

УДК 636.321.38:576.316

ХРОМОСОМНІ АНОМАЛІЇ ОВЕЦЬ

В. В. ДЗИЦЮК, Х. Т. ТИПИЛО

*Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН (Чубинське, Україна)
butterfly221192@gmail.com*

У статті наводяться літературні дані про числові і структурні хромосомні аберації овець, їх вплив на плодючість сільськогосподарських тварин та зв'язок з хворобами. В каріотипі овець 26 пар аутосом і дві статеві хромосоми. Для овець, як і для інших тварин характерний хромосомний поліморфізм у вигляді числових варіювань хромосом в каріотипі (анеуплоїдія і поліплоїдія), морфологічних аберацій та асоціацій окремих хромосом. З абераціями хромосом часто пов'язують порушення життєздатності і репродуктивної функції, зокрема безплідність овець. Виявлені факти хромосомних аберацій свідчать про необхідність цитогенетичного контролю племінних тварин, особливо баранів-плідників, з метою виявлення тварин-носіїв каріотипових аномалій і вилучення їх з селекційного процесу.

Ключові слова: вівці, хромосоми, числові і структурні аберації, каріотип, нестабільність

CHROMOSOMAL ABNORMALITIES SHEEP

V. V. Dzitsiuk, H. T. Tipilo

Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V. Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

To the article literary data are driven about numerical and structural chromosomal to aberration of sheep, their influence on fecundity of agricultural animals and connection with illnesses. In caryotype of sheep 26 pairs of euchromosomes and two sexual chromosomes. For sheep, as well as for other animals characteristic chromosomal polymorphism as a numerical varying of chromosomes in caryotype (aneoploidi and poliploidi), morphological aberation and associations of separate chromosomes. From aberation chromosomes often link violation of viability and reproductive function, in particular futility of sheep. The educed facts of chromosomal aberation testify to the necessity of cytogenetic control of tribal animals, especially sheep, with the aim of exposure of animals-transmitters of cariotype anomalies and exception of them from plant-breeding.

Key words: sheep aries, chromosomes, aberations, karyotype, instability

ХРОМОСОМНЫЕ АНОМАЛИИ ОВЕЦ

В. В. Дзицюк, Х. Т. Типило

Институт разведения и генетики животных имени М.В. Зубца НААН (Чубинское, Украина)

В статье приводятся литературные данные о числовых и структурных хромосомных аберациях овец, их влияние на плодовитость сельскохозяйственных животных и связь с болезнями. В каріотипе овец 26 пар аутосом и две половых хромосоми. Для овец, как и для других животных характерный хромосомный полиморфизм в виде числовых варьирований хромосом в каріотипе (анеуплоидия и полиплоидия), морфологических аберацій и ассоциаций отдельных хромосом. Из абераціями хромосом часто связывают нарушение жизнеспособности и репродуктивной функции, в частности бесплодность овец. Вывявленные факты хро-

© В. В. ДЗИЦЮК, Х. Т. ТИПИЛО, 2017

мосомных абераций свідельствують о необхідності цитогенетического контролю племенних животних, особливо баранов-производителей, с целью виявлення животних-носителей кариотипических аномалий и исключения их из селекционного процессу.

Ключевые слова: овцы, хромосомы, числовые и структурные аберации, кариотип, нестабильность

Вступ. Успішна і творча селекційна робота в тваринництві базується на оцінці генетичного потенціалу окремих порід, стад і особин, що неможливе без глибоких генетико-популяційних знань. Очевидно, що без глибоких конкретних знань про організацію спадкового матеріалу тварин, тобто про їх каріотип, про чинники та закономірності спонтанної індукованої мінливості хромосомного набору, будови індивідуальних хромосом і сутності інформації, що міститься в них, неможливе перетворення та удосконалення спадкових продуктивних і репродуктивних ознак овець.

Нині досягнуті успіхи в вивченні спадкового апарату – хромосом сільськогосподарських тварин, які мають фундаментальне значення і використовуються з практичною метою [1], зокрема, великої рогатої худоби [2], коней [3], свиней та інших видів сільськогосподарських тварин. Знання особливостей каріотипу дає змогу об'єктивно оцінити породи тварин з урахуванням їх популяційно-цитогенетичних особливостей, що сприяє повнішому уявленню про еволюцію порід.

Однак такий важливий сільськогосподарський об'єкт, як домашня вівця, залишається цитогенетично слабо вивченим, особливо в популяційно-цитогенетичному аспекті. В літературі мало інформації про частоту та спектр спадкових аномалій у різних порід і популяцій овець. Більшість хромосомних і генних аномалій овець взагалі не досліджені, хоча для практики селекційної роботи необхідні знання причин їх появи.

