношению патогенных возбудителей лизоцим, который относится к одному из важнейших факторов неспецифического имму-

нитета. Этот фермент практически разрушает или лизирует (растворяет) бактерии.

Изучение системы органов кожного покрова у домашних и диких свиней показало, что у дикого европейского кабана толщина основы кожи (во взрослом состоянии) составляла 4279 ± 19.3 мкм, а у домашних – 4002 ± 17.5 мкм. Вероятно, это можно объяснить тем, что у диких свиней обменные процессы в коже протекают более интенсивно, чем у животных крупной белой породы.

Количество завитков в секреторном отделе потовых желез в коже дикого европейского кабана (на определенной площади) составляло 126 ± 1.2 , а у свиней крупной белой породы – 15.1 ± 0.29 , или в 8,4 раза меньше. Эти железы служат для выделения воды и вместе с этим для терморегуляции. Следовательно, эти физиологические функции достоверно лучше были выражены у дикого европейского кабана в сравнении с одомашненными животными.

Сальные железы, наоборот, более крупные у животных крупной белой породы, которым присуща меньшая интенсивность обмена веществ и несколько пониженная окислительная функция ферментативных систем организма. В связи с этим у них усиливается жиरोобразование [2–5].

Селезенка. Если лимфатические узлы играют роль фильтра для лимфы, то для крови эту функцию выполняет селезенка. Селезенка удаляет из кровотока утратившие функциональную активность эритроциты и лейкоциты, а также образует новые лимфоциты в ответ на попавшие из кровотока чужеродные антигены. У дикого кабана выявлены более выраженные защитные функции за счет наличия большого количества селезеночных телец (в поле зрения их 5–6, а у домашних 1–2) при более крупных их размерах – 135 мкм у диких и 112 мкм у домашних. При этом селезеночные тельца у дикого кабана располагаются в паренхиме селезенки не диффузно, как у домашних, а агрегатно, то есть отдельными полями, они хорошо развиты.

Небная миндалина. Как известно, в области ротоглотки млекопитающих многочисленны лимфатические узлы концентрируются в огромные агрегаты, образуя в совокупности глоточное лимфоидное кольцо. Эти скопления называются миндалинами. По своей топографии небная миндалина тождественна у дикой и домашней свиньи. Однако у дикого кабана небная миндалина заметно большей массы и размеров.

Так, средняя масса небной миндалины у европейского кабана составила $29,16 \pm 5,4$ г, что на 64 % больше, чем у домашней свиньи. Подобная закономерность сохраняется и для площади этого органа, которая у кабана была на 39 % больше, чем у домашней свиньи. Кроме того, эпителиальный пласт, покрывающий ее слизистую оболочку, несколько толще и составляет у *Sus scrofa ferna* – $140,3 \pm 3,8$ мкм, а у домашней свиньи – $113,5 \pm 3,7$ мкм. В лимфоидных фолликулах небной миндалины домашней свиньи более активизированы реактивные центры.

Печень – орган, выполняющий в организме ряд жизненно важных функций: участвует в процессе переваривания жиров (выделяя желчь), продуцирует мочевины (удаляя вредные продукты азотистого обмена), синтезирует белки кровяной плазмы, депо углеводов – гликогена, выполняет защитную роль через биологическую фильтрацию крови и ряд других функций.

В гистологическом строении печень диких свиней характеризуется более выраженными трабекулами, т. е. соединительно-ткаными перегородками, разделяющими паренхиму органа на отдельные печеночные дольки. При этом в своих размерах эти дольки у дикого кабана крупнее (в поперечнике – до 1209 мкм) сравнительно с домашними свиньями (690 – 720 мкм) при меньшем их количестве в поле зрения. Ширина трабекул (соединительнотканых перегородках) у дикого кабана 42–60 мкм.

