

# System nawożenia azotem

  
**moNolith46<sup>®</sup>**

Bernhard Bauer  
Leszek Dryjański



## Spis Treści:

Dlaczego warto stosować mocznik stabilizowany moNolith46®? .....	4
Definicja inhibitorów ureazy .....	5
Rozwój i produkcja inhibitorów ureazy .....	6
Charakterystyka NBPT .....	6
Mechanizm rozkładu mocznika .....	8
Mechanizm konwersji jonu amonowego w azotanowy .....	9
Wielkość strat azotu – porównanie mocznika bez/z inhibitorem .....	10
Forma azotanowa jako regulator wzrostu rośliny .....	10
Wpływ formy azotu na krzewienie się pszenicy .....	10
Nawożenie azotem pod pszenicę ozimą .....	11
Nawożenie azotem pod rzepak .....	14
Kukurydza – nawożenie azotowe .....	16
Bibliografia .....	19

## Szanowni Państwo!

Jak produkować żywność przy minimalnym wpływie tego procesu na środowisko oraz przy minimalnych kosztach – to jedno z palących wyzwań przed którymi stoi ludzkość. Dlatego w ramach rolnictwa zrównoważonego musimy szukać twórczych rozwiązań.

Jednym z takich rozwiązań jest zoptymalizowanie stosowania nawozów azotowych. Zmniejszając w ten sposób pośrednią i bezpośrednią emisję gazów cieplarnianych, zwiększamy efektywność ich wykorzystania.

Omawiany w tej publikacji nawóz **moNolith46®** jest rozwiązaniem coraz częściej stosowanym na zachodzie Europy oraz w innych rejonach świata cechujących się wysoko zaawansowanym i intensywnym rolnictwem.

Nawóz azotowy **moNolith46®** wprowadzony na nasz rynek przez Phoenix Sp. z o.o., jest przełomem w zakresie stosowania nawozów azotowych w polskim rolnictwie.

Skuteczność jego działania i użyteczność w rolnictwie została potwierdzona przez liczne i szczegółowe badania naukowe, a także rejestrację przez Komisję Europejską.

Stosując nawóz azotowy **moNolith46®** wykorzystujecie azot w nim zawarty w najbardziej skuteczny agronomicznie sposób, uzyskując wzrost wysokości plonu i jakości ziarna.

Zbigniew Potrzuski



Phoenix Sp. z o.o.

## Dlaczego warto stosować mocznik stabilizowany moNolith46®?

1. Mniejsze straty azotu = mniejsze zużycie nawozów  
Mocznik stabilizowany cechuje się mniejszymi stratami niż jego forma standardowa. Straty te nie przekraczają 5%, podczas gdy – zależnie od uprawy, warunków glebowych, temperatury – w przypadku niestabilizowanego mocznika mieszczą się w zakresie 20-50% podanej dawki.

### Policz sam:

Cena azotu: ..... zł/T

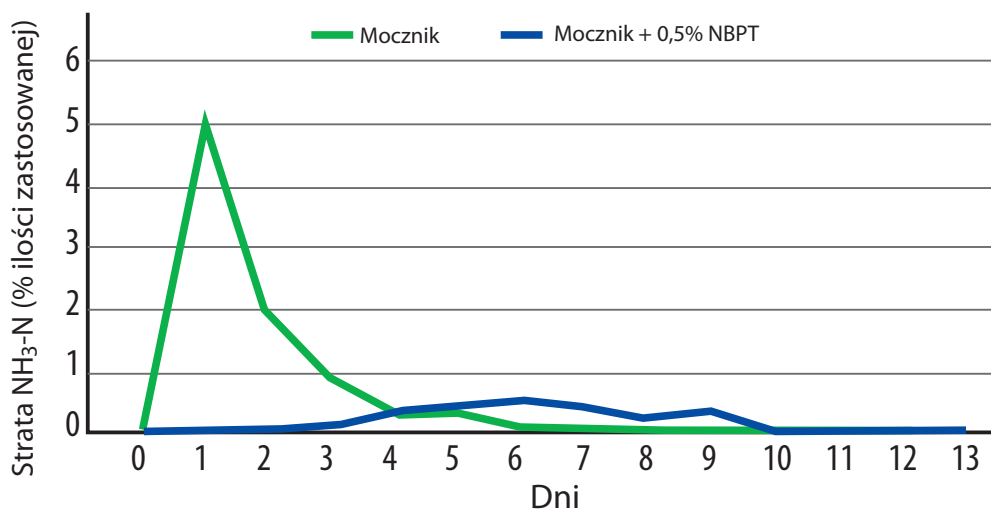
x straty (20%) .....

.....

.....

(np. 1000 zł/T x 0,2

= 200 zł strat/tonę



Dzienne straty azotu w postaci amoniaku. (Zaadaptowane z Watson, 2005).

2. Lepszy plon – różne doświadczenia przeprowadzone na roślinach uprawnych pokazują, iż prawdopodobnie z uwagi na lepszą dostępność azotu w łatwiej przyswajalnej formie, plon wzrastał do 5% w porównaniu z obiektami kontrolnymi nawożonymi taką samą ilością azotu w formie standardowej.

### Policz sam:

Cena pszenicy ..... zł/T

Średni plon ..... T/ha

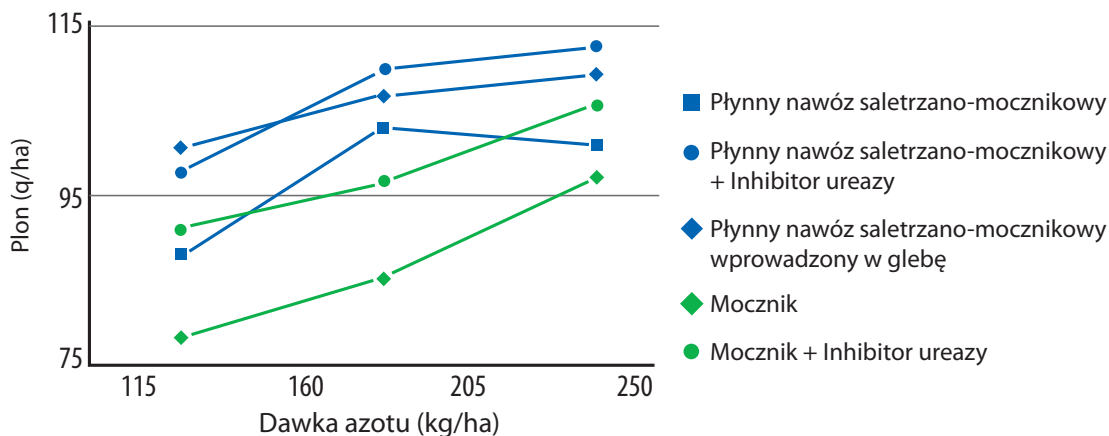
Szacowany przyrost 5%

.....

.....

Np. 800 zł x 8T/ha x 0,05

= 320 zł/ha



Wpływ inhibitora ureazy na wysokość plonu kukurydzy (w oparciu o IMC-Agrico, 1996).

Inhibitor ureazy zwiększył plon ziarna średnio o 7 q/ha, gdy zastosowano go razem z Płynnym nawozem saletrzano-mocznikowym i średnio o 10 q/ha, gdy zastosowano go dla wszystkich dawek mocznika.

Wyniki te uzyskano z prób, gdy nie było opadów deszczu w ciągu 72 godzin od momentu wysiania mocznika.