Матеріали та методи досліджень. Для реалізації поставленої мети проведений літературний пошук з використанням методів опису, порівняння, аналізу та синтезу.

Результати досліджень. Вівчарство – важлива галузь тваринництва, яка дає таку цінну продукцію, як вовна, овчина, смушки, овечі шкури та такі високопоживні продукти, що користуються великим попитом у населення, як м'ясо, жир, молоко. Вівці – єдині у світі тварини, у яких ніколи не було виявлено таких захворювань, як туберкульоз і рак. Учені Німеччини знайшли в клітинах м'яса ягнят речовини, які запобігають старінню організму та захворюванню на ці хвороби.

Вівці мають відносно швидкий темп розмноження, у них доволі швидка скоростиглість і здатність найбільш повно в порівнянні з іншими видами сільськогосподарських тварин використовувати грубі та пасовищні корми. Важливою біологічною особливістю овець, яка визначає їх широке розповсюдження та високу корисність, є велика пластичність у пристосуванні до різних кліматичних і господарських умов.

Однією із стійких генетичних видових особливостей овець є хромосомний набір.



Рис. Вівці романівської породи

Каріотип овець представлений 54 хромосомами, з них 26 пар аутосом і однією парою статевих хромосом (XX або XY). До складу аутосом входять три пари великих метацентриків і 23 пари акроцентричних хромосом різної величини. У двоплечих аутосом структурний гетерохроматин представлений невеликими центромерними блоками. Досить великі блоки гетерохроматину виявляють в центромерних районах акроцентричних аутосом. На X-хромосомі гетерохроматин не виявляється, Y-хромосома повністю гетерохроматична. Розмір хромосом коливається від 1 до 7 мкм. Розмір акроцентриків варіює від 2,68 у четвертої пари до 0,95 мкм у 26-ї пари. X-хромосома – найбільший акроцентрик з розміром 3,04 мкм, Y-хромосома – найменший метацентрик з розміром 0,64 мкм і має вигляд круглої плями.

Цитогенетичними дослідженнями встановлено, що каріотипи диких видів роду *Ovis* мають внутривидовий поліморфізм за числом хромосом ($2n=52, 54, 56, 58, 53$) і характеризуються таким чином: у крупнорогих овець каріотип має формулу $2n=54$, у європейського та азіатського муфлона теж $2n=54$. Число хромосом у сайгака – 60, вівцебика – 48, у кози – 60, архара та аргалі – 56. У іншого дикого спорідненого виду – уріала, що мешкає в горах Тибету, каріотип складається з 58 хромосом. Вважається, що всі вівці з каріотипом $2n=54$ походять від одного спільного предка в результаті транслокацій хромосом за Робертсонівським типом від злиття акроцентричних хромосом у каріотипах $2n=58$ і $2n=56$.

Каріотипи диких видів роду Ovis і свійських овець

| Вид | Каріотип | |
|------------------------------------|----------------------|---------------------|
| | Число хромосом, (2n) | Число метацентриків |
| Муфлони (європейські та азіатські) | 54 | 6 |
| Архари або аргалі | 56 | 4 |
| Уріали | 58 | 2 |
| Сніговий баран | 52 | 8 |
| Канадський баран | 54 | 6 |
| Сайгак | 60 | |
| Свійські вівці усіх порід | 54 | 6 |

Хромосоми акроцентричного типу овець за розміром мало відрізняються між собою, що ускладнює їх ідентифікацію. Щоб їх розпізнати, застосовують метод диференційного забарвлення. Наявність і характер розміщення поперечних гімза-позитивних смуг у різних хромосом суто індивідуальні. У метацентричних хромосом чітко видно по 4–5 полос і невеликі прицентромерні блоки. Акроцентричні хромосоми з 18-ї по 26-ту пари, забарвлені фарбою Гімза, через невеликі розміри у полі світлового мікроскопа чіткої диференційованої структури не виявляють. У крупніших акроцентричних хромосом ідентифікується по 2–4 полоси і виявляються досить крупні блоки гетерохроматину в прицентромерних районах. На статевій X-хромосомі інтенсивно забарвлюється її прицентромерна ділянка, а Y-хромосома цілком гетерохроматинова та ідентифікується як темна цятка.

Для овець, як і для інших тварин характерний хромосомний поліморфізм у вигляді числових варіювань хромосом в каріотипі (анеуплоїдія і поліплоїдія), морфологічних аберацій та асоціацій окремих хромосом.

