



Wpływ nawożenia na jakość pasz z TUZ

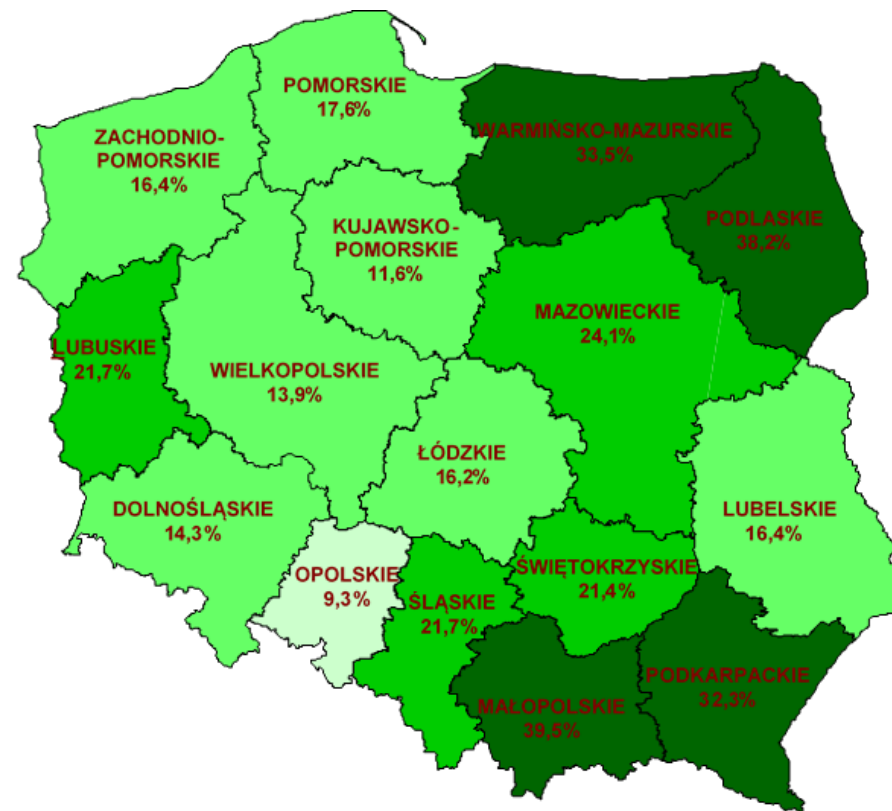
dr hab. inż. Barbara Wróbel, prof. ITP-PIB

Szkolenie w formie online dla pracowników stacji chemiczno-rolniczych, doradców rolnych i rolników nt. „Badawczym. Racjonalne nawożenie trwałych użytków zielonych” w ramach Zadania 2 „Racjonalne nawożenie” realizowanego na podstawie umowy dotacyjnej nr DIW.ib.070.3.2025 zawartej między Ministerstwem Rolnictwa i Rozwoju Wsi a Instytutem Technologiczno-Przyrodniczym – Państwowym Instytutem

Falenty, 16.09. 2025 r.

Wstęp

- W Polsce trwałe użytki zielone (TUZ) zajmują ponad 3,1 mln ha 21,4% powierzchni użytków rolnych (UR)
- Główne źródło pasz objętościowych dla przeżuwaczy (zielonka, siano, kiszonka).
- Jakość pasz decyduje o jakości i opłacalności produkcji mleka i mięsa.
- Racjonalne nawożenie TUZ kształtuje ilość i jakość pozyskiwanych pasz.