Легкие – основной орган дыхательной системы. У диких свиней он характеризуется более крупными альвеолами (121–217 мкм), альвеолярными ходами, чем у домашних свиней (83–100 мкм). По ходу бронхов и сосудов легких у диких свиней наблюдаются более мощные скопления лимфоидной ткани в виде узелков, содержащих лимфоциты, макрофаги, ретикулярную ткань и клетки других лейкоцитов. Просветленные части этих узелков представляют наиболее активную защитную зону, особенно в фагоцитозе микроорганизмов, попадающих с воздухом в легкие и приносящиеся током крови. У домашних свиней узелки лимфоидов в ткани наблюдаются в меньшем количестве, не образуя их скоплений.

Почки – основной орган мочевыделительной системы, который у дикого кабана характеризуется более крупными почечными клубочками при меньшем их количестве в поле зрения (5–7 клубочков), их диаметр достигает в среднем 152 мкм при отклонении от 114 до 206 мкм,

а у домашних свиней – соответственно 49–60 мкм, но их количество достигает несколько десятков в поле зрения окуляра. Достоверно установлено лучшее развитие канальцевого аппарата (извитых канальцев) в корковом слое почек у дикого кабана по сравнению с домашними свиньями. По соотношению коркового и мозгового слоя почек у дикого кабана в большей мере развит корковый, а в меньшей мозговой, а у домашних свиней – наоборот.

Желудок. По соотношению слоев, составляющих стенку желудка (фундальную часть), также наблюдаются различия между дикой и домашней формами свиней. Соотношение слизистой оболочки к мышечной у диких свиней составило 1,7, а у домашних – 1,8, т. е. при лучшем развитии слизистой домашних свиней. Однако, у дикого кабана в составе слизистой оболочки значительно лучше развит подслизистый слой – 240 мкм против 102 мкм у домашних животных (место разветвления сети кровеносных и лимфатических сосудов, а также лимфатических узелков, несущих защитную функцию).

В пищеварительном тракте благодаря высокой кислотности содержимого желудка погибают почти все проходящие через него микроорганизмы [7–10].

Щитовидная железа. Целостность организма животного обусловлена наряду с нервной системой и гуморальными факторами. Основной функцией щитовидной железы является выработка гормонов. Например, к ним относится тироксин, который вызывает химические изменения в митохондриях, повышая интенсивность их окислительных процессов. В последние годы установлено, что в щитовидной железе парафолликулярными клетками вырабатывается гормон тиреокальцитонин, который активизирует многие ферменты: фосфоклюкоизомеразу (в мышцах, печени и крови), альдолазу (в мышцах) и другие.

Гормоны оказывают регулирующее влияние на гомеостаз, или поддержание постоянства состава внутренней среды организма, а также на функцию почек, обмен веществ в различных органах и тканях [1, 5].

Физиологические особенности защиты у свиней. Основным из физиологических факторов иммунитета является температура тела. Температура большинства теплокровных животных близка к 39°C, благоприятна для развития лишь очень ограниченного числа видов бак-

терий и других организмов, в громадном количестве присутствующих в окружающей среде.

Для организма новорожденных поросят характерны физиологическая незрелость и иммунобиологическая неподготовленность к внешнему образу жизни. Характерными признаками их неподготовленности к послеутробной жизни являются: отсутствие гамма-глобулина в сыворотке их крови, малое количество бета-глобулина и альбумина. Такой характер сыворотки крови новорожденных поросят исследователи назвали «незрелым белковым профилем». Это можно считать одним из критических периодов жизни. Кроме того, за 60 дней лактации с молоком свиноматка теряет 276,9 тыс ккал энергии, что в 14–15 раз больше, чем на образование плодов во время супоросности.

Молозиво и молоко свиноматки для поросят в этот период являются продолжением внутриутробной связи между организмом матери и новорожденным. В первые дни жизни молоко (и особенно молозиво) является единственной пищей, полностью удовлетворяющей потребности растущего организма в питательных веществах и снабжающей молодой организм антителами.