Частота хромосомних аномалій, зокрема спонтанної анеуплоїдії, у овець залежить від віку. Найменший рівень хромосомних порушень відзначений у овець у віці 2–3 років, у новонароджених ягнят і овець 6–7 річного віку кількість мутацій вище.

Основна маса анеуплоїдів представлена гіпоплоїдами, частка гіперплоїдів, як правило, незначна. Стабільність показників анеуплоїдії у овець підтверджена дослідженнями багатьох цитогенетиків і може вважатися видовою особливістю. Формується анеуплоїдія в основному за рахунок маленьких акроцентриків. Інколи гіпоплоїдія пов'язана з втратою Y-хромосоми. Ймовірність втрати Y-хромосоми корелює з віком баранів-плідників.

З анеуплоїдією пов'язують безплідність овець. У овець зустрічається гоносомна анеуплоїдія – ХХУ-синдром, пов'язаний з гінекомастією [4]. Моносомію YO донині не вдалось виявити, очевидно, такі зиготи нежиттєздатні.

Частота поліплоїдних клітин у овець коливається від 0,53 до 1,36% і вона нижча, ніж у свиней і вища, ніж у великої рогатої худоби. У овець зареєстровані чотири-, шести-, восьми-, 16-плоїдність і більше. Основна маса поліплоїдів – тетраплоїди (64%) і октаплоїди (21%). Кількість триплоїдів і інших поліплоїдностей незначна та становить приблизно 15%. Механізм виникнення поліплоїдів остаточно не визначений. Поліплоїдія розглядається як механізм, створений в ході еволюції який забезпечує стійкість клітин проти незбалансованого геному в диплоїдних клітинах, у яких відбулася хромосомна аберація і має місце нерівномірний поділ хромосом. Поліплоїдна клітина в окремих випадках виникає в результаті поділу ядра без поділу клітини, в інших – в результаті поділу хромосом всередині ядра [5]. Біологічна роль і фізіологічне значення поліплоїдії мало досліджені. Існує думка, що об'єднання кількох геномів в одному ядрі вносить нові риси в організацію функцій клітини і навіть визначає її диференціювання [6]. На відміну від аберантних, поліплоїдні клітини не підлягають елімінації, а навпаки, з часом їх чисельність зростає. За поліплоїдизації спостерігається посилене утворення ДНК і зростання метаболічної активності клітини. Окремі повідомлення [7] дають підставу вважати, що поява поліплоїдії відображає відновлювальний процес, регенерацію, функціональну активність органів і тканин. Літературні дані погоджено доводять, що поліплоїдам властива підвищена функціональна здатність, вона має велике значення для виживання.

Для овець, як і для інших видів тварин, характерна наявність структурної перебудови хромосом – аберацій. У хромосомах овець при штучному та природному мутаційному процесі виникають розриви чи обміни різних типів. Якщо генні (точкові) мутації виникають як зміни невеликих ділянок ДНК, що не виходять за межі одного гена, то структурні мутації зачіпають великі області хромосом і змінюють морфологію останніх так, що змінюється фенотипова ознака [6]. Розрив хромосоми, що стався поблизу якогось гена, веде до змін характеру його домінування. Локальні розриви хромосом спричиняють також такі аберації, як дуплікації і делеції, що теж призводить до зміни функціонування генів. Менш часто повідомляється про такі хромосомні аномалії як делеції і інверсії [8].

У овець, як і у інших тварин, знайдені транслокації хромосом. Структурні зміни хромосом типу транслокацій призводять до зміни порядку розташування тих чи інших ділянок хромосом, а загальна маса хромосом не змінюється, всі ділянки присутні в нормальному числі, вони просто розташовані по-новому. Існують факти, які показують, що зміна порядку генів в інверсіях і транслокаціях часто є причиною виникнення нових ознак. При транслокаціях відбуваються порушення і зміни груп зчеплення і таким чином частина генів однієї хромосоми буде успадковуватись зчеплено з іншою, непарною їй хромосомою.

У каріотипах овець найбільш часто виявляються форми центричного злиття, найчастіше за участі хромосом 5 і 26; 8 і 11; 7 і 25 [9]. Аномалією, що найчастіше зустрічається у овець є асоціації хромосом, зокрема центричні злиття – хромосомна транслокація, за якої відбувається злиття акроцентричних хромосом з повною або частковою втратою матеріалу коротких плечей [9, 10, 11, 12]. Така інтерхромосомна транслокація призводить псевдоанеуплоїдії, якій приписують суттєву роль у філогенезі. Вважається, що саме в результаті такого механізму 60 акроцентричних хромосом, які були колись у вівці (у кози вони є і тепер), перетворились у 48 акроцентричних і 6 метацентричних. На відміну від великої рогатої худоби, захворюваність робертсонівської транслокації, яка пов'язана з хромосомами 1, 29 у овець зустрічається рідко [13]. В літературі мало описано хромосомні аберації у овець, їх вплив на фертильність. Зазначено лише, що, незважаючи на появу транслокацій як в гетеро- так і в гомозиготному стані, зниження народжуваності не спостерігається [14].