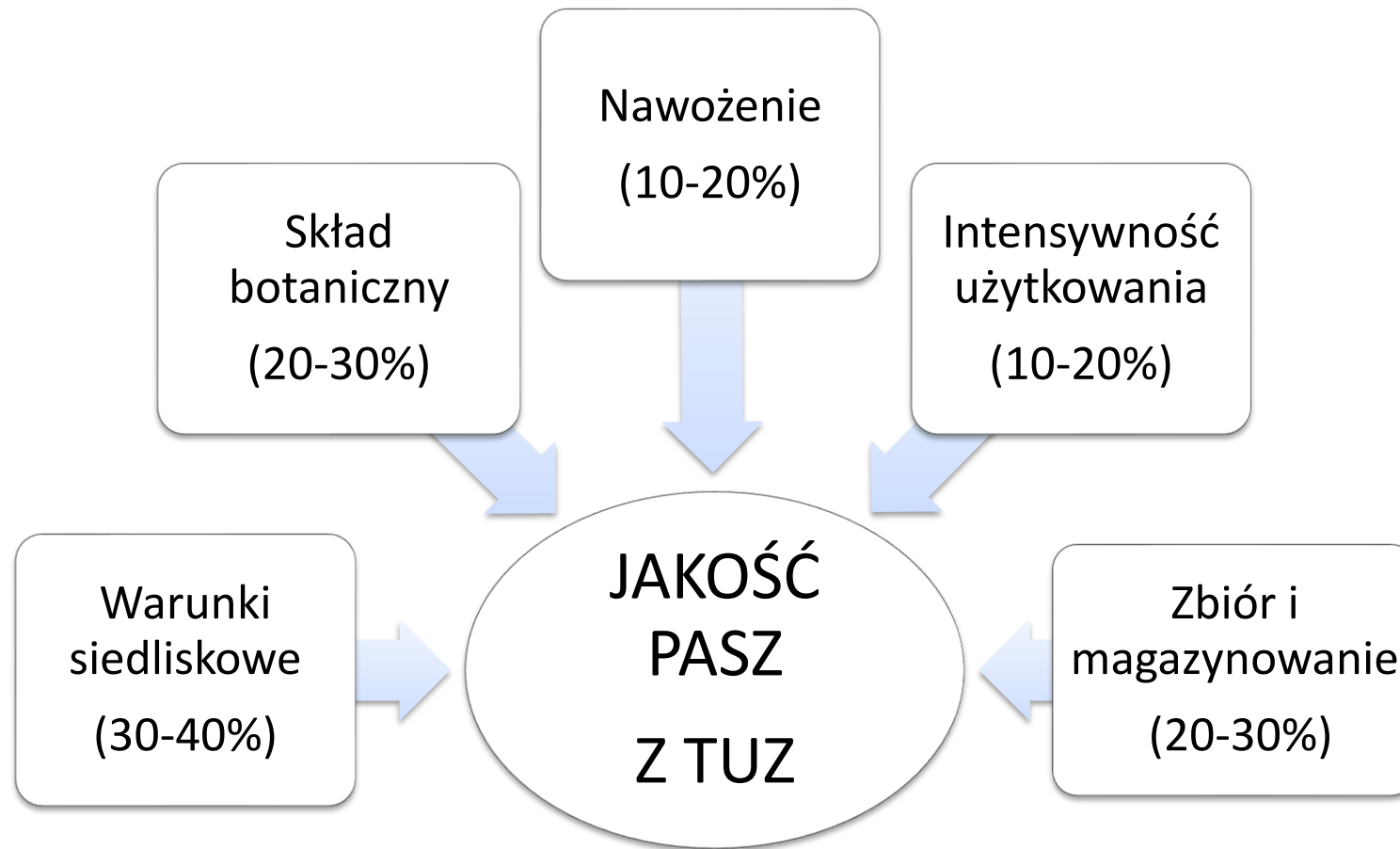


Udział TUZ (%) w UR w poszczególnych województwach według GUS

Celem prezentacji jest:

- pokazanie wpływu nawożenia poszczególnymi nawozami (mineralnymi i organicznymi) na jakość pasz z TUZ,
- wskazanie mechanizmów oddziaływania tych nawozów na roślinność użytków zielonych,
- praktyczne zalecenia, jak stosować nawozy, aby uzyskać jak najlepszą jakość pasz.

