

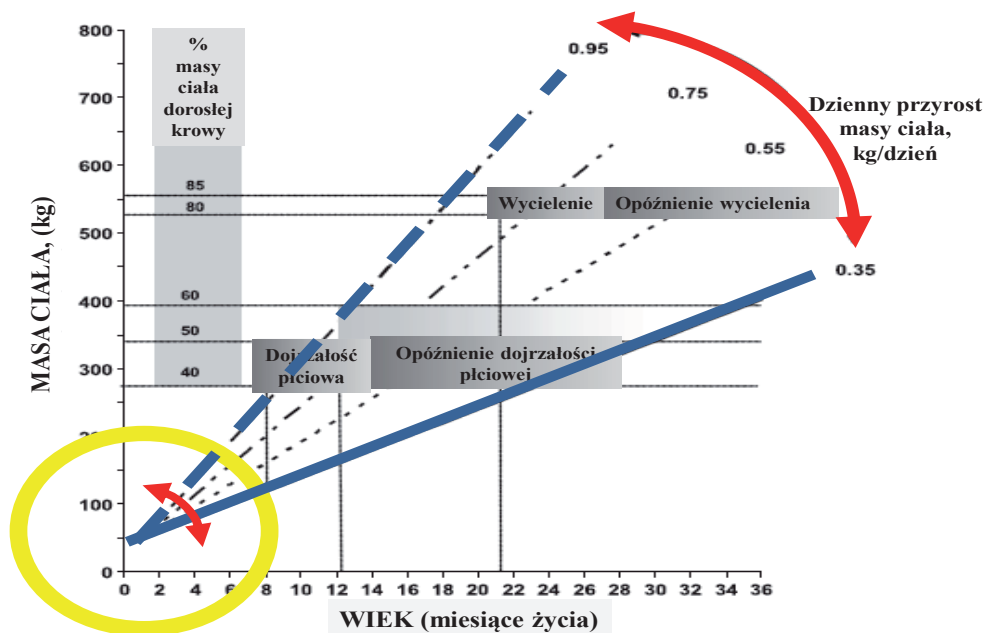
## Żywienie cieliczek ras mlecznych w pierwszych tygodniach życia a późniejsza produkcja mleka – programowanie żywieniowe

Barbara Niwińska

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, 32-083 Balice k. Krakowa*

W latach 80. ubiegłego stulecia stwierdzono na podstawie analizy zmian masy narządów oraz ilości zawartego w nich białka, że u bydła szczególnie intensywny wzrost narządów następuje w pierwszych 50 dniach życia (Fiebig i in., 1984). W następnym dziesięcioleciu Wattiaux (1997) po raz pierwszy przedstawił opracowanie wykazujące, że wyższe przyrosty masy ciała cieliczek uzyskiwane w okresie pierwszych

tygodni życia wpływają korzystnie na późniejszy rozwój krowy, obniżają wiek osiągnięcia dojrzałości płciowej i skutecznej inseminacji oraz wiek pierwszego wycielenia, a w konsekwencji skracają okres od urodzenia do rozpoczęcia produkcji mleka. Autor tego opracowania zwrócił również uwagę, że niedostateczne odżywienie cieliczek i obniżone przyrosty masy ciała w sposób niedwracalny opóźniają rozwój krowy (schemat 1).



MASA CIAŁA (kg) – *BODY WEIGHT* (kg); WIEK (miesiące życia) – *AGE* (months of age); Dojrzałość płciowa – *Puberty*; Opóźnienie dojrzałości płciowej – *Delayed onset of puberty*; Wycielenie – *Calving*; Opóźnienie wycielenia – *Delayed calving*; % masy ciała dorosłej krowy – % *body weight of adult cow*; Dzienny przyrost masy ciała, kg/dzień – *Daily weight gain, kg/day*

Schemat 1. Zależność wieku uzyskania dojrzałości płciowej i wieku pierwszego wycielenia krów od przyrostów masy ciała cieliczek w pierwszych tygodniach życia (wg Wattiaux, 1997)