У овець серед різностатевих двоєн зустрічаються ягнята-фримартини, для яких характерним є порушення функції статевої системи, причиною якого є плацентарний анастомоз

кровоносних судин плаценти різностатевих плодів. Судинний анастомоз хоріона плацент двох плодів призводить до передачі гормонів від чоловічого до жіночого плоду, який гальмує розвиток жіночої статеві системи. Тому у овець-фримартинів нечітко виражені зовнішні статеві ознаки, а в клітинах крові та кісткового мозку спостерігається мозаїцизм XX/XY. Плацентарний анастомоз зустрічається приблизно в 5% кітності з двома плодами, а кількість фримартинів у багатоплідному окоті становить 1,35%. У літературі повідомляється про високу частоту химеризму XX/XY овець, що розводяться у Польщі [8]. Порівняно з поширенням цієї аномалії у великої рогатої худоби і буйволів у овець її розповсюдженість є дещо нижчою [15, 16].

Аберації каріотипу за статевими хромосомами порушують процес ембріогенезу овець, при цьому утворюються інтерсекси, у яких спостерігається мозаїцизм за статевими хромосомами, тобто одночасно присутні клітини з XX і XY-хромосомами. Зустрічаються інтерсекси типу XXУ, мозаїки XX/XXУ, XX/XXУУ тощо. У баранів при $2n=52$, XXУ відмічається відсутність спермій в сім'яній рідині (азооспермія).

Висновки. Хромосомні аномалії у овець є причиною формування нежиттєздатних гамет, що призводить до загибелі ембріонів на ранніх стадіях, і, як наслідок, до значних економічних втрат у господарствах. Виявлені у овець факти хромосомних аберацій свідчать про необхідність цитогенетичного контролю племінних тварин, особливо баранів-плідників, з метою виявлення тварин-носіїв небажаних змін у каріотипі і виключення їх з селекційного процесу.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Gustavsson, I. Banding techniques in chromosome analysis of domestic animals / I. Gustavsson // *Adv. in veter. sci. and compar. med.* – 1980. – № 24. – P. 245–289.
2. Moraes, J. C. F. A cytogenetic survey of five breeds of cattle from Brasil / J. C. F. Moraes, M. S. Mattevi, F. M. Salzano // *J. Hered.* – 1980. – Vol. 71, № 2. – P. 146–148.
3. Richer, C. L. Standard karyotype of the domestic horse (*Equus caballus*) / C. L. Richer, M. M. Power, L. R. Klunder, R. A. McFeely, M. G. Kent // *Hereditas.* – 1990. – Vol. 112, № 3. – С. 289–293.
4. Bruere A.N. / *Cytogenetics.* – 1969. – 209 p.
5. Завертяев, В. П. Генетические методы оценки племенных качеств молочного скота / В. П. Завертяев. – Л. : Агропромиздат, 1986. – 340 с.
6. Бродский, В. Я. Клеточная полиплоидия. Пролиферация и дифференцировка / В. Я. Бродский, И. В. Урываева. – М. : Наука, 1981. – 257 с.
7. Дубинин, Н. П. Общая генетика / Н. П. Дубинин. – М. : Наука, 1986. – 559 с.
8. De Lorenzi, L. Reciprocal translocations in cattle: frequency estimation / L. De Lorenzi, P. Morando, J. Planas, M. L. Zannotti Molteni, P. Parma. – 2012.
9. Dai, K. Synaptonemal complex analysis of domestic sheep (*Ovis aries*) with Robertsonian translocations. III. Decient pairing and NOR role in Massey III heterozygotes. *Genome* / K. Dai, C. B. Gillies, A. E. Dollin. – 1994. – 37 (5). – 802 p.
10. Goncalves, H. C. Distribution of a Robertsonian translocation in goats. *Small Ruminant Research* / H. C. Goncalves, W. Jorge, P. R. Cury. – 1992. – 8. – P. 345–352.
11. Long, S. E. Chromosomes of sheep and goats / S. E. Long // *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine.* – 1990. – 34. – P. 109–129.
12. Switonski, M. Studies of synaptonemal complexes in farm mammals – a review / M. Switonski, G. Stranzinger // *The American Genetic Association*, 1998. – 89. – P. 473–480.
13. Chaves, R. Molecular cytogenetic analysis and centromeric satellite organization of a novel 8; 11 translocation in sheep: a possible intermediate in biarmed chromosome evolution. *Mammalian Genome* / R. Chaves, F. Adegas, J. Wienberg, H. Guedes-Pinto, J. S. Heslop-Harrison // 2003. – 14. – P. 706–710.
14. Long, S. E. / Chromosome abnormalities in domestic sheep (*Ovis aries*) / S. E. Long // *Journal of Applied Genetics.* – 1997. – 38. – P. 65–76.