Czynniki warunkujące jakość i wartość pokarmową pasz objętościowych z TUZ



Charakterystyka pasz objętościowych z TUZ



Terminy określające jakość pasz

Wartość pokarmowa

Zawartość składników pokarmowych

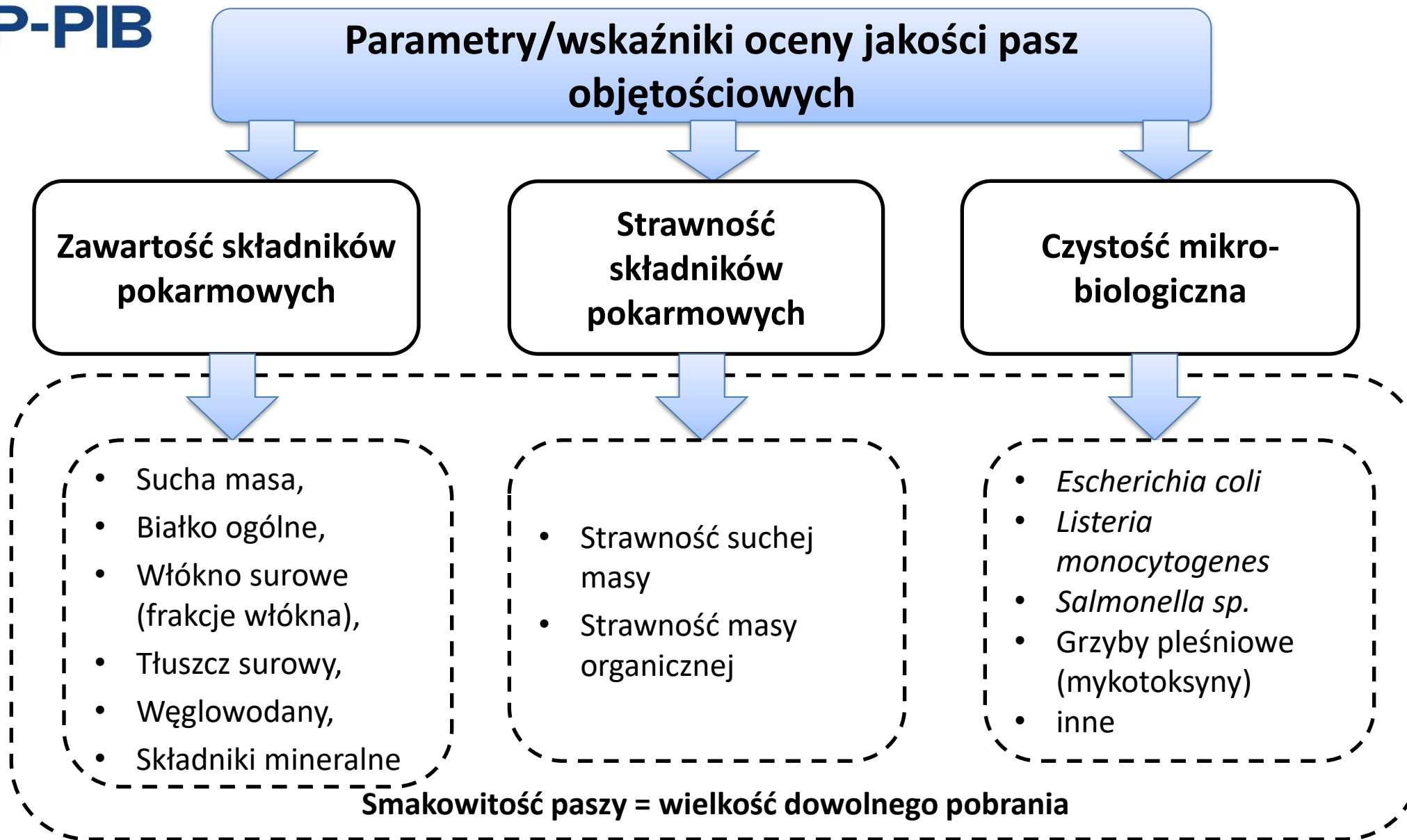
Wyraża się ilością danego składnika na jednostkę wagową paszy

Wartość odżywcza

Zawartość składników strawnych, wchłanianych w przewodzie pokarmowym i wykorzystywanych w procesach metabolicznych

Przydatność żywieniowa

Zależy od wartości pokarmowej, strawności, wartości energetycznej, działania dietetycznego, smakowego, zawartości substancji antyodżywczych, wpływu na jakość produktów odzwierzęcych i oddziaływania na organizm zwierzęcy



Normy zawartości makroelementów w paszy z TUZ

Składnik	Zawartość g/kg sm.		
	Niska	Optymalna	Wysoka
Azot	<15	15-30	>30,0
Fosfor	<2,6	2,6-3,5	>3,5
Potas	<10	17-20	>20,0
Wapń	<4,5	4,5-9,0	>9,0
Magnez	<3,0	3,0	>3,0
Sód	<1,5	1,5-2,5	>2,5
Siarka	<2,0	2,0-3,0	>3,0

Źródło: Czuba i Mazur 1988, Falkowski i in. 2000.

