

# 2023

# PREcisionMIX 2.0

Współpraca w zakresie realizacji prac rozwojowych w celu opracowania i wdrożenia innowacyjnych, precyzyjnych i bezpiecznych technologii mikronawazania dla udoskonalenia produktów premiksowych

Część pierwsza:  
Potencjał genetyczny zwierząt



## AUTORZY:

ZUZANNA WIŚNIEWSKA  
ZUZANNA MIKOŁAJCZAK  
MAŁGORZATA KASPROWICZ-POTOCKA  
ROBERT MIKUŁA  
BARTOSZ KIEROŃCZYK  
SEBASTIAN A. KACZMAREK





# Spis treści

<b>Konsorcjum</b>	<b>4</b>
<b>Wstęp do etapu II</b>	<b>6</b>
<b>Spis użytej literatury</b>	<b>12</b>

# Konsorcjum

## O nas

Konsorcjum PREcisionMIX 2.0 składa się z 3 podmiotów:

### Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

odpowiada za badania i prace rozwojowe, w szczególności wkład naukowy w wypracowanie technologii, analizowanie receptur produktowych pod kątem doboru optymalnych rozwiązań technologicznych, analizowanie wpływu technologii na produkt i potencjał jego udoskonalenia, analizę ryzyk produkcyjnych i potencjału ich eliminacji na gruncie ochrony środowiska, bezpieczeństwa zwierząt i ludzi oraz zapewnienie dopływu dostępnego know-how i upowszechnienie rezultatów operacji na płaszczyźnie naukowej.

### Cargill Poland sp. z o.o.

odpowiada za zakup sprzętu i poniesienie wydatków (ogólnych, inwestycyjnych) dla linii pilotażowej, udostępnienie zasobów zakładu produkcyjnego (w tym zasobów kadry technicznej, inżynierskiej i specjalistycznej) do celów realizacji operacji, szkolenia i upowszechniania rezultatów operacji, pełnienie funkcji lidera konsorcjum.

### Izba Gospodarcza Handlowców, Przetwórców Zbóż i Producentów Pasz

odpowiada za zebranie i analizę doświadczeń branży w zakresie stosowanych technik mikronawazania, przeprowadzenie szkoleń na zasadzie peer-to-peer w zakresie osiągniętych w operacji wyników oraz upowszechnianie w branży rezultatów operacji, jak również prowadzenie strony internetowej projektu i innych niezbędnych działań w zakresie wymiany branżowego know-how.



# Wstęp do etapu II

Niniejszy dokument komasuje prace oraz wyniki uzyskane w trakcie realizacji Etapu I oraz II. Taki sposób prezentacji wyników realizacji projektu podyktowany jest wynikowością poszczególnych prac. Dla ułatwienia odbioru raportu, w odpowiednich miejscach dokumentu zaznaczono (bezpośrednio w tekście) informacje wynikające z realizacji Etapu II.

Celem Etapu jest uzyskanie wiedzy o możliwości pełnego wykorzystywania potencjału genetycznego zwierząt, poprzez dostarczanie niezbędnych składników pokarmowych w ilościach ściśle dostosowanych do potrzeb zwierząt.

## Drób

**Dozowanie mikroelementów w mieszance pełnoporcjowej dla kurcząt ma istotne znaczenie w kontekście zachowania zdrowotności i produktywności zwierząt.** Ich zawartość w materiałach paszowych jest jednak zmienna i zależna od zasobności gleby.

W związku z powyższym bilansowanie mikroelementów w mieszankach pełnoporcjowych dla drobiu opiera się w głównej mierze na stosowaniu komercyjnie dostępnych premiksów witaminowo-mineralnych. Na podkreślenie zasługuje jednak fakt, że Zalecenia Żywieniowe i Wartość Pokarmowa Pasz - Normy Żywienia Drobiu od lat '70' ubiegłego wieku aż do 2018 roku (1974, 1991, 1993, 1996, 2005) nie wykazywały istotnych zmian we wskazaniach stosowania koncentracji Mn, Zn, Fe, Cu, J, Mg oraz Se. Natomiast w powyższym okresie czasowym, dzięki krótkiemu odstępowi pokoleń drobiu, postęp hodowlany wynikający z intensywnej selekcji genetycznej na cechy istotne z