Нами было решено в условиях учебно-научного центра Харьковской государственной зооветеринарной академии на животных крупной белой породы изучить белковый состав молозива и молока свиноматок, а также содержание в них общего белка, витаминов А и С по периодам лактации. Возрастную динамику факторов клеточного и гуморального естественного иммунитета изучали на поросятах, начиная с рождения и до 12-месячного возраста. Кровь новорожденных поросят свободна от иммунных глобулинов, они поступают в организм с молозивом в первые два дня жизни новорожденных поросят и в нерасщепленном виде всасываются в желудочно-кишечный тракт.

Исследования показали, что процентное соотношение белковых фракций в сыворотке молозива свиноматок крупной белой породы изменялось на протяжении лактации.

Установлено, что содержание общего белка и гамма-глобулинов в молозиве свиноматок и крови поросят находится в прямой зависимости от содержания этих компонентов в крови матери. Чем выше уровень общего белка и гамма-глобулинов в крови матери, тем выше содержание их в молозиве и тем больше переда-

ется белка и гамма-глобулинов поросятам с молозивом в первый период постнатального развития.

При селекции животных необходимо вести отбор не только по продуктивности животных, но и по уровню их естественной резистентности. Такая практика обеспечит повышение устойчивости животных к неблагоприятным факторам внешней среды, а в конечном итоге – и к росту их продуктивности.

Естественную резистентность оценивали по следующим взаимодополняющим показателям: титр естественных антител, фагоцитарная активность, лизоцидная и бактерицидная активность сыворотки крови.

Главным местом образования сывороточных альбуминов, альфа- и бета-глобулинов является печень; гамма-глобулинов – костный мозг, селезенка, лимфатические узлы, то есть органы, относящиеся к ретикуло-эндотелиальной системе.

Способность к синтезу гамма-глобулинов является одним из важнейших проявлений иммунобиологической реактивности организма. Если организм не способен синтезировать гамма-глобулины или эта его способность ослаблена, приобретенные с молозивом гуморальные факторы естественной резистентности организма постепенно утрачивают свою активность. Поэтому количественное определение фракции белков, и прежде всего глобулинов (альфа- и бета-переносчиков углеводов, а также гамма-глобулинов – носителей антител), приобретает особую важность при оценке иммунобиологической реактивности организма животных [10–15].

Организм поросят достигает иммунологической зрелости во второй половине молочного периода, когда в организме поросят начинается осуществляться синтез собственных гамма-глобулинов. Начиная со второй половины молочного периода в крови поросят вторично повышается содержание гамма-глобулинов, резко увеличивается титр гетероагглютининов, нарастает бактериостатическая активность сыворотки, а также фагоцитарная активность лейкоцитов крови.

Выводы

1. Анализ генетической структуры популяции дикого кабана по полиморфным локусам систем групп крови и сывороточных белков показал, что процесс филогенеза сопровождается

появлением дикого европейского кабана (*Sus scrofa ferus*) со сбалансированным мономорфным аллельфондом, от которого в последствии произошли европейские породы свиней.

2. Доместикация свиней снизила их защитные приспособления, при этом наблюдается уменьшение в размерах миндалин и количества в них лимфофолликулов, а также уменьшилось количество лимфоидных элементов слизистой оболочки желудка.

3. Защитные и приспособительные функции диких животных формируются на клеточном уровне, однако они не обеспечивают высокий генетический потенциал продуктивности.

4. Изучение реактивности животных с учетом их роста и развития может служить важным дополнением в селекции по отбору крепкого и устойчивого к заболеваниям молодняка свиней.