Efekty nawożenia mineralnego runi użytków zielonych

- **Skład botaniczny użytku:** wzrost udziału gatunków wartościowych (trawy azotolubne, rośliny bobowate), spadek udziału gatunków niskowartościowych i niektórych ziół.
- **Skład chemiczny paszy:** zmiany w zawartości białka, włókna, cukrów i popiołu.
- **Strawność paszy:** poprawa przy umiarkowanym nawożeniu, spadek przy nadmiernym nawożeniu i dominacji ekspansywnych gatunków.
- **Smakowość paszy:** wzrost pobrania paszy przy umiarkowanym nawożeniu, spadek przy nadmiarze nawozów.
- **Plon biomasy i wydajność:** umiarkowane nawożenie zwiększa plon i wartość paszy, nadmiar → wysoki plon kosztem jakości.

Nawozy mineralne:

- **Saletra amonowa (NH_4NO_3)** – szybkie działanie (forma azotanowa + amonowa).
- **Mocznik ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)** – 46% N, wymaga przemian w glebie, ryzyko ulatniania NH_3 , lepszy przy wilgotnej glebie.
- **Siarczan amonu ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)** – wolniejsze działanie, zakwasza glebę, źródło siarki (synteza białka).
- **Nawozy wieloskładnikowe (NPK, NP, +S, Mg, Ca)** – dostarczają N i inne makro-/mikroelementy, poprawiają jakość runi.

Nawozy organiczne:

- **Gnojowica, gnojówka** – szybki azot amonowy, ryzyko strat (ulotnienie, wymywanie).
- **Obornik** – gł. N organiczny (60–70%), wolne działanie, mało azotu azotanowego (<5%).
- **Kompost** – powolne uwalnianie azotu, poprawa właściwości gleby, mniejsze straty.

Rola azotu w roślinach

- Podstawowy składnik białek, aminokwasów i enzymów → decyduje o wzroście i plonie.
- Składnik chlorofilu → warunkuje intensywną fotosyntezę.
- Stymuluje rozwój ulistnienia i masy zielonej.
- Wpływa na zawartość białka w paszy i jej wartość pokarmową.
- Nadmiar → bujny wzrost wegetatywny, spadek cukrów, gorsza jakość paszy.

Wpływ N na jakość pasz na TUZ

Fizyczna wartość
plonu runi

Spadek koncentracji składników
mineralnych, zjawisko tzw. efektu
rozcieńczenia

Zmiany w morfologii
roślin

Wzrost udziału liści kosztem pędów
Wzrost strawności paszy

Uproszczenie składu
botanicznego runi

Eliminacja gatunków ekstensywnych,
ograniczenie rozwoju bobowatych i ziół a
wzrost udziału traw

Wpływ wzrastających dawek nawozów azotowych na zawartość składników pokarmowych

Nawożenie N, kg/ha	Białko ogólne	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	BSW	Popiół
0	15,3	4,1	26,0	44,2	9,5
100-120	15,6	4,0	28,0	43,0	9,4
200-240	17,7	4,2	27,9	41,1	9,1
300-360	20,9	4,3	27,5	38,3	9,0
400-500	21,8	4,3	27,2	38,0	8,7

Wpływ wzrastających dawek nawozów azotowych na współczynniki strawności in vitro suchej masy runi pastwiskowej

Nawożenie N, kg/ha	Strawność suchej masy, %
0	62,5
100	60,6
300	72,9
500	68,1

Wpływ nawożenia azotowego na poziom frakcji azotowych w trawach

Frakcje N (w % s.m.)	Nawożenie N kg/ha				
	0	75	150	225	300
N-ogólny	1,85	2,18	2,38	2,36	2,88
N-białkowy	1,50	1,61	1,95	1,93	2,33
N-niebiałkowy	0,35	0,57	0,43	0,43	0,55
N-NO ₃	0,008	0,019	0,090	0,077	0,318
N – rozpuszczalny	0,64	0,79	0,91	1,06	1,17