punktu widzenia ekonomii produkcji, pozwolił na zwiększenie masy ciała kurcząt (316 g - 2005 vs. 1396 g - 2005, w 28 dobie) w skróconym okresie odchowu, przy obniżonym współczynniku wykorzystania paszy (2,88 - 1957 vs. 1,67 - 2005; Zuidhof i in., 2014). W konsekwencji intensywna produkcja drobiu zмага się, m.in. z licznymi kontuzjami kończyn miednicznych (Kierończyk i in., 2017), chorobami metabolicznymi (Trocino et al., 2015) oraz patologicznymi zmianami w tkance mięśniowej (Livingston i in., 2019).

Prawidłowe, tj. zgodne z zapotrzebowaniem zwierząt dozowanie mikroelementów powinno ewoluować wraz z postępem genetycznym. Ma to szczególne znaczenie w kontekście umożliwienia wykorzystania potencjału genetycznego już od pierwszego dnia życia (34 g - 1957 vs. 44 g - 2005).

Warto zaznaczyć, że kolejne wydanie Zaleceń Żywieniowych i Wartości Pokarmowej Pasz dla Drobiu (2018) znacząco zmodyfikowało zawartość mikroelementów w mieszankach dla brojlerów, ze szczególnym

uwzględnieniem Mn (100-120 mg/kg), Cu (15 mg/kg), Zn (100-110 mg/kg), które to zwiększyły swoją koncentrację niemal dwukrotnie.

Żywienie mineralne kurcząt, ze względu na niskie koszty, opiera się na wykorzystaniu większych niż rekomendowane koncentracji mikroelementów, w celu prewencji obniżania się apetytu i wskaźników odchowu, upośledzenia układu immunologicznego oraz zaburzeń w rozrodzie (Klis i Kemme, 2002). Natomiast skutkuje to nadmiernym ich wydalaniem do ściółki (Aksu i in., 2002), a następnie do środowiska poprzez stosowanie nawozów, które mogą obniżać plonowanie (Nollet i in., 2007) oraz zanieczyszczać wody gruntowe (Jackson i in., 2003). Należy podkreślić, że zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 1334/2003; 479/2006; 1095/2016; 1039/2018 dopuszczalne maksymalne udziały mikroelementów w mieszankach paszowych daleko wykraczają poza zalecenia Instytutu Fizjologii i Żywienia Zwierząt Polskiej Akademii Nauk (2018).

Trzeba zaznaczyć, że aktualnie zwraca się uwagę na potrzebę wdrażania "żywienia precyzyjnego" (ang. precision nutrition), jak również "precyzyjnego dawkowania" (ang. precision feeding) (Moss i in., 2021), które ma na celu nie tylko obniżenie kosztów produkcji mieszanek pełnoporcjowych poprzez zwiększenie wykorzystania składników pokarmowych przez zwierzęta gospodarskie w tym drób, ale równocześnie ograniczać wydalanie i kumulowanie się substancji w środowisku zgodnie z

ideą Europejskiego Zielonego Ładu i strategii "od pola do stołu" (2021-2027).

W związku z powyższym wciąż istnieje potrzeba prowadzenia badań z zakresu dokładnego szacowania zapotrzebowania na mikroelementy dla kur z uwzględnieniem przeliczenia na jednej megadżul energii metabolicznej. Obecnie dane te dotyczą tylko wybranych makroelementów w tym Ca, P oraz Na.

## Trzoda chlewna

**Minerały i witaminy stanowią podstawowe składniki niezbędne do prawidłowego rozwoju zwierząt.** Zaliczane są one do

zw. mikroskładników, ponieważ potrzebne są organizmowi w stosunkowo niewielkich ilościach. Pełnią jednak wiele istotnych funkcji metabolicznych, regulacyjnych, budulcowych i innych, a ich zarówno nadmiar jak i niedobór prowadzi do obniżenia wydajności zwierząt, osłabienia kości, spadku odporności, zaburzeń w rozrodzie, chorób i innych (Dove, 1988; Richards i in., 2010; Jeong i in., 2019).