15. Brace, M. D. Sex chromosome chimerism and the freemartin syndrome in Rideau Arcott sheep / M. D. Brace, O. Peters, P. Menzies, W. A. King, M. I. Nino-Soto // *Cytogenetics and Genome Research*. – 2008. – 120. – P. 132–139.

16. Di Meo, G.P. Numerical Sex Chromosome Aberrations and Abnormal Sex Development in Horse and Sheep. *Sexual Development* / G. P. Di Meo, G. Neglia, A. Perucatti, V. Genuardo, A. Iannuzzi, D. Crocco, D. Incarnato, G. Romano, P. Parma, L. Iannuzzi. – 2010. – 3. – P. 329–332.

REFERENCES

1. Gustavsson, I. 1980. Banding techniques in chromosome analysis of domestic animals. *Adv. in veter. sci. and compar. med.* 24:245–289.

2. Moraes, J. C. F., M. S. Mattevi, and F. M. Salzano. 1980. A cytogenetic survey of five breeds of cattle from Brasil. *J. Hered.* 71(2):146–148.

3. Richer, C. L., M. M. Power, L. R. Klunder, R. A. McFeely, and M. G. Kent. 1990. Standard karyotype of the domestic horse (*Equus caballus*). *Hereditas.* 112(3):289–293.

4. Bruere A. N. 1969. *Cytogenetics.* 8:209.

5. Zaver'tyayev, V. P. 1986. Genety`chesky`e metody` ocenky` plemennykh kachestv molochnogo skota - Henetyc methods of estimation tribal qualities of milk cows. *Ahropromyzdat.* 340 (in Ukrainian).

6. Brodskiy`j, V. Ya., and Y` V. Uryvaeva. 1981. Kletochnaya poly`ploidy`ya. Proly`feracy`ya y` dy`fferency`rovka - Cells Polyploidy. Proliferation and differentiate - M.: Nauka. 257 (in Russian).

7. Dubynyn, N. P. 1986. Obshchaya henetyka - General henetyka - M.: Nauka. 559 (in Russian).

8. Lorenzi, L. De., Morando P., Planas J., M. L. Zannotti Molteni, and P. Parma. 2012. Reciprocal translocations in cattle: frequency estimation.

9. Dai, K., C. B. Gillies, and A. E. Dollin. 1994. Synaptonemal complex analysis of domestic sheep (*Ovis aries*) with Robertsonian translocations. III. Decient pairing and NOR role in Massey III heterozygotes. *Genome.* 37(5):802.

10. Goncalves, H. C. 1992. Distribution of a Robertsonian translocation in goats. *Small Ruminant Research.* 8:345–352.

11. Long, S. E. Chromosomes of sheep and goats. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine.* 34:109–129.

12. Switonski, M., and Stranzinge G. 1998. Studies of synaptonemal complexes in farm mammals – a review. *The American Genetic Association.* 89:473–480.

13. Chaves, R., F. Atega, J. Wienberg, H. Guedes-Pinto, and J. S. Heslop-Harrison 2003. Molecular cytogenetic analysis and centromeric satellite organization of a novel 8; 11 translocation in sheep: a possible intermediate in biarmed chromosome evolution. *Mammalian Genome.* 14:706–710.

14. Long, S. E. 1997. Chromosome abnormalities in domestic sheep (*Ovis aries*). *Journal of Applied Genetics.* 38:65–76.

15. Brace, M. D., O. Peters, P. Menzies, W. A. King, and M. I. Nino-Soto, 2008. Sex chromosome chimerism and the freemartin syndrome in Rideau Arcott sheep. *Cytogenetics and Genome Research.* 120:132–139.

16. Di Meo, G. P., G. Neglia, A. Perucatti, V. Genuardo, A. Iannuzzi, D. Crocco, D. Incarnato, G. Romano, P. Parma, and L. Iannuzzi. 2010. Numerical Sex Chromosome Aberrations and Abnormal Sex Development in Horse and Sheep. *Sexual Development.* 3:329–332.