3. Ułatwienia w logistyce. Mniejsza liczba przejazdów z uwagi na połączenie I oraz II dawki wiosennej azotu. Brak wystąpienia głodu na roślinach, w warunkach uniemożliwiających wjazd wypadający w terminie tradycyjnej II dawki azotu.

Policz sam:	
Koszt pracy rozrzutnika /ha	.....
x areał uprawy	..... ha
<hr/>	
	.....
Np. 40zł x 50 ha	
=	2000 zł

### Definicja inhibitorów ureazy

Inhibitory ureazy zapobiegają, lub tłumią na pewien okres czasu przemianę azotu amidowego w moczniku do wodorotlenku amonowego i amoniaku poprzez hydrolityczne działanie enzymu ureazy.

Przez spowolnienie stopnia, w jakim mocznik hydrolizowany jest w glebie, straty ulatniania się amoniaku do atmosfery (jak i dalsze straty wynikające z wypłukiwania jonu azotanowego) są zredukowane, bądź uniknięte. Stąd efektywność mocznika oraz nawozów azotowych zawierających mocznik (np. Płynny nawóz saletrzano-mocznikowy) jest podwyższona, a wszelki negatywny wpływ na środowisko, związany z ich stosowaniem jest zmniejszony.

## Rozwój i produkcja inhibitorów ureazy

Tysiące związków chemicznych określono jako inhibitory ureazy w glebie (Kiss i Simihaian, 2002). Jednak tylko niewielka ilość spośród wielu przebadanych związków spełnia konieczne wymagania nietoksyczności, skuteczności przy niskich stężeniach, stabilności oraz kompatybilności z mocznikiem (zarówno stałym, jak i roztworem), a także degradowanym w glebie i niedrogim. Mogą one być klasyfikowane zgodnie z ich strukturą oraz zakładaną interakcją z enzymem ureaza (Watson, 2000, 2005).

Zaproponowano cztery główne klasy inhibitorów ureazy:

- związki wchodzące w interakcję z grupami sulfhydrylowymi (reagenty sulfhydrylowe),
- hydroksamaty,
- chemikalia chroniące uprawy rolnicze, i
- analogi strukturalne mocznika i związki spokrewnione.

N-(n-butylo) trójamid tiofosforowy (NBPT), fenylofosforodwuamidek (PPD/PPDA) oraz hydrochinon są prawdopodobnie najdokładniej przebadanymi inhibitorami ureazy (Kiss i Simihaian, 2002). Naukowe badania oraz testy praktyczne przeprowadzono także z N-(2-nitrofenylo) trójamidem kwasu fosforowego (2-NPT) oraz tiosiarczanem amonowym (ATS). Związki fosforoorganiczne są analogami strukturalnymi mocznika i jednymi z najbardziej skutecznych inhibitorów aktywności ureazy, przez blokowanie aktywnych miejsc enzymu (Watson, 2005). Spośród producentów inhibitorów ureazy na świecie, obecnie patenty posiadają: Agrotain International (pierwotnie udzielony firmie Freeport McMoRan Resource Partners i IMC-Agrico) oraz SKW Piesteritz. Kolejne badania nad wieloma związkami, skutkujące aplikacjami patentowymi nowych inhibitorów ureazy prowadzone są głównie w Niemczech, Indiach i Stanach Zjednoczonych.

## Charakterystyka NBPT

NBPT jest pochodną butylową trójamidu tiofosforowego. Poza hydrochinonem w Chinach oraz bardzo ograniczonym stosowaniem ekstraktów z drzewa neem w Indiach, NBPT jest jedynym obecnie inhibitorem ureazy, liczącym się ze względu na dostępność na rynku i praktyczną wartość dla rolnictwa.

Inhibitor ureazy jest bezwodnym, ciekłym preparatem NBPT. Może być on dodawany do stopu mocznika przed granulacją, nanoszony na powierzchnię granulek (w procesie ciągłym lub szarżowym), jak też dodawany do Płynnego nawozu saletrzano-mocznikowego.

NBPT jest związkiem nietoksycznym, a jego przeciętna dawka śmiertelna (doustne LD50) zawiera się w zakresie 1000 - 4000 mg/kg. Testy Ames (szukanie mutacji genów komórkowych i uszkodzenia chromosomów ssaków) w obydwu przypadkach były negatywne (Wilkinson, 1996).

Jest on zarejestrowany jako substancja TSCA – (Ustawa o Kontroli Substancji Toksycznych). Jest także zarejestrowany jako „nawóz EC” zgodnie z prawodawstwem Unii Europejskiej, w kilku innych krajach. NBPT może być – podobnie jak mocznik – bezpośrednio pobierany przez rośliny (Watson i Miller, 1996).

Przy stosowaniu NBPT nie stwierdzono występowania ryzyka dla zdrowia lub środowiska. Żadne szczególnie środki ostrożności ani ostrzeżenia w przypadku NBPT nie są wymagane, jakkolwiek podstawowe procedury bezpieczeństwa odnośnie magazynowania i transportu oraz stosowania nawozów powinny być zawsze przestrzegane. Działanie NBPT skierowane jest wyłącznie na enzym w glebie, nie wywołując efektu toksycznego, czy też statycznego wobec mikroorganizmów (wewnętrzne dokumenty rejestracyjne Agrotain International).

NBPT podlega rozkładowi do tworzących go pierwiastków: N, P, S, C i H (Byrnes et al., 1989b), i nie ma dowodów na żaden długoterminowy niekorzystny wpływ na produkcję trawy przy powtarzanych aplikacjach mocznika zawierającego NBPT. Nie stwierdzono też obniżenia jego skuteczności w przypadku powtarzanego stosowania na tej samej glebie (Watson et al., 1998).

NBPT ewidentnie wykazał swoją zdolność do spowolnienia aktywności enzymu ureazy (Gardner, 1995; Marking, 1995). Spowalniające ureazę działanie w glebie związane jest z działaniem jego grup funkcyjnych, z podobieństwem tlenowym, N-(n-butylo) trójjamidu fosforowego (Phongpanet al., 1995). Zapobiega on stratom N wskutek czasowego spowolnienia aktywności ureazy (Gardner, 1995; Marking, 1995). Spowalniając wywoływaną przez ureazę przemianę mocznika do amonu, minimalizuje straty amoniaku, daje czas na wchłanianie (absorpcję) lub rozproszenie form azotu w glebie.

Obniżenie ulatniania się amoniaku, wywołanego ureazą, może sięgać od 55 do ponad 99% (Watson et al., 1994a), przy typowej redukcji w zakresie od 75 do 80% w warunkach polowych. NBPT zapewnia największą korzyść agronomiczną wówczas, gdy nawozy na bazie mocznika są wysiewane powierzchniowo, ponieważ straty amoniaku są istotnie obniżone. Stwarza to też możliwości zredukowania operacji czaso- i kosztochłonnych. Na przykład, prace irygacyjne - niezbędne dla zapewnienia wchłaniania mocznika, nie muszą być przeprowadzone, dzięki czemu oszczędza się czas i paliwo. NBPT może być stosowany przedsięwzię, pogłównie, lub dolistnie. Ilość stosowanego inhibitora ureazy zawiera się pomiędzy 400 a 1100 ppm NBPT; właściwa ilość ustalana jest dla konkretnej uprawy i w oparciu o lokalne warunki.

Mocznik, zawierający NBPT w zalecanej ilości spowalnia działanie enzymu ureazy, bez względu na to, ile go zastosowano. W przypadku nawozów mieszanych (blends) mocznik powinien być połączony z inhibitorem przed zmieszaniem z innymi nawozami.