References

1. Altuhov Yu.P. Geneticheskie processy v populyaciyah. M.: Akademkniga, 2003. 431 s. [in Russian]
2. Baranovskij D.I., Hohlov A.M., Getmanec O.M. Biometriya v selekcii v MSEXEL. H.: FLP Brovin A.V., 2007. 228 s. [in Ukrainian]
3. Belyaev D.K. Geneticheskie aspekty domestikacii zhivotnyh. *Problemy domestikacii zhivotnyh i rastenij*. M.: Nauka, 1972. S. 39–45. [in Russian]
4. Gerasimenko V.G. Biohimiya produktivnosti i rezistentnosti zhivotnyh. K.: Visha shkola, 1987. 223 s. [in Russian]
5. Gorbatenko I.Yu., Gil M.I., Zaharenko M.O. ta in. *Biologiya produktivnosti silskogospodarskih tvarin*. Mikolayiv: MNAU, 2018. 600 s. [in Ukrainian]
6. Davletova L.V. Morfologiya i genetika kabana. M.: Nauka, 1985. 278 s. [in Russian]
7. Zhegunov G.F., Zhegunova G.P. Citogeneticheskie osnovy zhizni. Harkov: Zolotyie stranicy, 2004. 672 s. [in Russian]
8. Ivanov V.O., Voloshuk V.M. *Biologiya svini*. K.: Nichlava, 2009. 304 s. [in Ukrainian]
9. Ribalko V.P. Suchasni metodiki doslidzhen u svinarstvi. Poltava, 2005. 227 s. [in Ukrainian]
10. Uotson Dzh. Molekulyarnaya biologiya gena. M.: Mir, 1978. 720 s. [in Ukrainian]
11. Hohlov A.M. Geneticheskij monitoring domestikacii svinej. Harkov: Espada, 2004. 126 s. [in Russian]
12. Hohlov A.M., Baranovskij D.I. Filogeneticheskij analiz genotipov v populyaciyah svinej evropejskogo i aziatskogo poishozhdeniya. *Problemi zoonzheneriyi ta veterinarnoyi medicini* : zb.nauk. prac. Harkiv, 2015. Vip. 31, Ch. 1. S. 197–207. [in Russian]
13. Hohlov A.M. Osobennosti ontogeneticheskoy evolyucii u svinej. *Problemi zoonzheneriyi ta veterinarnoyi medicini* : zb. nauk. prac. Harkiv, 2007. Vip. 15 (40). Ch. 1. : HDZVA. S. 138–142. [in Russian]
14. Frimel H., Brok J. *Osnovy immunologii*. M.:Mir, 1986. 254 s. [in Ukrainian]
15. Yablokov A.V., Yusufov A.G. *Evolucionnye ucheniya*. M.: Vysshaya shkola, 1976. 335 s. [in Russian]

KHOKHLOV A. M., FEDYAEVA A. S., DANILOVA T. N., GONCHAROVA I. I., TSERENYUK A. N.

Kharkiv State Zooveterinary Academy,

Ukraine, 62341, Kharkiv region, Dergachevsky district, Malaya Danilovka, Academic str., 1, e-mail: genetiks.hdzva@gmail.com

PHYLOGENETIC CHANGES IN RESISTANCE INDICATORS OF DOMESTIC AND WILD PIGS

Aim. The decisive factor in the transformation of the pig was domestication, that is, changes as a result of domestication and breeding in an artificial environment. The phylogenesis of pigs was carried out – wild boar (*Sus scrofa ferus*) – domestication – primitive domestic pig – aboriginal, well adapted to local conditions. This is a fairly productive pig – a large-sized greasy-type breed – a specialized modern light-type breed (*Sus scrofa domestica*). Modern research shows that in the process of domestication and evolution of animals, in particular the wild boar and the pig, the role of mutations is quite small, because it is very rare in the genome of the species (only 10^{-6})[6]. Breed differences arise because new environmental conditions cause changes not only in the genome, but also changes in the chromosomal set of nuclei, and in them regulatory, rather than structural genes. Therefore, despite the different number of chromosomes in the wild boar (36) and in the domestic pig (38), they easily interbreed and give fertile hybrid offspring, phenotypically more like a pig, with a clear dominance of boar heredity. However, in hybrids, these transformations lead to a sharp decrease in adaptive capacity in comparison with the wild boar. The aim of our research was a comparative study of the European wild boar and large white pigs. The task is to establish phylogenetic changes in some organs and defense systems in pigs during domestication. **Methods.** In the research were used zootechnical, morphological, genetic and biochemical research methods. **Results.** A comparative research of domestic and wild pigs showed that wild species have a more active protective function of the body, primarily due to the cellular mechanism (lymphoid system, plasma reaction in combination with humoral factors). Based on our research, wild boar can be a donor of valuable adaptive properties for increasing the resistance and vitality of modern pig breeds. **Conclusions.** The study of the phylogeny of the immune system shows that the spleen and thymus are already present in lower vertebrates. In the ontogeny of the immune system in a pig, as in phylogeny, the spleen and thymus are first laid, and