Źródło: opracowanie własne na podstawie różnych źródeł

Szereg akumulacji azotanów w trawach

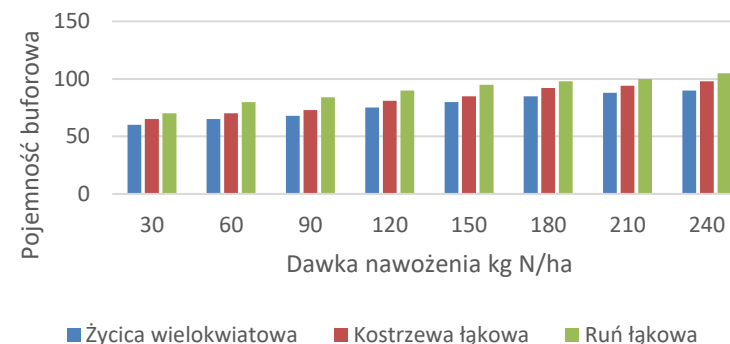
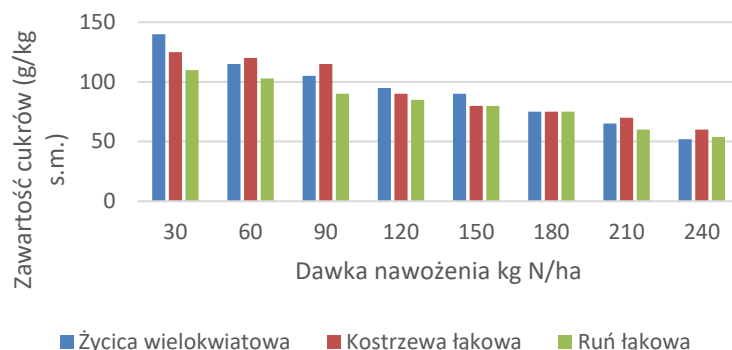
– Azotanowa Sekwencja traw (AST)

Klasa zawartości	Średnia zawartość (mg N-NO ₃ kg sm.)	Gatunki
Bardzo duża	2860-2020	kostrzewa czerwona, kupkówka pospolita, kostrzewa łąkowa, życica trwała
Duża	1850-1120	stokłosa bezostna, życica wielokwiatowa, wiechlina roczna, wiechlina łąkowa, tymotka łąkowa
Mała	510-250	kłosówka wełnista, mozga trzciniowata, rajgras francuski, wyczyniec łąkowy,
Bardzo mała	50-10	śmiatek darniowy, konietlica łąkowa, mietlica rozłogowa

Źródło: opracowanie własne na podstawie Kozłowski i Zielewicz (2009)

Wpływ nawożenia azotem na jakość kiszonki

Wpływ nawożenia N na zawartość cukrów i pojemność buforową* w I pokosie wybranych zielonek



*Pojemność buforowa wyraża się ilością kwasu mlekowego, jaką należy zużyć, by obniżyć pH zakiszonego materiału z poziomu wyjściowego do 4,2.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Podkowska, Potkański [1991, 1993]

Wpływ dawki nawożenia N na jakość kiszonki z życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* L.)

Dawka N (kg/ha)	Białko (% sm)	NDF (% sm.)	ADF (% sm.)	pH	NH ₃ -N (% N ogólnego)	Kwas mlekowy (% sm)	Kwas octowy (% sm)	mlekowy/octowy
0	7,0	66,4	41,5	4,47	5,36	4,18	1,14	3,83
50	8,5	66,9	42,4	4,61	5,51	3,73	1,27	2,99
100	11,1	66,0	40,3	4,66	5,53	3,48	1,44	2,43
150	12,4	62,4	38,5	4,71	6,55	3,40	1,56	2,20
200	13,0	62,6	38,4	4,96	8,47	3,23	1,66	1,91

Źródło: opracowanie własne np.: Ertekin i in. 2022

1. Rola fosforu w roślinach:

- Wzrost i rozwój systemu korzeniowego
- Kwitnienie i owocowanie
- Zwiększenie efektywności wykorzystania azotu

2. Nawozy fosforowe mineralne:

- Superfosfat zwykły i potrójny – szybka dostępność fosforu
- Fosforany wapniowe i amonowe – różna szybkość uwalniania

3. Inne źródła fosforu:

- Nawozy organiczne (obornik, kompost) – wolniej przyswajalny fosfor, poprawa struktury gleby
- Popioły roślinne i zwierzęce – mikroelementy, poprawa odczynu gleby

Wpływ nawożenia fosforem

Wzrost zawartości fosforu w paszy

Wzrost zawartości białka

Wzrost strawności paszy

Sprzyja wzrostowi roślin bobowatych

1. Rola potasu w roślinach:

- Reguluje gospodarkę wodną i odporność na suszę
- Wpływa na fotosyntezę i jakość plonu
- Wzmacnia odporność roślin na choroby

2. Nawozy potasowe mineralne:

- Chlorek potasu – szybka dostępność potasu
- Siarczan potasu – dodatkowo dostarcza siarki, mniej wpływa na zasolenie gleby

3. Inne źródła potasu:

- Nawozy organiczne (obornik, kompost) – wolniej przyswajalny potas, poprawa struktury gleby
- Gnojowica – łatwo dostępny potas dla roślin, szybko wpływa na wzrost i jakość plonu
- Popioły roślinne i zwierzęce – dodatkowe mikroelementy, poprawa odczynu gleby