W przypadku, gdy duża ilość tego nawozu jest wprowadzona do gleby, mocznik znajdujący się tuż przy nasionach wpływa niekorzystnie na ich kiełkowanie i powoduje spalenie końcówek liści wskutek nadmiernego stężenia amoniaku. Można temu zapobiec, stosując inhibitor ureazy (Malhi et al., 2003; Wang et al., 1995). Watson i Miller (1996) stwierdzili, że chociaż mocznik z dodatkiem NBPT, wpływającym na aktywność ureazy powodował w pewnym stopniu palenie końcówek liści, to było to zjawisko przejściowe i krótkotrwałe.

W przypadku stałego mocznika, NBPT może być dodane przed lub po granulacji. Można dodać inhibitor ureazy bezpośrednio do stopu mocznika przed granulacją, otrzymując równy rozkład w całej objętości stałej granulki. Można także powlekać stały mocznik przed lub w trakcie operacji mieszania. Ocieranie się o siebie granulek mocznika w trakcie operacji mieszania powoduje równomierny rozkład NBPT na powierzchni wszystkich granulek. Taka „samodystribucja” NBPT w procesie mieszania zapobiega potrzebie indywidualnego powlekania każdej granulki.

Ciekła formuła produktu inhibitor ureazy nie zawiera wody, tak więc właściwości mocznika, związane z magazynowaniem i transportem nie są pogorszone wskutek powlekania. Nie ma różnicy w działaniu NBPT zgromadzonego wewnątrz, bądź naniesionego na powierzchnię granulek.

W przypadku ciekłych kompozycji mocznika jak Płynnego nawozu saletrzano-mocznikowego - NBPT jest po prostu dodawane do roztworu bezpośrednio przed aplikacją. Magazynowanie Płynnego nawozu saletrzano-mocznikowego z dodatkiem NBPT przez dłuższy czas (kilka dni) nie jest zalecane, gdyż produkt może ulegać rozkładowi w obecności wody.

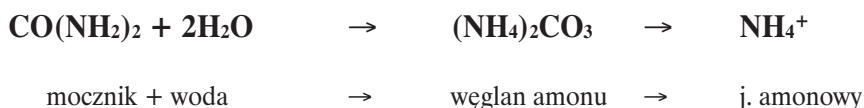
Mocznik stabilizowany NBPT może być stosowany jako prosty nawóz azotowy w postaci stałej lub ciekłej. Związanie z glebą nie jest konieczne nawet w przypadku gleby alkalicznej. Może on być także zastosowany przy drugim i trzecim wysiewie na uprawy zbożowe na lekkich glebach piaszczystych a także na użytkach zielonych w późniejszym okresie wzrostu. Badania gleb, przy użyciu szerokiego zakresu ich typów wykazały, że skuteczność NBPT w obniżaniu ulatniania amoniaku była największa w przypadku gleb o wysokim pH oraz niskiej pojemności buforowej (NBPT rozkłada się szybciej w kwaśnych glebach) (Watson et al., 1994b).

Jako, że największe straty amoniaku powstają przy stosowaniu mocznika bez inhibitora na glebach alkalicznych, NBPT wyraźnie wykazuje znaczny potencjał do poprawienia skuteczności mocznika na łąkach. Ponadto, nie ma dowodów na jakiegokolwiek długotrwałe niekorzystne efekty w produkcji trawy w wyniku powtarzalnego stosowania mocznika z dodatkiem NBPT w okresie ponad trzech lat. Jak i żadnego wskazania, że skuteczność obniżania strat amoniaku ulega zmniejszeniu wskutek powtarzalnego stosowania na tej samej glebie (Watson et al., 1998).

## Mechanizm rozkładu mocznika

Czynnikiem znacznie przyspieszającym przekształcanie formy amidowej azotu zawartą w moczniku w formę amonową jest wszechobecny enzym ureaza.

### UREAZA



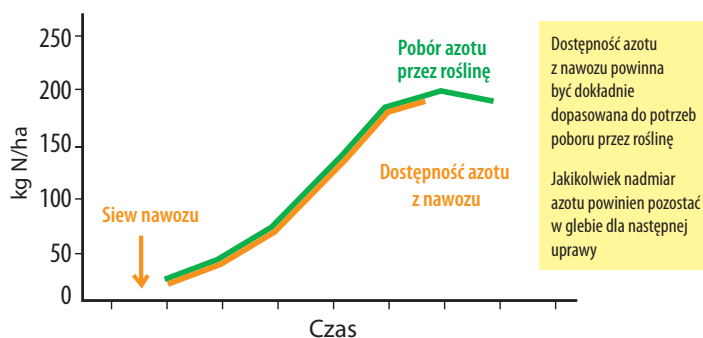
### Szybkość przemiany mocznika w jon amonowy w zależności od temperatury

przy 2°C	po 4 dniach	75% jako NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
przy 10°C	po 2 dniach	75% jako NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
przy 20°C	po 1 dniu	75% jako NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
przy 40% wilg. polowej po 4 dniach 75% jako NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (2°C)		
przy 100% wilg. Polowej po 8 dniach 75% jako NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (2°C)		

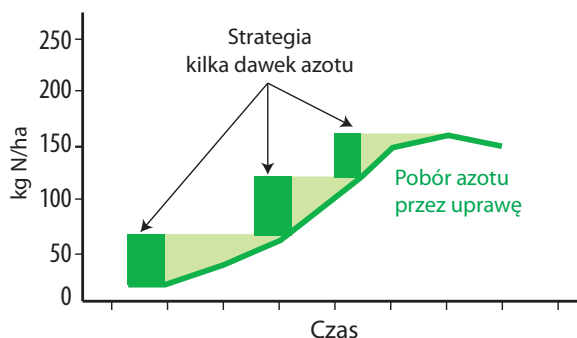
### Zagrożenia przy wykorzystaniu mocznika niestabilizowanego podczas przekształcania się formy amidowej w amonową:

- Prowadzi do – czasem bardzo znacznej – straty ulatniania się amoniaku, jeśli mocznik aplikowany jest powierzchniowo – „zjawisko powierzchniowe” (Amberger, 1996; Grant et al., 1996b, Watson et al., 1994a). Tego typu straty amoniaku wystąpią szczególnie na glebach o niskiej zdolności sorpcyjnej, bez szaty roślinnej i o wysokim pH. Długotrwałe susze przy wysokiej temperaturze także sprzyjają stratom amoniaku.

### Wykres optymalnego zaopatrzenia roślin w azot



### Wykres realnego zaopatrzenia w azot z użyciem standardowych nawozów

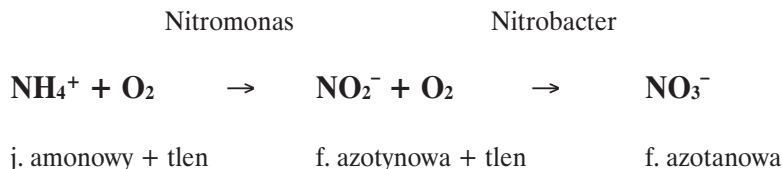


- Może spowodować dotkliwe uszkodzenie sadzonek i kiełkowania przez amoniak i jon azotynowy (NO<sub>2</sub>) (Watson i Miller, 1996), jeśli ilość mocznika, umieszczonego tuż przy nasionach jest zbyt duża (Grant et al., 1996a). Protonizacja amoniaku do jonu amonowego prowadzi do nieznacznego wzrostu pH (NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O → NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>) (Amberger, 2008b).



## Mechanizm konwersji jonu amonowego w azotanowy

Czynnikami umożliwiającym przekształcanie jonu amonowego obecnego w roztworze glebowym do jonu azotanowego są bakterie nitromonas i nitrobacter.