*Scheme 1. The relationship of age at puberty and age at first calving of cows with weight gains of female calves during the first weeks of life (acc. to Wattiaux, 1997)*

Wyniki nielicznych cytowanych powyżej badań jasno wskazują na potrzebę zwrócenia szczególnej uwagi na prawidłowe żywienie cieliczek ras mlecznych w pierwszym okresie wychowu. Jednak od lat 50. ubiegłego wieku panował pogląd, że ograniczanie ilości podawanych pasz płynnych stymuluje cielęta do pobierania pasz stałych, zapewniając szybki rozwój i stabilizację fermentacji mikrobiologicznej w żwaczu. Pogląd ten wynikał z głównie ze znacznie wyższych kosztów karmienia cieląt droższymi paszami płynnymi, zarówno mlekiem jak i pójłem z preparatu mlekozastępczego, w porównaniu do karmienia tańszymi roślinnymi paszami stałymi. Jednak, na wczesnym etapie rozwoju przewodu pokarmowego cieląt sekrecja enzymów trawiących składniki zawarte w paszach roślinnych jest niska, a formująca się fermentacja mikrobiologiczna w żwaczu niewydajna. Wobec wysokiego zapotrzebowania na składniki pokarmowe oraz niewydajnego trawienia pasz stałych, ograniczanie ilości podawanych pasz płynnych prowadzi do zahamowania wzrostu i rozwoju z prostej przyczyny, jaką jest niedożywienie. W latach 2001–2007 pojawiły się liczne wyniki badań, które jednoznacznie potwierdziły poprawę wzrostu i rozwoju cieliczek ras mlecznych w wyniku wzrostu poziomu żywienia paszami płynnymi (Bartlett, 2001; Brown i in., 2005; Bartlett i in., 2006; Khan i in., 2007). W 2005 r. po raz pierwszy przedstawiono udokumentowany, następczy i odległy w czasie wpływ poziomu żywienia w pierwszych tygodniach życia cieliczek na produkcję mleka dorosłej krowy (Shamay i in., 2005). Od tego czasu zmienił się pogląd odnośnie wpływu żywienia cieliczek w pierwszych tygodniach życia na ich późniejszą produkcję mleka.

### **Epigenetyka i programowanie metaboliczne**

Z badań ostatnich lat wynika, że żywienie, a zatem rodzaj i ilość dostępnych składników pokarmowych, a także współdziałająca z poziomem żywienia produkcja hormonów poprzez wpływ na profil metaboliczny zmieniają ekspresję genów, a efektem tych zmian są obrazowane fenotypowo zmiany fizjologiczne (Jirtle i Skinner, 2007). Powstanie nabytych tą drogą cech i ich dziedziczenie jest zjawiskiem biologicznym opisywanym przez epigenetykę i programowa-

nie metaboliczne. Epigenetyka stanowi obszar genetyki zajmującej się dziedzicznymi zmianami funkcji genów, które nie wynikają ze zmian w sekwencji kwasu dezoksyrybonukleinowego (DNA). Według najczęściej stosowanej definicji informacja epigenetyczna to taka, która jest zawarta w chromosomach w obrębie chromatyny, poza sekwencją DNA. Współczesne wyniki badań wskazują na możliwość precyzyjnego programowania ekspresji informacji epigenetycznej poprzez modulowanie profilu metabolicznego z wykorzystaniem czynników żywieniowych. Możliwość tę określono mianem programowania metabolicznego. Największy postęp wiedzy w tym zakresie osiągnięto w odniesieniu do zdrowia u ludzi. Wykazano między innymi, że błędy żywieniowe w okresie ciąży wpływają na zmiany metabolizmu płodu, a efekty epigenetyczne tych zmian, określane jako „przyszła podatność na choroby”, zostały opisane w odniesieniu do tzw. fenotypu zespołu metabolicznego człowieka (Fernandez-Twinn i Ozanne, 2010). Precyzyjne i jednoznaczne przetłumaczenie zmian metabolicznych na zmiany fenotypowe jest jednak problemem oczekującym na rozwiązanie.