Skutki niedoboru czy braków mikroelementów i witamin widoczne są dopiero po dłuższym czasie, a ich uzupełnienie do właściwego poziomu wymaga także długiego czasu. Powstałe wskutek niedoborów mikroelementów zmiany w organizmie są często nieodwracalne, dlatego konieczne jest pełne pokrycie potrzeb zwierząt na te składniki (Flohr i in., 2015).

Stosowane w praktyce surowce

paszowe zawierają w stosunku do zapotrzebowania szybko rozpuszczalnych i wysokowydajnych świń zbyt mało mikroelementów i witamin. Muszą być one uzupełniane mieszankami mineralnymi i witaminowymi - premiksami. Dopuszczalne poziomy mikroelementów i witamin są regulowane dyrektywami Unii Europejskiej, w oparciu o najnowsze osiągnięcia wiedzy naukowej i technicznej, biorąc pod uwagę nie tylko wymagania fizjologiczne zwierząt, lecz także dostępność składników i formę ich podania (formy nieorganiczne vs. chelaty), co bezpośrednio przekłada się na ochronę środowiska i bezpieczeństwo konsumentów (Merriman i in. 2017; Blaabjerg i in., 2017).

Szczególną rolę w produkcji pasz dla świń odgrywają cynk i miedź, których formy i dopuszczalne poziomy w diecie regulują rozporządzenia UE (ROZPORZĄDZENIE WYKONAWCZE KOMISJI (UE) 2016/1095 z dnia 6 lipca 2016 r. i ROZPORZĄDZENIE WYKONAWCZE KOMISJI (UE) 2018/1039 z dnia 23 lipca 2018 r.). Komisja Europejska we wspomnianych rozporządzeniach ograniczyła ilość cynku w dietach dla świń do poziomu 150 mg/kg paszy a miedzi do 150mg/kg dla prosiąt do 4 tyg. po odsadzeniu i do 100 mg/kg paszy 5-8 tyg. po odsadzeniu. Jest to związane głównie z antybakteryjną aktywnością tych pierwiastków i ich działaniem stymulującym wzrost. U świń wchłanianie Zn i Cu waha się od 30% do 50% i jest odwrotnie proporcjonalne do spożycia. Dlatego znaczna ilość tych składników nie jest przez zwierzęta wykorzystywana

i trafia do obornika mając negatywny wpływ na środowisko. Dotyczy to także innych pierwiastków, jak np. wapń, fosfor, azot (Dove, 1988; Merriman i in., 2017; Dalto, 2019).

Wymogi fizjologiczne nie są identyczne z zaleceniami żywieniowymi, które często zawierają znaczne marginesy bezpieczeństwa, biorąc pod uwagę brak wiedzy na temat dokładnych wymagań fizjologicznych i niepewności, takie jak różnice w wymaganiach między zwierzętami w grupie, dostępność i skład paszy. Typowa dieta dla świń ma np. wysoką zawartość fitynianów, co ogranicza dostępność Ca, P, Zn i Cu, ponieważ kwas fitynowy tworzy kompleksy z pierwiastkami, które uniemożliwiają ich wchłanianie. Wiadomo również, że zawartość wapnia i żelaza oraz innych pierwiastków zmniejsza dostępność pierwiastków śladowych (Blaabjerg i in. 2017). Działania ograniczające skażenie środowiska są aktualnie priorytetowe dla Unii Europejskiej (DIRECTIVE (EU) 2016/2284).

Jednym z proponowanych rozwiązań problemu jest tzw. „żywienie precyzyjne”, które ma na celu osiągnięcie poprawy wykorzystania składników odżywczych, a tym samym obniżenia kosztów żywienia i ograniczenie wydalania składników odżywczych (Pomar i in. 2009). Precyzyjne żywienie wymaga dokładnej znajomości wartości odżywczej pasz i formułowania diet dostosowanych do wymagań zwierząt. Dostępność składników można zwiększyć np. przez dodatek enzymów (m.in. fitazy, proteazy), obróbkę pasz (np. ekstruzja,

ekspandowanie, granulacja - poprawa dostępności skrobi, białka), zwiększenie liczby faz karmienia, zastosowanie dodatków lepiej przyswajalnych (np. lepiej dostępnych form witamin, chelatów mineralnych, nowych form aminokwasów) (Brugger i Windisch, 2017; Lin i in., 2017).