### Szybkość przemiany jonu amonowego w azotanowy w zależności od temperatury

Temperatura: przy 5°C po >6 tygodniach 50% jako  $\text{NO}_3^-$   
przy 8°C po 4 tygodniach 50% jako  $\text{NO}_3^-$   
przy 10°C po 2 tygodniach 50% jako  $\text{NO}_3^-$   
przy 20°C po 1 tygodniu 50% jako  $\text{NO}_3^-$

wilgotność: optimum: 40-60% wilgotności polowej

### Wpływ pH roztworu glebowego na szybkość nitrifikacji

pH: < 5,5 brak nitrifikacji  
6-7 optymalne  
> 7  $\text{NH}_3^-$  straty

temperatury >15°C oraz wilgotność gleby >90% = Denitrifikacja

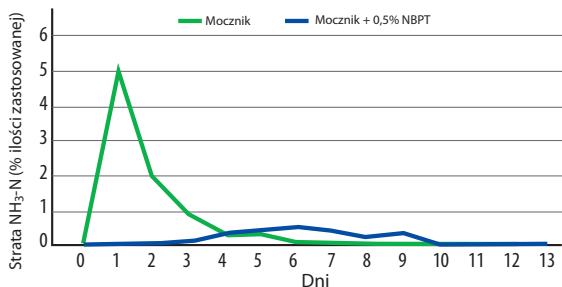
### Wady mocznika jako nawozu:

Główną wadę mocznika jako nawozu azotowego stanowią duże straty azotu w formie amoniaku ( $\text{NH}_3$ ). Wyrażone w procentach w stosunku do zaaplikowanego N, straty te mogą sięgać od 20% (Bundy, 2001), 21% (Basten et al., 2005) aż do 47% (Watson, 2005), albo od 15 do 60% (Cantarella et al., 2005). Na użytkach zielonych straty te mogą sięgać 50% i więcej zastosowanego amoniaku (Amberger, 1996). Straty amoniaku występują przy pH powyżej 7,0. Przy zaaplikowaniu mocznika (albo odchodów/moczu) w wyniku hydrolizy powstaje środowisko alkaliczne, gdy nawóz (lub obornik) styka się z glebą. Dlatego tego typu straty azotu z zaaplikowanego mocznika powstaną, gdy nawozy, zawierające mocznik zastosowane zostaną powierzchniowo i nie będą związane bezpośrednio po aplikacji.

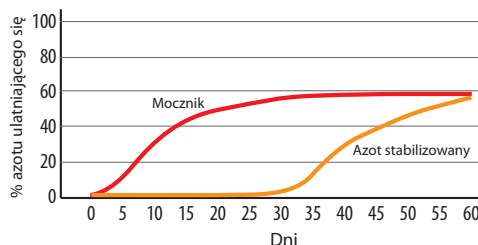
Bundy (2001) wymienia czynniki odpowiedzialne za te straty:

- brak deszczu lub irygacji po aplikacji,
- pozostałości uprawy na powierzchni gleby,
- wysokie temperatury,
- wysokie pH gleby,
- mała ilość gliny i materii organicznej w glebie (niska zdolność wymiany kationowej),
- aplikacja mocznika do początkowo mokrej gleby, a następnie susza.

## Wielkość strat azotu – porównanie mocznika bez/z inhibitorem



Dzienne straty azotu w postaci amoniaku. (Zaadaptowane z Watson, 2005).



Zmierzony azot ulatniającego się z mocznika i nawozu stabilizowanego wysianego powierzchniowo (Zaadaptowano z Agrium, 2006)

## Forma azotanowa jako regulator wzrostu rośliny



Działanie formy azotanowej na poprawę rozkrzewiania roślin oraz wzmoczoną intensywność budowania biomasy we wczesnych fazach rozwojowych zbóż (na przykładzie jęczmienia).

## Wpływ formy azotu na krzewienie się pszenicy

Var.	EC 25 kg N ha <sup>-1</sup>	EC 31 kg N ha <sup>-1</sup>	EC 37 kg N ha <sup>-1</sup>	łącznie kg N ha <sup>-1</sup>	plon dt ha <sup>-1</sup>	EC 31/32 pędówm <sup>-2</sup>	Kłosów m <sup>-2</sup>
1	0	40	40	80	88,4	491	366
2	40 Nitrat	40	40	120	102,1	687	423
3	40 Mocznik	40	40	120	98,3	610	427
4	80 Nitrat	40	40	160	102,7	619	503
5	80 Mocznik	40	40	160	100,2	655	434
6	80 Amonowa	40	40	160	97,3	644	483

Langenstein 2006

N.U. Agrar GmbH – Lindenallee 7 – 06449 Schackenthal - Tel: 034746-571780 - Fax: 034746-571789 - N.U. Agrar GmbH 23/09/2011

Zastosowanie formy saletrzanej (azotanowej) wpływa na zwiększenie się liczby bocznych rozgałęzień, a docelowo na większą obsadę kłosów.

U roślin we wcześniejszych fazach rozwojowych poprawia rozkrzewianie oraz budowę systemu korzeniowego.

Wnioski do tabelki: Zwiększenie ilości (dawki) azotu w fazie EC25 (połowa krzewienia) przy formie azotanowej zwiększyło docelową obsadę kłosów do 500(1) z 430(2). Efektu tego nie widać przy zastosowaniu formy amonowej (mocznik) – tam ilość kłosów pozostaje na poziomie ok. 430 sztuk/m<sup>2</sup> niezależnie od wykorzystanych dawek nawozu.

## Nawożenie azotem pod pszenicę ozimą

### Przed siewem

Nawożenie przedsiewne w pszenicy jest bardzo rzadkie. Rośliny pobierają pierwsze dawki azotu z gleby dopiero od fazy 3 liści. Do tego momentu siewka rozwija się z rezerw zgromadzonych w ziarniaku (przy standardowym wysiewie wartość azotu w nasionach to ok. 2-3 kg N/ha). Azot pobrany w fazie krzewienia, przed zimową przerwą wegetacyjną, nie przekracza dla zbóż na ogół wartości 20 kg N/ha. Dużo większymi potrzebami mogą wykazać się mikroorganizmy glebowe – posiadają one spory apetyt, szczególnie jeżeli został zaburzony stosunek C:N po przedplonie, lub na skutek konieczności przerobienia dużej ilości resztek poźniwnych/słomy po zbiorach. W tych przypadkach sensowne jest podanie azotu możliwie wcześniej, zaraz po zbiorach przedplonu. Umożliwi to dobre wymieszanie nawozu ze słomą podczas prac uprawowych. Bardzo dobrym rozwiązaniem jest podanie nawozu w formie płynnej. Forma amonowa nawozu lub nie stabilizowany mocznik mają najmniejsze ryzyko przesunięcia (wyflukania) azotu w głębsze partie gleby.



*Faza EC23 – zboża tuż przed połową krzewienia.*

### Nawożenie jesienne

Nawożenie jesienne, pomimo niskiego pobrania azotu przez pszenicę w tym okresie, jest potrzebne jeżeli w glebie mamy zbyt niską zasobność tego pierwiastka lub występuje wysoka zdolność buforowa gleby (powyżej 12 cmol/100g gleby). Także występujące w górnej warstwie wolne wapno jest czynnikiem wymuszającym dodatkowe nawożenie. Dla gleb lekkich, piaszczystych jest to bardzo istotny zabieg.

W przypadku zastosowania nawożenia azotowego, bardziej chodzi o ogólne zasady/dostępności niż detale w postaci jaką formę wybrać. Jeżeli mamy wysokie pH, które nawet czasami blokuje pełną dostępność mikroelementów – możemy podać azot w formie lekko zakwaszającej glebę.