### **Programowanie metaboliczne w rozwoju cieliczek**

Aktualne wyniki badań wskazują, że potencjalna wydajność mleczna krów wynika z informacji zawartej w odcinkach DNA zawierających informację biologiczną, ale również jest programowana metabolicznie przez najważniejszy czynnik środowiskowy, jakim jest dostępność składników pokarmowych. Programowanie to jest szczególnie efektywne w tak zwanych okresach krytycznych (Goddard i Whitelaw, 2014). Jako okresy krytyczne ze względu na żywienie krów wysokoprodukcyjnych ras mlecznych wskazano, między innymi, pierwszą dobę życia oraz pierwsze tygodnie życia cieliczek.

### **Programowanie w pierwszej dobie życia**

Pierwszy dzień życia jest okresem przełomowym w prawidłowym wychowie cieląt. Pierwszym pokarmem cieląt jest siara, wydzielona gruczołu mlekowego matki w pierwszych 24 godzinach po porodzie (Jaster, 2005). Dotychczas najczęściej rolę prawidłowego podawania siary

rozpatrywano w kontekście zaopatrzenia noworodka w przeciwciała obronne (immunoglobuliny Ig) w mechanizmie tzw. odporności pasywnej przeciwko chorobom zakaźnym. Własna produkcja Ig rozpoczyna się już w 36. godzinie życia, ale aż do 21. dnia życia intensywność tego procesu jest zbyt niska (ok. 1 g Ig dziennie), aby powstała dostatecznie efektywna bariera ochronna przed patogenami.

Podstawowym sposobem ochrony noworodka przed chorobami jest zadbanie o prawidłową koncentrację Ig we krwi przez podanie dobrej



Fot. 1. Cieliczka rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej w pierwszej dobie życia

*Phot. 1. Polish Holstein-Friesian calf on the first day of life*

jakości siary w 1. godzinie życia. Stwierdzono wysoko istotną statystycznie pozytywną korelację pomiędzy koncentracją Ig we krwi cieliczek w 30. godzinie życia a obniżeniem (o około 16%) zachorowalności na biegunkę i zapalenie płuc (Furman-Frątczak i in., 2011). Oszacowano także, że zysk ekonomiczny wynikający z obniżenia zapadalności na choroby sięga 4,3% całkowitego kosztu uzyskania dorosłej, produkującej mleko krowy (Tozer i Heinrichs, 2001).

Badania prowadzone od lat 90. XX w. wykazały, że pożądaný wzrost produkcji mleka dorosłej krowy jest efektem lepszej zdrowotno-

ści, a wyższa produkcja mleka charakteryzowała krowy o wyższej koncentracji Ig we krwi w 2. dobie życia (DeNise i in., 1989). Badania ostatnich lat wykazały dodatkowo, że wzrost produkcji mleka wynika także z lepszego odżywienia cieliczek w pierwszej dobie życia. Siara bydłęca zawiera w swoim składzie ponad 250 naturalnych związków chemicznych, stanowi źródło: wysoko przyswajalnych składników pokarmowych, białek, peptydów, aminokwasów, lipidów, kwasów tłuszczowych, składników mineralnych i witamin, które doskonale pokrywają zapotrzebowanie pokarmowe noworodka. W badaniach Faber i in. (2005), analizujących wpływ ilości podawanej siary na późniejszą produkcję mleka stwierdzono, że krowy które otrzymały 2-krotnie większe dawki siary w 1. dobie życia, produkowały o około 1400 kg mleka więcej w czasie 1. laktacji.