Obecnie żywienie pierwiastkami śladowymi musi być zatem zarówno przyjazne dla środowiska, jak i pokrywać rzeczywiste zapotrzebowanie zwierząt. Wymaga to zatem także szczególnej precyzji w dozowaniu mikroelementów (także witamin i dodatków paszowych) do diety. Zastosowanie precyzyjnego naważania mikroelementów zapewnić może:

- pełne pokrycie potrzeb zwierząt – poprawa efektywności żywienia,
- nieprzekraczanie zalecanego dozowania;
- bezpieczeństwo dla środowiska;
- bezpieczeństwo dla producenta – zgodność z zaleceniami UE oraz z recepturą;
- poprawę ekonomiki produkcji.

Aktualnie elastyczność i dokładność w formułowaniu dawek żywieniowych jest często ograniczona zarówno dostępnością jak i zróżnicowaniem surowców, a także rodzajem i wyposażeniem linii produkcyjnej. To ograniczenie często prowadzi do kompromisów w wartości odżywczej paszy, co ostatecznie skutkuje mniej niż optymalną wydajnością zwierząt i mniejszym zwrotem ekonomicznym dla producenta. Dzięki dokładnemu ważeniu, rejestrowaniu, mieszaniu i

dostarczaniu poszczególnych partii mikroelementów do określonej dawki, istnieje możliwość precyzyjnego dostosowania każdego mikroelementu w każdej recepturze.

Wykorzystując nowe technologie mieszalnie pasz mogą podawać mikroelementy paszowe w precyzyjnych dawkach, z dokładnością i odpowiedzialnością, rejestrując codzienne zużycie wszystkich mikroelementów dla każdej wyprodukowanej partii paszy. Zastosowanie takiej technologii daje pewność i odpowiedzialność w całym procesie produkcyjnym, że mikroelementy są podawane zwierzętom najdokładniejszymi dostępnymi środkami.

## Bydło

**Podstawową rolą mikroelementów jest wspomaganie oraz koordynacja prawidłowego funkcjonowania większości procesów biochemicznych organizmu zwierząt gospodarskich, co wpływa nie tylko na utrzymanie homeostazy i zdrowia, ale również może być istotne w ekspresji potencjału produkcyjnego (Abdelrahman et al., 2010).**

Podczas cyklu produkcyjnego krów mlecznych, odchowu i wykorzystywaniu buhajów, a także w opasie bydła zapotrzebowanie na pierwiastki śladowe ulega zmianom. Niestety pomimo istotnego i wielokrotnie potwierdzonego wpływu mikroelementów w żywieniu zwierząt przeżuujących są one

ciągłe traktowane bez należytej uwagi, pomijane lub adaptowane z innych norm w zaleceniach żywienia dedykowanej tej grupie zwierząt (Strzetelski et al., 2014).

Warto również wspomnieć, że w wielu przypadkach dozowanie mikroelementów jest często przypadkowe i nieprecyzyjne, a ich współczynnik zmienności (CV) często przyjmuje wartości powyżej 5 co potwierdza, że uzyskiwane mieszanki nie są homogenne. Konsekwencją wykorzystywania nieprecyzyjnie dozowanych i niejednorodnych w składzie mineralnym mieszanek przyczynia się do pogorszenia zdrowotności zwierząt, pogorszenia przyrostów masy ciała lub produkcji mleka, pogorszenia płodności i statusu immunologicznego (Abdelrahman et al., 2010).

Dodatkowo należy pamiętać, że zazwyczaj zapotrzebowanie pokarmowe na mikroelementy uwzględnia minimalną dawkę dzienną poniżej której występują objawy związane z niedoborem (López-Alonso, 2012).