Im trudniejsze warunki podczas jesieni, tym takie działania są skuteczniejsze. Jeżeli równocześnie jest problem ze strukturą gleby, czyli utrudnienia dla rozwoju korzeni, koniecznością staje się zapewnienie roślinom ich potrzeb poprzez dodatkowe nawożenie mineralne. W warunkach utrudnionego pobrania, kiedy w dzień roślina nie może transpirować, a nocą korzenie nie mogą wytworzyć odpowiedniej siły ssącej, zapewnienie odpowiednio wysokiej puli składników w glebie jest bardzo ważne. Tak silne ograniczenia pobierania występują, gdy stosunkowo młode rośliny trafiają na przymrozki.

Idealną formą do zakwaszającego nawożenia jesienno są gruboziarniste sole amonowe. Mocznik nie tworzy stref o poprawionym pH wokół granuli nawozu jak siarczan, dodatkowo po przejściu przez hydrolizę jest bardzo podatny na wyflukanie w wilgotnych warunkach jesiennych.

Mocznik stabilizowany również nie jest najlepszym rozwiązaniem w zbyt mokrej glebie, gdyż jest zbyt mobilny. Nie ma także żadnego działania zakwaszającego. Dodatkowo, przy pobraniu w większej ilości przez rośliny zwiększa ich zawartość wody w tkankach, co obniża mrozoodporność roślin.

### Rozwój wegetatywny

Wybór formy azotu do nawożenia roślin podczas rozwoju wegetatywnego powinien opierać się na doborze do sytuacji całego stanowiska.

Jeżeli nie mamy odpowiednio ukrzewionych poszczególnych roślin po zimie, musimy wymusić zwiększoną produkcję cytokinin. Najszybszym sposobem jest większa ilość nawozu w formie azota-

nowej, szczególnie przydatna, gdy mamy mało czasu do przejścia w fazę dnia długiego (roślina rozpocznie fazę strzelania w źdźbło). Nie można jednak zapomnieć o ryzyku, jakie niesie ze sobą ten zabieg. Owszem, zagęszcza ono stanowisko, ale wpływa bardzo istotnie na pobranie i magazynowanie wody w komórkach. Azotan jest składowany w wakuolach jako osmotyczna substancja. W efekcie uzyskujemy większą koncentrację wody w tych organach, co uwrażliwia rośliny na mróz (wczesno wiosenne przymrozki są dużo bardziej niebezpieczne). Najwrażliwsze są najmłodsze pędy, które nie są jeszcze wystarczająco rozwinięte, jak np. boczne źdźbła krzewienia.

Jeżeli stanowisko było dobrze rozwinięte po zimie, stabilnie ukrzewione, a jedyna regeneracja rośliny dotyczy przemarzniętych korzeni i liści, wybór formy azotanowej jest błędem. W takim przypadku formy azotu uprzednio zredukowane najlepiej spełniają wymagania. Zarówno forma amonowa, jak i mocznik nie stymulują tworzenia cytokinin ani dodatkowego krzewienia.

Czasami mamy ograniczenia w postaci zakupionego wcześniej nawozu. Jeżeli nie mamy możliwości użycia formy azotanowej, a stanowiska wymaga pewnej regeneracji/dodrzewienia – możemy użyć mocznika, ale powinien on być wprowadzony odpowiednio szybko (bardzo często jeszcze na zmrózoną glebę, pod koniec zimy), by mógł on przejść częściową nityfikację do początku ruszenia wegetacji. Mocznik ulegnie hydrolizie, oraz równomiernie się rozdzieli w glebie. Jest to lepsze rozwiązanie niż formy amonowe, gdyż dodatkowe zakwaszenie gleby w obrębie granuli siarczanu znacznie ogranicza procesy nityfikacyjne.

Przez zastosowanie inhibitora ureazy możliwe jest planowane przesunięcie okna czasowego działania nawozu, w porównaniu do klasycznego mocznika. Jest to także idealna forma nawożenia bardzo dobrze rozkrzewionych stanowisk, nie potrzebujących wiosną większej liczby pędów bocznych. Należy mieć jednak świadomość, iż mocznik stabilizowany jest podatny na wymywanie z gleby na takim samym poziomie jak nawozy azotanowe. Duża ilość opadów po zastosowaniu nawozu stabilizowanego może przepłukać azot z por glebowych w głębsze partie gleby.

## **II dawka azotu**

Jeżeli planujemy użycie w II dawce azotu formy azotanowej – zabieg powinniśmy odpowiednio wymierzyć pod względem terminu aplikacji. Jeżeli potrzeba lekko wspomóc stanowisko zbyt rzadkie – to trzeba zastosować azot pod koniec fazy krzewienia, by roślina na pewno nie była w fazie strzelania w źdźbło EC31. Jeżeli obsada jest optymalna, dawka może być podana na początku fazy strzelania – EC31. Zbyt gęste stanowisko wymagać będzie zredukowania bocznych źdźbeł. W tym celu opóźnimy nawożenie, czekając aż roślina „odetnie” najsłabsze pędy, chcąc wykarmić tylko te silniejsze. Moment ten możemy określić po kolorze bocznych źdźbeł – ich żółknięcie oznacza ich odrzucanie (nie zakładamy porażenia przez choroby w tym przypadku). Ważne jednak jest dokładne pilnowanie tego terminu, zbyt późno podany nawóz, doprowadzi nie tylko do zredukowania najsłabszych pędów, ale obniży plon całej rośliny na skutek redukcji ilości pięterek w kłosie na pędach głównych. Dlatego decydując się na stosowanie azotu jako regulatora wzrostu, miejmy na uwadze także przebieg pogody oraz warunki glebowe, by podany nawóz miał szansę odpowiednio szybko zadziałać.

Nawozy zawierające formy amonowe nie przeszkadzają w redukcji słabych pędów jeżeli nie są za wcześnie użyte. Podanie przed EC31 może mieć wpływ na ograniczenie procesu sortowania źdźbeł, podanie od tej fazy nie pogarszało sortowania się łanu.

Jeżeli stanowiska są lekko wybujałe, ale nie możemy użyć metody „głodowej“ w celu redukcji pędów, rozwiązaniem jest mocznik. Wprowadzony pod koniec krzewienia, nie zaburzy redukcji pędów bocznych, równocześnie nie będzie tworzył ryzyka braku azotu na rozwój rośliny. Oznacza to także, iż nie będzie ryzyka redukcji liczby pięterek na kłosie. Dzięki nawożeniu mocznikiem w młodych częściach roślin nie gromadzi się nadmiar cytokininy. Silniej zaczynają działać auksyna. Prowadzi to do powiększenia dominacji pędu głównego i silnych pędów bocznych (starsze źdźbła są mocniej rozwijane). Małe źdźbła boczne spowalniają wtedy swój rozwój, a docelowo ulegają redukcji.

Użycie inhibitora ureazy powiększa nam okno terminu użycia mocznika, oraz poprawia jego dostępność dla roślin. Może on być pobierany wtedy także jako forma amidowa przez dłuższy czas. Okres redukcji pędów bocznych zostaje wtedy wydłużony. Zabieg ten jest szczególnie celowy, kiedy występują warunki sprzyjające szybkiemu rozkładowi mocznika i zbyt dużo nawozu mogłoby ulec nityfikacji lub uciec z gleby. Warunkami sprzyjającymi dla tego procesu jest temperatura glebowa powyżej 12°C, wilgotność polowa powyżej 60% oraz/lub gleba biologicznie aktywna – regularnie nawożona organicznie.