Obok zaopatrzenia noworodka w przeciwciała i składniki pokarmowe, siara stanowi źródło związków bioaktywnych, włączając hormony, takie jak: insulina, hormon wzrostu, prolaktyna, leptyna, a także czynniki wzrostu, takie jak: insulinopodobne czynniki wzrostu I i II stymulujące rozwój funkcjonalny przewodu pokarmowego i układu odpornościowego (Blum, 2006). W badaniach analizujących wpływ podawania siary na koncentrację insuliny we krwi cieląt wykazano, że mimo braku zmian w koncentracji tego hormonu bezpośrednio po podaniu siary, w późniejszym wieku u tych samych cieląt stwierdzono wysoko istotny statystycznie efekt, jakim był wzrost koncentracji tego hormonu (Blum i Hammon, 1999; Hammon i in., 2013). Autorzy stwierdzili, że siara podana w 1. dobie życia moduluje profil metaboliczny w późniejszym okresie wzrostu i rozwoju cieląt. Taką interpretację, jako długoterminowy i odległy w czasie efekt można przyjąć również w odniesieniu do stwierdzonej wyższej produkcji mleka krow, które w 2. dobie życia charakteryzowała wyższa koncentracja Ig (DeNise i in., 1989), a także krow, które w 1. dobie życia otrzymywały więcej siary (Faber i in., 2005). Wyniki badań zależności pomiędzy wzrostem ilości podanej siary lub koncentracji immunoglobulin we krwi cieliczek a produkcją mleka dorosłych krow przedstawił w tabeli 1.

Tabela 1. Wyniki badań zależności pomiędzy wzrostem ilości podanej siary lub koncentracji immunoglobulin we krwi cieliczek a produkcją mleka dorosłych krów

Table 1. The results of studies on the relationship between the increase in colostrum intake or immunoglobulin concentration in the blood of female calves and the future milk production of adult cows

Piśmiennictwo <i>References</i>	Wzrost – Increase in			
	ilości siary podanej w 1. dobie życia (od – do) <i>amount of colostrum fed on day 1 of age (range)</i>	koncentracji immunoglobulin we krwi (od – do; g l <sup>-1</sup> ) <i>immunoglobulin concentration in blood (range; g l<sup>-1</sup>)</i>	dziennego przyrostu masy ciała (kg dzień <sup>-1</sup> ) <i>daily weight gain (kg day<sup>-1</sup>)</i>	produkcji mleka w 1. laktacji (kg) <i>first lactation milk production (kg)</i>
DeNise i in., 1989	–*	>12	–	<b>8,5 /wzrost koncentracji Ig o 1 g l<sup>-1</sup> 8.5 /increase in Ig concentration by 1 g l<sup>-1</sup></b>
Faber i in., 2005	2–4 kg	–	0,23	<b>1387</b>
Furman-Frątczak i in., 2011	3,5–4,8% masy ciała/ <i>body weight</i>	3,7–16,9	–	–

\* Brak danych – No data.

Tabela 2. Wyniki badań nad zależnością między poziomem żywienia, dziennymi przyrostami masy ciała cieliczek a produkcją mleka dorosłych krów (wg Soberon i Van Amburgh, 2014)

Table 2. The results of studies on the relationship between feeding level, daily weight gain in female calves and future milk production in the adult cows (acc. to Soberon and Van Amburgh, 2014)

Piśmiennictwo <i>References</i>	Wzrost (w stosunku do grupy kontrolnej) <i>Increase in (in relation to control group)</i>			Rodzaj paszy płynnej (M – mleko; P – pójło z preparatu mlekozastępczego) <i>Type of liquid feed (M – milk; P – milk replacer liquid)</i>
	energii metabolicznej w dziennej dawce (Mcal dzień <sup>-1</sup> ) <i>metabolizable energy in daily ration (Mcal day<sup>-1</sup>)</i>	dziennego przyrostu masy ciała (kg dzień <sup>-1</sup> ) <i>daily weight gain (kg day<sup>-1</sup>)</i>	produkcji mleka (kg) <i>milk production (kg)</i>	
Bar-Peled i in., 1997	0,290	0,290	453	<b>M/P</b>
Foldager i in., 1997	0,266	0,300	519	<b>M</b>
Ballard i in., 2005	0,200	0,290	700	<b>P</b>
Shamay i in., 2005	0,270	0,290	981	<b>M/P</b>
Drackley i in., 2007	0,410	0,230	1332	<b>P</b>
Raeth-Knight i in., 2009	0,540	0,230	718	<b>P</b>
Moallem i in., 2010	0,074	0,070	732	<b>M/P</b>
Davis-Rincker i in., 2011	0,200	0,200	416	<b>P</b>
Soberon i in., 2012	0,450	0,380	552	<b>P</b>

Przetawione wyniki wskazują, że lepsze zaopatrzenie w siarę cieliczek-noworodków stymuluje wyższą przyszłą produkcję mleka dorosłej krowy. Sugerują także, że proces ten odbywa się w drodze odległych w czasie zmian profilu metabolicznego. Mechanizmy biochemiczne tych zmian oczekują jednak na wyjaśnienie.