Wpływ nawożenia potasem

Wzrost plonu

Wzrost zawartości białka i niektórych mikroelementów

Ułatwienie zakiszania paszy

Mniejsze ryzyko gromadzenia azotanów

Mikroelementy

– zawartość w paszy i znaczenie dla przeżuwaczy

Mikroelement	Optymalna zawartość w paszy (mg/kg s.m.)	Objawy niedoboru u zwierząt
Miedź (Cu)	7,1–10	Anemia, biegunki, słaby wzrost, odbarwienie sierści (rudzenie u bydła czarnego)
Cynk (Zn)	50–100	Zaburzenia płodności, problemy skórne i racicowe, zahamowanie wzrostu
Mangan (Mn)	40–70	Zaburzenia rozrodu (ciche ruje, poronienia), deformacje kości u cieląt
Molibden (Mo)	0,6–0,8	Niedobory rzadkie, ale nadmiar → wtórny niedobór Cu (biegunki, anemia)
Kobalt (Co)	0,07–0,12	Niedobór witaminy B ₁₂ , spadek apetytu, chudnięcie, anemia
Selen (Se)	0,2–0,4	Choroba białych mięśni u cieląt i jagniąt, osłabiona odporność, problemy z płodnością
Bor (B)	3,1–6,0	Niedobory rzadko u zwierząt – bardziej znaczenie dla roślin (rozwój motylkowatych)

Źródło: opracowanie własne np.: Antonkiewicz 2007

- Na TUZ, szczególnie na glebach organicznych obserwuje się **niedobory miedzi, cynku, molibdenu, kobaltu**.
- W przypadku niskiej zawartości **miedzi i cynku** w glebie możliwe jest uzupełnienie ich niedoborów poprzez nawożenie doglebowe skoncentrowanymi jednoskładnikowymi nawozami mikroelementowymi w dawkach jednorazowych wystarczających na kilka lat.
- Można również stosować nawozy makroelementowe z dodatkiem odpowiedniego mikroelementu (dawka makroskładnika determinuje niewielką ilość mikroelementu jaką wprowadza się do gleby).
- W przypadku **manganu i molibdenu** (ich dostępność zależy od odczynu gleby), zaleca się nawożenie dolistne mikroelementami w formie chelatów.

Nawozy naturalne - źródło mikroelementów

- Nawozy naturalne są ważnym źródłem Cu, Zn, Mn i B dla runi łąkowej i pastwiskowej.
- Mikroelementy w nawozach naturalnych są związane z materią organiczną. Dzięki temu uwalniają się powoli i stopniowo.
- Regularne nawożenie naturalne zwiększa zawartość mikroelementów w paszy, szczególnie miedzi i cynku.
- Efekt zależy od rodzaju gleby i jej pH – na glebach kwaśnych lub organicznych dostępność mikroelementów może być ograniczona.

Zawartość wybranych mikroelementów w sianie nawożonym obornikiem w terminie wiosennym i jesiennym (średnie z lat badań)

Wariant nawożenia	Cu	Zn	Mn
Kontrola (bez nawożenia)	3,1	23,1	142,9
Obornik wiosną + NPK	4,7	23,7	142,3
Obornik jesienią + NPK	4,6	25,5	154,1

Źródło: opracowanie własne na podstawie Wesołowski [2003]

Efekty prawidłowego nawożenia mikroelementami na jakość pasz z TUZ

- **Wyższa zawartość białka** – dzięki lepszemu wykorzystaniu azotu i wspieraniu rozwoju roślin motylkowatych (Mo, Co).
- **Poprawa strawności paszy** – mikroelementy (Mn, Cu, Zn) wspierają fotosyntezę i metabolizm roślin, zwiększając zawartość białka i cukrów prostych przy jednoczesnym zmniejszeniu udziału włókna surowego.
- **Lepszy skład mineralny paszy** – zwiększenie zawartości Cu, Zn, Se i innych pierwiastków niezbędnych dla zdrowia i wydajności zwierząt.
- **Większy udział roślin motylkowatych w runi** – lepsze wiązanie azotu dzięki Mo i Co podnosi wartość energetyczną i białkową paszy.
- **Zmniejszenie ryzyka niedoborów u zwierząt** – pasza pokrywa zapotrzebowanie na mikroelementy, co poprawia zdrowotność i produktywność stada.