*Zboże wczesną wiosną, średnia obsada.*

### Nawożenie jakościowe

Przy nawożeniu jakościowym musimy wyróżnić dwa cele. W pierwszym musimy zabezpieczyć samo dotarcie azotu do rośliny, drugim jest ułatwienie remobilizacji azotu w roślinie, by stopniowe jej obumieranie (żółknięcie słomy i liści) nie przerwało gwałtownie procesu nalewania ziarniaków.

W regionach z klimatem morskim, lub na dobrze zaopatrzonych stanowiskach w składniki i wilgoć forma azotu nie gra dużej roli. Dopiero na regularnie nawiedzanych przez suszę stanowiskach, z okresowymi upałami, wybór ten ma istotne znaczenie. A im bliżej momentu nalewania ziarna podajemy azot, tym dobór formy jest ważniejszy.

Dawka przypadająca na liść flagowy nie wpływa znacząco na późniejsze przemieszczanie się azotu. Okres czasu do początku żółknięcia rośliny jest tak daleki, iż roślina będzie w stanie sama wyregulować poziom fitohormonów. Jednak jeżeli wystąpi zbiegnięcie się tego okresu z suszą – powinniśmy wybrać możliwie łatwo rozpuszczalny nawóz, wymagający minimalnych ilości wilgoci. Najlepszy byłby azotan amonu, lub mocznik w stabilizowanej formie.

Późniejsze zastosowanie nawozu na stanowisko, które zazwyczaj szybko dojrzewa, wymagałoby ponownie zastosowania zredukowanych form azotu, takich jak N amonowy czy mocznik. Użycie stabilizowanego mocznika daje wyraźną korzyść, gdy temperatury gleby przekroczą 25° C. W połączeniu z wilgotną i biologicznie aktywną glebą wydłuża się okres w którym roślina może pobierać nawóz w formie mocznika nie opóźniając dojrzewania. W przypadku nałożenia się dodatkowo efektu suszy, czy dużej ilości jonów wolnego wapnia – mniejsze są także straty pochodzenia gazowego.

Dawka jakościowa przez glebę po kwitnieniu kłosa, ma sens wyłącznie na stanowiskach z długim oraz pozbawionych niekorzystnych warunków okresem dojrzewania. Zazwyczaj są to stosunkowo niewielkie ilości azotu, pochodzące z podziału ww. dawki na dwa mniejsze zabiegi. W specyficznych warunkach wydłużonego nalewania ziarna i dojrzewania, podzielone nawożenie jakościowe może przynieść korzyści w postaci niewielkiej zwwyżki parametrów (podwyższenie zawartości białka). Jednak sam poziom plonowania jest ustalony zazwyczaj przez ogólną sumę azotu i wcześniejsze prowadzenie łanu.

**Tab 1. Stosowanie moNolith46® w pszenicy ozimej**

Nawóz moNolith46®	Dawka [kg/ha]
I zabieg – na początku wiosennej wegetacji roślin	50
II zabieg – na początku strzelania w źdźbło	80-120
III zabieg – na początku kłoszenia	Do 100

## Nawożenie azotem pod rzepak

### Nawożenie jesienne

W odróżnieniu od pszenicy (oraz innych zbóż), rzepak jest rośliną wymagającą znacznej ilości azotu już jesienią. W zależności od terminu siewu, odmiany, warunków glebowych oraz pogody – potrafi on pobrać nawet 150 kg azotu na hektar w tym okresie. Pierwiastek ten, jest wbudowany nie tylko w liście, ale również w system korzeniowy (wraz z szyjką korzeniową) stanowiąc nie tylko podstawę dalszego wiosennego rozwoju, ale także silną podstawę do ew. regeneracji strat pozimowych.

System nawożenia jest ograniczony przez termin siewu rzepaku. Przypada on zazwyczaj po wcześnie schodzących z pola przedplonach zbożowych. W naszym klimacie siewy w korzystnych dla jesiennego rozwoju regionach (południowa, południowo-zachodnia część kraju) powinny być zakończone do końca sierpnia. Ewentualne wejście w termin wrzesniowy jest dopuszczalne z użyciem odmian mieszańcowych (dynamiczniejszy wzrost), ale nie zwolnione z ryzyka osiągnięcia zbyt małej fazy rozwojowej przed zimą. Optymalne rośliny powinny wchodzić w spoczynek wegetacyjny posiadając 10, a lepiej 12 dobrze rozwiniętych liści.



*Prawidłowo przezimowany rzepak.*

W okresie początkowym, tj. od wschodów do fazy 3-4 liści rośliny odżywiają się z zapasów zgromadzonych w nasionach. Dalszy rozwój wymaga pozyskania substancji odżywczych z gleby. Wiele osób ignoruje nieco nawożenie jesienne pod rzepak, pomijając je w swoich kalkulacjach lub minimalizując jego rolę w procesie budowania plonu. Jest to duży błąd, ponieważ rzepak w jesiennych fazach rozwojowych (6 liści, 8-10 liści) tworzy zawiązki późniejszych rozgałęzień, co przekłada się realnie na docelowy plon. Ilość rozgałęzień przypadająca na jedną roślinę jest tym ważniejsza, im bardziej przechodzimy na rolnic-

two precyzyjne oparte o znacznie niższe obsady roślin na metr kwadratowy od systemów klasycznych. Dzięki temu możemy w pełni wykorzystać potencjał wprowadzony przez hodowców w dane odmiany. Ceną jednak jest plantacja bardziej wrażliwa na ewentualne błędy uprawowe.

Podstawą jesiennego planu powinien być wspomniany termin siewu, kolejnym istotnym elementem jest bilans dostępnego azotu oraz jego zapotrzebowania przez naszą plantację. Na prawidłowo rozwiniętych stanowiskach (40-50 roślin), łącznie potrzeba 110-130 kg N/ha. Jeżeli na skutek błędów z lat poprzednich nasze pole jest „skażone” dużą ilością samosiewów rzepaczanych, wartość ta dodatkowo rośnie. Nawet przy regularnym corocznym nawożeniu organicznym, nie jesteśmy w stanie zapewnić takiego poziomu dostępności azotu bez zastosowania nawożenia mineralnego. Potwierdzeniem tej sytuacji są corocznie powtarzające się czerwono-zabarwione pola rzepaku pod koniec października czy początku listopada. Zazwyczaj oznaczają one niedobory azotu – rośliny tworząc na tym etapie zawiązki przyszłego plonu, a nie mogąc pobrać pożywienia z gleby, zużywają składniki odżywcze z najstarszych liści. W efekcie zaczynają one wpięć żółknąć, a potem czerwienieją. Takie zasilanie awaryjne znacznie ogranicza plon, gdyż rośliny rozwijają się w warunkach pół-głodowych. Ratunkiem jest szybkie podanie nawozu azotowego, jednak z uwagi na możliwe przymrozki i nadchodzącą zimę powinna to być już wyłącznie forma amonowa ( $\text{NH}_4$ ). Forma azotanowa (nazywana także saletrzaną,  $\text{NO}_3$ ) pogarsza mrozoodporność komórek roślinnych. W wypadku wystąpienia niedoboru poprawnym rozwiązaniem jest podanie siarczanu amonu (z myślą o pokryciu części zapotrzebowania na siarkę) lub mocznika. Na dobrych glebach, gdzie nie występuje ryzyko wymywania składników przez zimę – można także w tym zabiegu od razu zabezpieczyć (w znacznej części) wiosenną dawkę startową azotu.