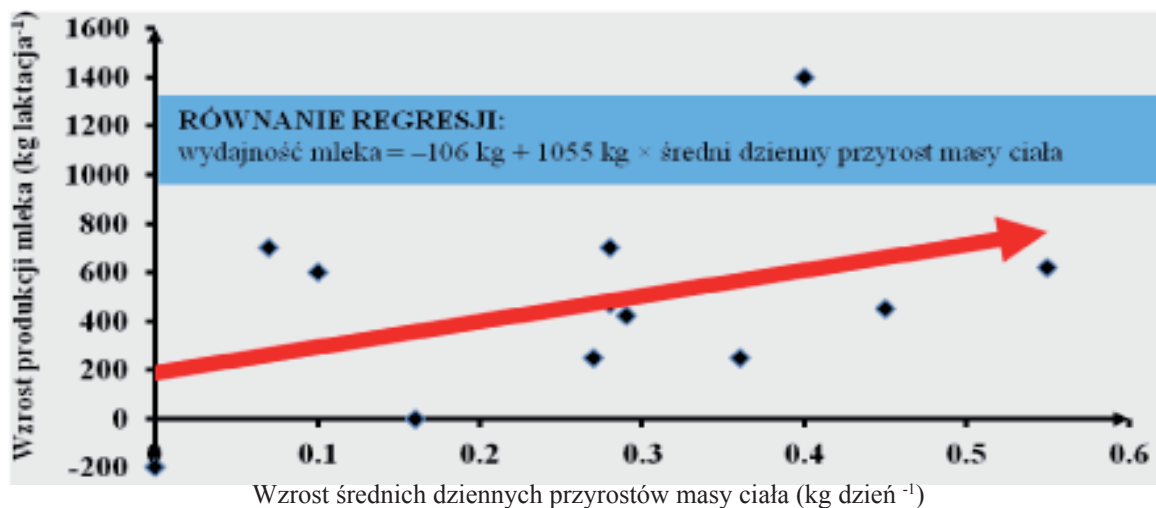
### Programowanie w pierwszych tygodniach życia

Wyniki badań ostatniego 20-lecia potwierdziły zależność między poziomem żywienia cieliczek w okresie podawania pasz płynnych, uzyskiwanymi w tym czasie dziennymi przyrostami masy ciała a późniejszą produkcją mleka dorosłych krów (tab. 2).

Przedstawione wyniki badań wykazały, że zwiększenie intensywności żywienia w okre-

sie od urodzenia do zakończenia podawania pasz płynnych (odsadzenie) spowodowało zwiększenie wydajności mlecznej w okresie pierwszej laktacji w zakresie od 400 do 1300 kg w porównaniu z cieliczkami kontrolnymi (Soberon i Van Amburgh, 2014). Autorzy ci udokumentowali również korzystny wpływ na wzrost masy takich organów, jak: nerki, gruczoł mlekowy, wątroba i trzustka (wyrażone jako % masy ciała cieliczek w 54. dniu życia).

Zależność pomiędzy średnimi przyrostami masy ciała cieliczek w okresie poprzedzającym odsadzenie a ilością wyprodukowanego mleka w okresie 1. 305-dniowej laktacji oszacowano na podstawie meta-analizy danych z 14 prac (Soberon i Van Amburgh, 2014). Wyniki tych obliczeń przedstawiono na schemacie 2.