Nawozy naturalne

Nawozy naturalne charakteryzują się znaczną zmiennością zawartości składników nawozowych – potrzeba systematycznej kontroli składu.

Skład chemiczny wybranych nawozów naturalnych (średnie z lat badań)

Parametr	Pomiot	Obornik mieszany	Obornik bydlęcy	Obornik świński	Gnojówka	Gnojowica
Sucha masa, %	47,63	33,81	22,83	29,61	4,04	4,44
N og., kg/t ś.m.	22,08	13,26	6,51	9,50	2,89	2,79
Fosfor, kg/t ś.m.	6,99	4,15	1,61	5,37	0,58	0,56
Potas, kg/t ś.m.	12,10	9,21	5,20	9,90	1,77	1,71
Magnez, kg/t ś.m.	3,52	2,78	1,72	2,58	0,70	0,87
Wapń, kg t ś.m.	10,44	5,92	3,75	6,73	1,75	2,45

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Tkaczyk, Sawicka, Igras [2025]

Wpływ nawozów naturalnych na jakość pasz

- Zawierają wszystkie podstawowe makro- i mikroelementy niezbędne dla wzrostu roślin (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, B, Se).
- Substancje uwalniają się stopniowo z materii organicznej, co daje łagodniejszy i bardziej równomierny efekt niż nawozy mineralne.
- Zwiększają zawartość białka dzięki lepszemu zaopatrzeniu roślin w azot.
- Sprzyjają rozwojowi roślin motylkowatych w runi, podnosząc wartość białkową i energetyczną paszy.
- Poprawiają strawność paszy – mniej włókna surowego, więcej cukrów prostych.
- Regularne stosowanie stabilizuje plony i poprawia skład botaniczny runi.
- Niewłaściwe stosowanie może wprowadzać patogeny, dlatego ważne jest przestrzeganie zasad bezpieczeństwa.

Zagrożenia mikrobiologiczne związane z nawozami naturalnymi

Obecność patogenów w nawozach naturalnych

1. Bakterie chorobotwórcze

1. **Salmonella spp.** – może występować w świeżym oborniku, szczególnie drobiowym i świńskim.
2. **Escherichia coli (szczepy EHEC, np. O157:H7)** – obecne w odchodach bydła. **Listeria monocytogenes** – bakteria szczególnie groźna dla przeżuwaczy karmionych kiszonką z zanieczyszczonego materiału. Powoduje ronienia i choroby układu nerwowego.

2. Wirusy - (np. wirusy biegunek, adenowirusy) mogą być przenoszone z odchodami zwierząt .

3. Pasożyty

1. **Ascaris spp. (glista ludzka i świńska)** – jaja bardzo odporne na warunki środowiska, mogą przetrwać w glebie nawet kilka lat.
2. **Trichuris spp. (włosogłówka)** – przenoszona wraz z nawozami ściśniskimi.
3. **Toxocara spp. (glista psia i kocia)** – ryzyko w przypadku nawozów zanieczyszczonych odchodami zwierząt towarzyszących. Może stanowić zagrożenie zoonotyczne.

Zapobieganie skażeniu pasz w wyniku stosowania nawozów naturalnych

- **Kontrola jakości nawozów naturalnych:**

Przed zastosowaniem nawozów naturalnych zaleca się ich badanie pod kątem obecności patogenów, zwłaszcza w przypadku obornika przechowywanego w nieodpowiednich warunkach.