Należy również wspomnieć, że w niektórych przypadkach możliwość wykorzystania przez bydło niektórych mikroelementów może być hamowane przez inne pierwiastki.

Przykładem negatywnej interakcji obserwowanej u bydła jest ograniczanie wykorzystania miedzi przez molibden, siarkę, cynk i żelazo (Abdelrahman et al., 2010), co powinno zostać uwzględnione podczas ustalania dawki tego pierwiastka.

Dodatkowo nadmierne i

nieprecyzyjnie dozowane dawki związków mineralnych nie tylko mogą obniżyć wyniki produkcyjne bydła, ale mogą również mieć negatywny wpływ na zanieczyszczenie środowiska naturalnego (Abdelrahman et al., 2010). Niebezpieczne jest również nieprecyzyjne i nieświadome dozowanie mikroelementów których zapotrzebowanie pokarmowe bydła jest tylko kilkakrotnie mniejsze od maksymalnej dawki tolerowanej przez te zwierzęta. Szczególnie problem ten dotyczy miedzi i selenu, których dawka niepożądana wynosi odpowiednio około 10 i 20 krotność zalecanej dawki dobowej (NRC, 1996). Niestety do niedawna uważano, że bydło jest odporne na akumulację miedzi w wątrobie i niedobory tego pierwiastka uzupełniano maksymalną dawką ustaloną przez Unię Europejską, która jest 3,5 krotnie większa od zaleceń (López-Alonso, 2012; NRC, 1996). Przewlekłe zatrucie miedzią obserwowane jest już przy suplementacji większej niż 4-krotne zapotrzebowanie (NRC, 2001). Natomiast w przypadku selenu przewlekłą toksyczność obserwowano już w dietach których poziom tego pierwiastka był 16-krotnie wyższy od zalecanego (NRC, 2001).

Precyzyjne i świadome dozowanie mikroelementów jest koniecznym warunkiem do pokrycia zapotrzebowania pokarmowego ras bydła o najwyższym potencjale produkcyjnym. Wykorzystywanie homogennych mieszanek mineralno-witaminowych z pewnością przyczyni się nie tylko do uzyskania optymalnych wyników produkcyjnych, ale również zmniejszenia kosztów

opieki weterynaryjnej i pośrednio poprawy opłacalności produkcji mleka lub mięsa wołowego.