### **Użycie nawozów stabilizowanych jesienią?**

Oceniając pod względem rozwoju roślin (pomijając względy ekonomiczne – cenę) - realnie sprowadza się ono do awaryjnej możliwości podania nawożenia po zasiewach/w początkowych fazach rozwojowych na wierzch gleby bez większego ryzyka strat. Standardowe zabiegi nawożenia przed-siewnego, można wymieszać z glebą – co zminimalizuje ewentualne straty azotu wynikające z przejścia mocznika w formę amoniaku. Dlatego w takich okolicznościach (możliwość przykrycia nawozu glebą) nie ma realnych przesłanek do stosowania stabilizowanych nawozów. Nawożenie późno-jesienne, po wystąpieniu objawów niedoboru azotu (czerwono zabarwione rośliny) wymaga zastosowania formy amonowej. Przemawia to na korzyść mocznika lub siarczanu amonu. W zależności od panujących temperatur gleby oraz jej wilgotności podczas stosowania mocznika należy dokonać wyboru formy standardowej lub stabilizowanej. Jeżeli temperatura gleby jest nadal w okolicy kilkunastu stopni, organizmy glebowe produkujące ureazę (enzym odpowiedzialny za jeden z etapów rozkładu mocznika) są nadal aktywne. W połączeniu z hydrolizą (pod wpływem wody) dochodzi do wydzielania się amoniaku i jego ucieczki co oznacza straty azotu. By ich uniknąć, należy zastosować formę stabilizowaną. W warunkach niskich temperatur i optymalnej wilgotności gleby, możliwe jest użycie form tradycyjnych, gdyż straty w wyniku ulatniania się amoniaku będą znacznie mniejsze, na ogół na poziomie możliwym do zaakceptowania.

### **Nawożenia wiosenne**

Rozdzielane jest klasycznie na III dawki

- startowa, po ruszeniu wegetacji
- strzelanie w pęd (10-20 cm)
- pąkowanie (pąk i kwitnienie) dawki „jakościowe”, uwaga na koncentrację azotu w oprysku!

### **Ruszenie wegetacji do strzelania w pęd**

Pierwszym krokiem producenta po zimie powinien być szacunek przezimowania plantacji. Jeżeli rośliny wchodziły odpowiednio przygotowane (rozwinięte) w spoczynek zimowy, oraz nie doszło do ekstremalnych mrozów z jednoczesnym brakiem okrywy śnieżnej, możliwe są dwa warianty nawożenia:

- plantacja ze znacznymi ubytkami masy liściowej, wymaga intensywnego odbudowania tkanek roślin. W tej sytuacji najefektywniej działa forma azotanowa (saletra). Powinna być ona podana możliwie szybko, najpóźniej zaraz po ruszeniu wegetacji. Efekt pobudzenia rośliny do tworzenia rozgałęzień i liści jest na tyle istotny, że pomijamy osłabienie mrozoodporności po zastosowaniu azotu azotanowego ( $\text{NO}_3$ ). Forma amonowa azotu ( $\text{NH}_4$ ) jest zdecydowanie mniej przydatna w tej sytuacji, gdyż nie występuje efekt pobudzenia roślin do regeneracji.
- plantacja prawidłowo przezimowała – minimalne straty w masie liściowej, optymalna obsada. W takich warunkach plantacja posiada potencjał wydania b. wysokiego plonu, który należy utrzymać. Nie potrzebna jest forma azotanowa do dalszego pobudzania roślin w tworzeniu kolejnych rozgałęzień. Forma amonowa jest bezpieczniejsza, chroni rośliny przed mrozem, równocześnie ma mniejsze zapotrzebowania na energię podczas pobierania oraz wbudowywania w aminokwasy przez roślinę, co tylko poprawia bilans energetyczny rośliny.

### **Formy stabilizowane wczesną wiosną?**

Ich użycie ma sens w opisywanym drugim wariantcie – nie potrzeba intensywniej regeneracji ładu, zależy nam na utrzymaniu jego obecnego (dobrego) stanu. Wraz z ruszeniem wegetacji temperatura gleby szybko rośnie – aktywują się ponownie mikroorganizmy glebowe – ponownie wzrasta intensywność rozkładu mocznika i możliwych strat w wyniku ulatniania się amoniaku. Tradycyjnie stosowany mocznik jest podawany w dawce zaspokajającej wyłącznie regenerację. Unikając dużej dawki



*Pąk rzepaku – strzelanie w pęd.*

mocznika (uniknięcie strat) konieczny będzie drugi przejazd w momencie początku strzelania w pęd. Zastosowanie formy stabilizowanej pozwala na podanie jednej połączonej dużej dawki na ruszenie wegetacji. Inhibitory rozkładu mocznika utrzymują swoje działanie ok. 3-4 tygodni w normalnych warunkach glebowych, co bardzo dobrze nakłada się z tradycyjnym terminem II dawki.

Korzyścią jest zmniejszenie ilości przejazdów (koszt maszyn, paliwa), ale również unikamy pewnego procentu strat pochodzących z uszkodzeń roślin przez granule rozrzuconego nawozu. Co prawda pąk do wysokości 10-20 cm powinien być osłonięty przez liście, jednak nie jest to ochrona absolutna przed mechanicznymi uszkodzeniami. Te z kolei stają się potem wrotami dla szkodników i chorób. Możliwa jest też rezygnacja z mocznika podczas stosowania II dawki azotu, wiążąca się z użyciem np. Płynny nawóz saletrzano-mocznikowy. Korzyścią jest ewentualne podanie mikroelementów, połączenie z wybranymi za-

biegami ochronnymi, jednak wymaga ona odpowiedniego sprzętu oraz może prowadzić do powstania przypaleń liści w wypadku złego dobrania mieszaniny cieczy roboczej.

### **Nawożenie jakościowe – opryski na pąk i podczas kwitnienia**

Z uwagi na rozwój roślin jesteśmy zmuszeni do stosowania nawozów w formach płynnych. Dawki te są dawkami „jakościowymi” relatywnie niskimi w porównaniu do całościowego poziomu nawożenia. Przyszłością może być rozpuszczenie niewielkich ilości mocznika oraz podawanie ich wraz z zabiegami ochronnymi (fungicydy, insektycydy, ewent. mikroelementy), by kompletnie minimalizować straty powstałe podczas hydrolizy nawozu. Jednak z uwagi na stosunkowo niewielką ilość badań dot. mieszania inhibitorów z innymi produktami, zalecane jest traktowanie powyższych porad jako zachęcenia do własnych doświadczeń na wydzielonych małych polach, niż jako standardowe wielkoobszarowe zabiegi.

**Tab 2. Stosowanie moNolith46® w rzepaku ozimym**

Nawóz moNolith46®	Dawka [kg/ha]
Zabieg jesienny – przedsięwzięcie lub powschodowo	80
I zabieg – na początku wiosennej wegetacji roślin	150-200
II zabieg – 3 tygodnie przed kwitnieniem	100-150

## **Kukurydza – nawożenie azotowe**

Podobnie jak w innych uprawach, nawożenie azotem w kukurydzy powinno opierać się o zbilansowanie zapotrzebowania plantacji pod kątem planowanego plonu, zasobności gleb, średnich warunków pogodowych czy własnych doświadczeń z lat poprzednich. Doświadczenia i praktyka polowa wskazują na uzyskiwanie najbardziej efektywnych plonów gdy rośliny mają tylko niewielką nadwyżkę nawozu ponad realne potrzeby. Warunki zbyt luksusowe pod względem zaopatrzenia w azot prowadzą do wykształcania większej liczby kolb niż wynika to z charakterystyki odmiany. Zamiast 1-2 kolb otrzymujemy np. 3, na które wraz z późniejszymi niedoborami wody i okresami krytycznymi dla rozwoju roślin (częste susze, upały) nie starcza składników pokarmowych i energii.