- **Kompostowanie nawozów:**

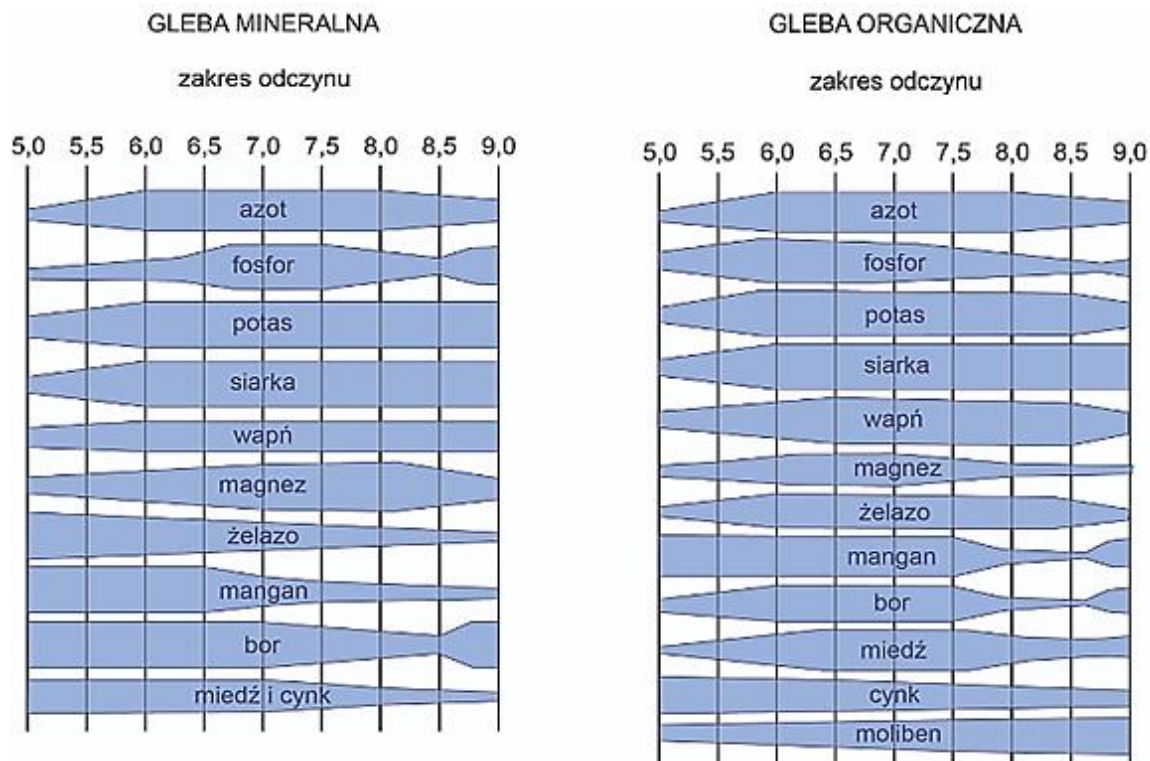
Kompostowania obornika w kontrolowanych warunkach tlenowych pozwala na skuteczną eliminację patogenów, poprawiając bezpieczeństwo stosowania nawozu.

- **Konieczności zachowania okresu odstępu (karencji) po zastosowaniu nawozu:**

Zaleca się zachowanie co najmniej 3–4-tygodniowej przerwy przed wypasem zwierząt, zwłaszcza młodych, aby ograniczyć ryzyko zakażeń patogenami i pasożytami.”

Odczyn gleb a dostępność składników mineralnych

- Na glebach o $\text{pH}_{\text{KCl}} < 5,5$ obserwuje się niską zawartości w runi fosforu, potasu, wapnia, miedzi oraz żelaza przy wysokiej zawartości manganu.
- Optymalne pH gleby dla większości roślin TUZ to 5,5–6,0 na glebach mineralnych i około 5,0–5,5 na glebach organicznych.
- Wapnowanie jest kluczowym zabiegiem z punktu widzenia regulacji dostępności mikroelementów. Odpowiednie pH pozwala uniknąć zarówno nadmiaru manganu czy glinu, jak i niedoborów miedzi, cynku czy molibdenu



Źródło: Grzebisz i in. (2014)

Podsumowanie

- Nawożenie jest jednym z kluczowych czynników kształtujących jakość pasz, wpływając zarówno na skład botaniczny runi, jak i na skład chemiczny paszy, a tym samym na jej strawność i smakowość.
- Spośród składników nawozowych najważniejszy jest azot (N), którego działanie zależy od dawki – umiarkowane nawożenie poprawia wartość runi, natomiast nadmiar może prowadzić do akumulacji azotanów, co jest niekorzystne dla zdrowia zwierząt.
- Fosfor (P) i potas (K) są również ważne dla prawidłowego wzrostu roślin, rozwoju systemu korzeniowego i syntezy białka, wpływają pośrednio na jakość paszy.
- Nawożenie mikroelementami może zwiększać wartość odżywczą paszy, poprawiając zawartość białka i składników mineralnych.
- Z kolei stosowanie nawozów naturalnych, takich jak obornik czy kompost, nie tylko dostarcza składników pokarmowych, ale również poprawia właściwości fizykochemiczne gleby i wspiera rozwój roślin bobowatych w runi.
- Istotnym czynnikiem decydującym o dostępności składników mineralnych jest odczyn gleby, który wpływa również na efektywność nawożenia.



Dziękuję za uwagę!