Wzrost produkcji mleka (kg laktacja<sup>-1</sup>) – Increase in milk production (kg lactation<sup>-1</sup>); Wzrost średnich dziennych przyrostów masy ciała (kg dzień<sup>-1</sup>) – Increase in mean daily weight gains (kg day<sup>-1</sup>); RÓWNANIE REGRESJI: wydajność mleka = -106 kg + 1055 kg x średni dzienny przyrost masy ciała – REGRESSION EQUATION: milk yield = -106 kg + 1055 kg x mean daily weight gain

Schemat 2. Równanie regresji obliczone na podstawie meta-analizy wyników oceny zależności między dziennymi przyrostami masy ciała w okresie poprzedzającym odsadzenie a uzyskiwaną produkcją mleka w czasie 1. laktacji (wg Soberon i Van Amburgh, 2014)

*Scheme 2. The regression equation based on a meta-analysis of the results of the relationship between daily weight gain in pre-weaning period and the milk production during first lactation (acc. to Soberon and Van Amburgh, 2014)*

Przedstawiona linia trendu zależności między wzrostem dziennych przyrostów masy ciała a wzrostem produkcji mleka wskazuje, że na każdy kg wzrostu masy ciała przed odsadzeniem krowa produkuje o 1551 kg mleka więcej w czasie 1. laktacji. Oszacowano także tzw. wskaźnik wagi ekonomicznej dziennych przyrostów masy ciała w ogólnym efekcie ekonomicznym uzyskanej produkcji mleka u krów rasy holsztyńskiej. Stwierdzono, że wpływ finansowy w 18% zależy od dziennych przyrostów masy ciała w okresie poprzedzającym odsadzenie (Wolfová i in., 2007).

Przetawione wyniki, podobnie jak w odniesieniu do zaopatrzenia w siarę wskazują, że lepsze zaopatrzenie w składniki pokarmowe w okresie podawania pasz płynnych stymuluje wyższą, przyszłą produkcję mleka dorosłej krowy. Ten odległy w czasie efekt programowania metabolicznego w okresie podawania pasz płynnych analizowano także w odniesieniu do procesów kształtowania i aktywności wydzielniczej tkanki parenchymatycznej gruczołu mlekowego (Meyer i in., 2006). W cytowanych badaniach nie oceniano parametrów produkcji mleka, ale stwierdzono modulację rozwoju gruczołu mlekowego w pierwszych dwóch miesiącach życia poprzez zróżnicowany poziom żywienia białkowo-energetycznego.

Aktualne wyniki badań programowania metabolicznego u bydła wykazały, że zaopatrzenie w składniki odżywcze w pierwszych dniach i tygodniach życia reguluje koncentrację glukozy i aminokwasów we krwi cielęcia. Te zmiany modulują profil metaboliczny i hormonalny, a zatem i aktywność genów związanych z przekazywaniem składników odżywczych i czynników biologicznie aktywnych u starszych cieląt (Wang i in., 2014).

Autorzy na podstawie obserwowanych

odległych w czasie zmian składu tkanki mięśniowej u cieląt sugerują, że zależności te mogą odgrywać kluczową rolę w koordynowaniu wzrostu i metabolizmu innych tkanek i organów. Wysoko złożone mechanizmy biochemiczne tych zmian oczekują jednak na wyjaśnienie.



Fot. 2. Cieliczka rasy polskiej holsztyńsko-fryzjijskiej w wieku 4 tygodni  
Phot. 2. Polish Holstein-Friesian four-week-old female calf

### Podsumowanie

Czynniki takie, jak poziom żywienia wpływają na ekspresję fenotypową, której obrazem w chowie bydła mlecznego jest produkcja mleka. Wpływ ten, jako zjawisko biologiczne opisywane przez epigenetykę i programowanie metaboliczne, jest uznawany za trwały efekt środowiska. Przedstawione w pracy dane potwierdzają znaczenie programowania metabolicznego w okresie wczesnego wychowu cieliczek ras mlecznych. Wskazują, że żywienie siarą w pierwszym dniu życia, a także paszami płynnymi w pierwszych dwóch miesiącach życia jest ważnym czynnikiem fenotypowej ekspresji takich cech, jak wydajność w 1. laktacji, a także z dużym prawdopodobieństwem – życiowa wydajność mleczna krowy. Zasadność stosowania ograniczonego karmienia paszami płynnymi została obecnie jednoznacznie zakwestionowana.