# Spis użytej literatury

1. Blaabjerg K., Poulsen H.D. (2017). The use of zinc and copper in pig production. Aarhus University, Dept. of Animal Science, Foulum DCA – National Center for Jordbrug og Fødevarer.
2. Brugger Daniel, Windisch Wilhelm M. (2017). Strategies and challenges to increase the precision in feeding zinc to monogastric livestock, Anim. Nutr., 3, 2, 103-108,
3. Dalto DB, Audet I, Matte JJ. (2019). Impact of dietary zinc:copper ratio on the postprandial net portal appearance of these minerals in pigs. J Anim Sci. Sep 3;97(9):3938-3946.
4. DIRECTIVE (EU) 2016/2284 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 14 December 2016 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, amending Directive 2003/35/EC and repealing Directive 2001/81/EC
5. Dove, Charles Robert, "The effect of excess trace minerals on pig performance and dietary tocopherols" (1988). Retrospective Theses and Dissertations. 9338.
6. Flohr, J. R.; Tokach, M. D.; Woodworth, J. C.; DeRouchey, J. M.; Dritz, S. S.; and Goodband, R. D. (2015). Vitamin and Trace Minerals: A Survey of Current Feeding Regimens, Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports: 1, 7.
7. Jeong JH, Hong JS, Han TH, Fang LH, Chung WL, Kim YY. Effects of dietary vitamin levels on physiological responses, blood profiles, and reproductive performance in gestating sows. J Anim Sci Technol. 2019 Sep;61(5):294-303
8. Merriman L. A., Walk C. L., Murphy M. R., Parsons C. M. and Stein H. H. (2017). Inclusion of excess dietary calcium in diets for 100- to 130-kg growing pigs reduces feed intake and daily gain if dietary phosphorus is at or below the requirement. J Anim Sci. 95(12):5439-5446.
9. Pomar, Cândido, Hauschild, Luciano, Zhang, Guo-Hua, Pomar, Jesus, & Lovatto, Paolo Alberto. (2009). Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations. Revista Brasileira de Zootecnia, 38(spe), 226-237.
10. Richards et al. (2010) Trace Mineral Nutrition in Poultry and Swine Asian-Aust. J. Anim. Sci. 23(11):1527-1534
11. ROZPORZĄDZENIE WYKONAWCZE KOMISJI (UE) 2016/1095 z dnia 6 lipca 2016 r.
12. ROZPORZĄDZENIE WYKONAWCZE KOMISJI (UE) 2018/1039 z dnia 23 lipca 2018 r
13. Red. R. Ryś (1974). Normy żywienia zwierząt. Instytut Zootechniki. PWRiL
14. Praca zbiorowa. Normy Żywienia Drobiu (1991). Polska Akademia Nauk Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego, Warszawa.
15. Praca zbiorowa. Normy Żywienia Drobiu (1993). Polska Akademia Nauk Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego, Warszawa.
16. Red. S. Smulikowska. Normy Żywienia Drobiu, Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz (1996). Polska Akademia Nauk Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego, Warszawa.
17. Red. S. Smulikowska i A. Rutkowski. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz - Normy Żywienia Drobiu (2005). Polska Akademia Nauk Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego, Warszawa.
18. Red. S. Smulikowska i A. Rutkowski. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla drobiu (2018). Polska Akademia Nauk Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego, Warszawa.
19. A. Trocino, A. Piccirillo, M. Birolo, G. Radaelli, D. Bertotto, E. Filiou, M. Petracci, G. Xiccato (2015). Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. Poult. Sci., 94, pp. 2996-3004
20. M.L. Livingston, C. Landon, H.J. Barnes, J. Brake (2019). White striping and wooden breast myopathies of broiler breast muscle is affected by time-limited feeding, genetic background, and egg storage. Poult. Sci., 98, pp. 217-226
21. D. Van der Klis, P.A. Kemme (2002). An appraisal of trace elements: inorganic and organic. J.M. McNab, K.N. Boorman (Eds.), Poultry Feedstuffs: Supply, Composition, and Nutritive Value, CAB Int., Wallingford, UK, pp. 99-108
22. D.T. Aksu, M. Aksu, M. Yoruk, M. Karaoglu (2011). Effects of organically-complexed minerals on meat quality in chickens J. Anim. Sci., 52, pp. 558-563
23. L. Nollet, J.D. Van Der Klis, M. Lensing, P. Spring (2007). The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. J. Appl. Poult. Res., 16, pp. 592-597
24. B.P. Jackson, P. Bertsch, M. Cabrera, J. Camberato, J. Seaman, C. Wood (2003). Trace element speciation in poultry litter. J. Environ. Qual., 32, pp. 535-540
25. Moss, A. F., Chrystal, P. V., Cadogan, D. J., Wilkinson, S. J., Crowley, T. M., & Choct, M. (2021). Precision feeding and precision nutrition: a paradigm shift in broiler feed formulation? Animal bioscience, 34(3), 354.
26. Abdelrahman, M.M., Kincaid, R.L., Elzubeir, E.A., 2010. Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition, Mineral deficiencies in grazing dairy cattle in Kordofan and Darfur regions in Western Sudan.
27. López-Alonso, M., 2012. Trace Minerals and Livestock: Not Too Much Not Too Little. ISRN Vet. Sci. 2012, 1-18. <https://doi.org/10.5402/2012/704825>



28. NRC, 2001. Requirements of Dairy Cattle Seventh Revised Edition, National Academy Press, Washington D.C.
29. NRC, 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle, National Academy Press, Washington D.C.
30. Strzetelski, J.A., Brzóska, F., Kowalski, Z.M., Osieglowski, S., 2014. Zalecenia Żywieniowe dla Przeżuwaczy i Tabele wartości pokarmowej pasz. Inst. Zootech. PIB, Kraków.