then the development of secondary lymphoid organs begins, which is associated with the development of the cellular defense mechanism of animals.

Keywords: phylogenesis, domestication, breed, genome, species, resistance.

ХОХЛОВ А. М., ФЕДЯЄВА А. С., ДАНИЛОВА Т. М., ГОНЧАРОВА І. І., ЦЕРЕНЮК О. М.

Харківська державна зооветеринарна академія,

Україна, 62341, Харківська область, Дергачівський район, смт. Мала Данилівка, вул. Академічна, 1, e-mail: genetiks.hdza@gmail.com

ФІЛОГЕНЕЗ ПОКАЗНИКІВ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ДОМАШНІХ І ДИКИХ СВИНЕЙ

Мета. Вирішальним фактором перетворення видів, у тому числі свині, є domestикація, тобто зміни в результаті приручення і розведення в умовах штучного середовища. Філогенез свиней йшов за ланцюгом: дикий кабан (*Sus scrofa ferus*) – приручення – примітивна домашня свиня – аборигенна, добре пристосована до місцевих умов; досить продуктивна свиня – порода великих розмірів сального типу – вузькоспеціалізована сучасна порода легкого типу (*Sus scrofa domestica*). Сучасні дослідження доводять, що в процесі одомашнення й еволюції тварин, зокрема кабана і свині, роль мутацій зовсім незначна в зв'язку з їх малою поширеністю в геномі виду (всього 10^{-6}) [6]. Породні відмінності виникають внаслідок нових умов середовища, що викликають зміни не тільки і не стільки генома, скільки хромосомного набору ядер, а в них регуляторних, а не структурних генів. Тому, незважаючи на різну кількість хромосом у дикого кабана (36) і у домашньої свині (38), вони легко схрещуються і дають плідне гібридне потомство, за фенотипом більше схоже на свиню, за явного домінування спадковості кабана. Однак у гібридів ці перетворення призводять до різкого звуження адаптаційної здатності в порівнянні з кабаном. Метою наших досліджень було порівняльне вивчення дикого європейського кабана і свиней великої білої породи із завданням встановлення філогенетичних змін до деяких органів і систем захисту у свиней у процесі domestикації. **Методи.** Під час вивчення були використані морфологічні, генетичні і біохімічні методи дослідження. **Результати.** Порівняльне вивчення домашніх і диких свиней показало, що у диких видів більш активна захисна функція організму, в першу чергу за рахунок клітинного механізму (лімфоїдна система, плазматична реакція у поєднанні з гуморальними факторами). Виходячи з наших досліджень, дикий кабан може бути донором цінних адаптивних властивостей для підвищення резистентності та життєздатності сучасних порід свиней. **Висновки.** Вивчення філогенезу імунної системи показує, що селезінка і тимус є вже у нижчих хребетних. В онтогенезі імунної системи у свині, як і в філогенезі, спочатку закладається селезінка, тимус, а потім починається розвиток вторинних лімфоїдних органів, що пов'язано з розвитком клітинного механізму захисту тварин.

Ключові слова: філогенез, domestикація, порода, геном, вид, резистентність.