### Literatura

- Ballard C., Wolford H., Sato T., Uchida K., Suekawa M., Yabuuchi Y., Kobayashi K. (2005). The effect of feeding three milk replacer regimes preweaning on first lactation performance of Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 88 (Suppl. 1): 22 (Abstr.).
- Bar-Peled U., Robinzon B., Maltz E., Tagari H., Folman Y., Bruckental I., Voet H., Gacitua H., Lehrer A.R. (1997). Increased weight gain and effects on production parameters of Holstein heifer calves that were allowed to suckle from birth to six weeks of age. *J. Dairy Sci.*, 80: 2523–2528.
- Bartlett K.S. (2001). Interactions of protein and energy supply from milk replacers on growth and body composition of dairy calves. M.S. Thesis, Univ. Illinois, Urbana.
- Bartlett K.S., McKeith F.K., VandeHaar M.J., Dahl G.E., Drackley J.K. (2006). Growth and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein at two feeding rates. *J. Anim. Sci.*, 84: 1454–1467.
- Blum J.W. (2006). Nutritional physiology of neonatal calves. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 90: 1–11.
- Blum J.W., Hammon H. (1999). Endocrine and metabolic aspects in milk-fed calves. *Domest. Anim. Endocrinol.*, 17: 219–230.
- Brown E.G., VandeHaar M.J., Daniels K.M., Liesman J.S., Chapin C.T., Keisler D.H., Weber Nielsen M.S. (2005). Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifers calves. *J. Dairy Sci.*, 88: 585–594.
- Davis-Rincker L.E., Vandehaar M.J., Wolf C.A., Liesman J.S., Chapin L.T., Weber Nielsen M.S. (2011). Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. *J. Dairy Sci.*, 94: 3554–3567.
- DeNise S.K., Robison J.D., Stott G.H., Armstrong D.V. (1989). Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 7: 552–554.
- Drackley J.K., Pollard B.C., Dann H.M., Stamey J.A. (2007). First-lactation milk production for cows fed control or intensified milk replacer programs as calves. *J. Dairy Sci.*, 90 (Suppl. 1): 614 (Abstr.).
- Faber S.N., Faber N.E., McCauley T.C., Ax R.L. (2005). Case Study: Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *PAS*, 21: 420–425.
- Fernandez-Twinn D.S., Ozanne S.E. (2010). Early life nutrition and metabolic programming. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1212: 78–96.
- Fiebig U., Bünger U., Heyer H., Brade W., Kaphengst P., Kleiner W., Lemke P., Mehnert E., Motsch T., Pongé J., Schmoltdt P. (1984). Zelluläres Wachstum beim Rind im Alter von 0-600 d. *Tierhygiene-Information (Sonderheft 43)*, Eberswalde-Finow.
- Foldager J., Krohn C.C., Mogensen L. (1997). Level of milk for female calves affects their milk production in first lactation. In: 48th Ann. Mtg. Eur. Assoc. Anim. Prod. Paper No. C 3.77, Vienna, Austria. p. 1–5.
- Furman-Frątczak K., Rząsa A., Stefaniak T. (2011). The influence of colostrum immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *J. Dairy Sci.*, 94: 5536–5543.
- Goddard M.E., Whitelaw E. (2014). The use of epigenetic phenomena for the improvement of sheep and cattle. *Frontiers in Genetics*, 5, 247, 1–6. doi: 10.3389/fgene.2014.00247.
- Hammon H.M., Steinhoff-Wagner J., Flor J., Schönhusen U., Metges C.C. (2013). Lactation Biology Symposium: Role of colostrum and colostrum components on glucose metabolism in neonatal calves. *J. Anim. Sci.*, 91: 685–695.
- Jaster E.H. (2005). Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G1 absorption in Jersey calves. *J. Dairy Sci.*, 88: 296–302.
- Jirtle R.L., Skinner M.K. (2007). Environmental epigenomics and disease susceptibility. *Nat. Rev. Genet.*, 8: 1145–1150.
- Khan M.A., Lee H.J., Lee W.S., Kim H.S., Kim S.B., Ki K.S., Ha J.K., Lee H.G., Choi Y.J. (2007). Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.*, 90: 876–885.
- Meyer M.J., Capuco A.V., Ross D.A., Lintault L.M., Van Amburgh M.E. (2006). Developmental and nutritional regulation of the prepubertal bovine mammary gland: II. Epithelial cell proliferation, parenchymal accre-

- tion rate, and allometric growth. *J. Dairy Sci.*, 89: 4289–4297.
- Moallem U., Werner D., Lehrer H., Zachut M., Livshitz L., Yakoby S., Shamay A. (2010). Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. *J. Dairy Sci.*, 93: 2639–2650.
- Raeth-Knight M., Chester-Jones H., Hayes S., Linn J., Larson R., Ziegler D., Ziegler B., Broadwater N. (2009). Impact of conventional or intensive milk replacer programs on Holstein heifer performance through six months of age and during first lactation. *J. Dairy Sci.*, 92: 799–809.
- Shamay A., Werner D., Moallem U., Barash H., Bruckental I. (2005). Effect of nursing management and skeletal size at weaning on puberty, skeletal growth rate, and milk production during first lactation of dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 88: 1460–1469.
- Soberon F., Raffrenato E., Everett R.W., Van Amburgh M.E. (2012). Pre-weaning milk replacer intake and effects on long term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 95: 783–793.
- Soberon F., Van Amburgh M.E. (2014). Lactation Biology Symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *J. Anim. Sci.*, 91: 706–712.
- Tozer P.R., Heinrichs A.J. (2001). What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis. *J. Dairy Sci.*, 84: 1836–1844.
- Wang P., Drackley J.K., Stamey-Lanier J.A., Keisler D., Looor J.J. (2014). Effects of level of nutrient intake and age on mammalian target of rapamycin, insulin, and insulin-like growth factor-1 gene network expression in skeletal muscle of young Holstein calves. *J. Dairy Sci.*, 97: 383–391.
- Wattiaux M.A. (1997). *Essentiels Laitiers: Elevage des Génisses Laitières. 2 Le taux de croissance*. Institute Babcock, Madison, WI, USA. 30 03 (2017 [https://federated.kb.wisc.edu/images/group226/52750/33-35/de\\_34.fr.pdf](https://federated.kb.wisc.edu/images/group226/52750/33-35/de_34.fr.pdf)).
- Wolfová M., Wolf J., Kvapilík J., Kica J. (2007). Selection for profit in cattle: I. Economic weights for purebred dairy cattle in the Czech Republic. *J. Dairy Sci.*, 90: 2442–2455.

## **EFFECT OF FEEDING THE DAIRY CALF DURING THE FIRST WEEKS OF LIFE ON SUBSEQUENT MILK PRODUCTION – NUTRITIONAL PROGRAMMING**

### **Summary**

The purpose of the review was to present current knowledge about the impact of dairy calf nutrition on optimization of performance of the dairy cows. Since the 1980s it has been widely known that higher weight gains during the first weeks of life positively affect the ages of puberty and first calving of cows. In 2005, for the first time, follow-up and long-term effects of dietary intake during the first weeks of life of calves for future milk production of adult cows have been widely documented. Recent studies show that the nutrition and therefore the type and amount of available nutrients, and also the level of nutrition was associated with the production of hormones, and through the effect on the metabolic profile the expression of the gene was changed, and the effect of these changes was depicted phenotypically. These biological phenomena were described by epigenetic and metabolic programming. Programming is especially effective in dairy cattle in so-called critical periods, namely the first day of life and the first weeks of life.

Recent data indicate that the feeding of colostrum on the first day of life and liquid feeding during the first 2 months of life is an important factor in the phenotypic expression of features such as first lactation performance and, with high probability, the lifetime yield of a dairy cow.

**Key words:** dairy cow, feeding, milk yield, nutritional programming

Fot. w art.: B. Niwińska