W efekcie zamiast 2 ładnych pełnych kolb otrzymujemy 3 połowicznie wykształcone, czyli straciliśmy już 25% plonu (uproszczając 2 kolby > 3x0,5kolby).

### **Pobieranie azotu i jego dynamika**

Pobieranie azotu przebiega realnie od wytworzenia sprawnego systemu korzeniowego, aż do momentu pełnego wytworzenia kolby i ziarna. Niewielkie różnice odmianowe w końcowym okresie pobrania azotu wynikają z odmienności pomiędzy odmianami typu flint i dent, oraz ich różnym dojrzewaniem (liczba FAO) i oddawaniem wody. Przejście na odżywianie z systemu korzeniowego zachodzi w kukurydzy około fazy rozwojowej 4 liści. Największe zapotrzebowanie na azot (ponad 80% całego zapotrzebowania) to okres od około 2 tygodni przed kwitnieniem, do około 4 tygodni po kwitnieniu. Na dalsze dojrzewanie kolby przypada już tylko pobranie ok. 8-12% azotu, a ilość ta jest ściśle powiązana z daną odmianą i jej dojrzewaniem.

Po określeniu i zbilansowaniu naszych potrzeb nawozowych, wybór typu nawozu i jego zastosowania wynika bardziej z posiadanego parku maszynowego, czy ekonomicznych przesłanek niż świadomego wyboru co jest najlepsze i potrzebne tej uprawie. Średnie zapotrzebowanie na azot waha się pomiędzy 200-300 kg na hektar. Jednak biorąc pod uwagę przedplony, silnie powiązane z kukurydzą nawożenie organiczne, czy coraz częściej stosowane nawożenie „pod korzeń”, wartości wysiewanych nawozów azotowych zamykają się zazwyczaj w przedziale ok. 150-200 kg.

### **Obecnie stosowane systemy:**

- na dobrych glebach – bez ryzyka wymycia azotu – cała dawka przedsiwnie, dobrze wymieszana z glebą. Wymaga odpowiednich warunków wilgotnościowych dla prawidłowego rozprowadzenia (odp. głębokie przemieszanie), by nie zniszczyć struktury gleby.
- gleby średnie – podział na dawkę przedsiwną oraz w fazie kilku liści kukurydzy
- gleby lekkie – silne nawożenie organiczne, podział dawek nawet na trzy części by uniknąć wymywania, silnie rozwinięte nawożenie pod korzeń.

### **Stosowane formy azotu:**

- mocznik (korzystna forma  $\text{NH}_4$ )
- Płynny nawóz saletrzano-mocznikowy (połączenie form azotanowej, amonowej i amidowej)
- nawozy NPK wieloskładnikowe (używane najczęściej w systemach „pod korzeń”)
- saletra (wykorzystywana jako tradycyjny nawóz rolniczy, jednak nie zawsze jest to najlepszy wybór patrząc pod względem charakterystyki rozwoju roślin kukurydzy)

Dla kukurydzy zdecydowanie bardziej korzystna jest forma amonowa niż saletrzana. Przynosi ona wiele korzyści dla rośliny – nie tylko wpływa pozytywnie na pobieranie fosforu, poprawiając w ten sposób potencjał plonu. Ma również mniejsze wymagania energetyczne podczas pobierania i wbudowywania azotu. Nie dochodzi do nadprodukcji masy liściowej, jak w przypadku formy azotanowej, w warunkach mniejszej dostępności energii (szczególnie istotne podczas niskich temperatur i słabego nasłonecznienia w fazie kilku liści kukurydzy – zimna wiosna).

### **Kiedy wykorzystać mocznik stabilizowany?**

Jeżeli posiadamy wystarczającą ilość czasu wiosną (możliwy wjazd na pole, odpowiednie warunki do uprawy gleby) w pełni wykonalne jest rozrzucenie i przemieszanie z glebą przedsiwnie nawozu tradycyjnego. Mocznik przykryty odpowiednią warstwą gleby będzie wykazywał relatywnie małe straty, konieczne jednak będzie podzielenie dawki na „startową” oraz późniejsze ponowne podanie nawozu w fazie kilkunastu liści kukurydzy (możliwe nawet III dawki przy niekorzystnych warunkach). Dla kukurydzy lepsza jest forma amonowa azotu – co zawęży wybór do mocznika, siarczanu amonu (jednoczesne pokrycie zapotrzebowania na siarkę) czy Płynnego nawozu saletrzano-mocznikowego. Forma azotanowa (saletra) może znaleźć zastosowanie na plantacjach, gdzie zależy nam

na lekkim „podgonieniu” rozwoju roślin. Możliwa jest ona jedynie w początkowych fazach rozwojowych kukurydzy, do momentu uformowania przez liście lejka (faza 6-8 liści). Istnieje ryzyko wpadnięcia w takie miejsce granuli nawozowej. Wraz z wypełnieniem się lejka wodą (opady, rosa) stężenie azotu rośnie do wartości powodujących przypalenia liści. Forma amonowa nie generuje takiego wysokiego ryzyka uszkodzenia rośliny. Zabiegi na duże rośliny wykonuje się stosując nawóz płynny (np. Płynny nawóz saletrzano-mocznikowy) z użyciem węży rozlewowych by uniknąć niepotrzebnych poparzeń powierzchni asymilacyjnych.

Gdy z przyczyn od nas niezależnych nie byliśmy w stanie wymieszać nawozów z glebą, możemy próbować przed-wschodowo rozrzucić je na pole. Jednak zdajmy sobie sprawę, że gdy stosujemy formę tradycyjną mocznika nie jest to wybór najlepszy. Owszem, pokryje on częściowe zapotrzebowanie na azot, jednak obciążony będzie dużymi stratami. W tym wypadku lepsza będzie forma stabilizowana, która poprzez minimalizację strat pozwala połączyć pierwsze dawki ze sobą, lub oprysk Płynnym nawozem saletrzano-mocznikowym, do którego można dodawać wybrane kombinacje herbicydowe.

#### **Ważne momenty rozwojowe podczas wzrostu kukurydzy:**

- Wschody do fazy 4-6 liści – równomierne rozmieszczenie odpowiedniej obsady roślin na metrze.
- Stadium 8 liścia - liczba kolb i rzędów na kolbach
- Stadium wyrzucanie wiech - liczba płodnych komórek jajowych
- Stadium kwitnienia - zapłodnienie komórek jajowych (zarodków)
- Od zapłodnienia + 3 tygodnie - liczba rozwijających się ziaren na kolbie (do dojrzałości mleczonej) (redukcja ilości ziaren, tzw. odrzucanie ziarniaków)
- Od zapłodnienia - masa tysiąca ziaren (tzw. nalewanie ziarna) do 2 tygodni przed zbiorem

#### **Tab 3. Stosowanie moNolith46® w kukurydzy**

(w nawiasach podano ilości nawozu moNolith46® w uprawie na kiszonkę)

Nawóz moNolith46®	Dawka [kg/ha]
I zabieg – przed siewem	150-200 (125-150)
II zabieg – od stadium 4-5 liści do wysokości 40cm	150-200 (125-150)

## Bibliografia

- Amberger, A. (1996): Pflanzenernährung (Plant Nutrition). 4th Edition. (German) Uni-Taschenbücher 846, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.
- Bundy, L.G. (2001): Managing Urea-Containing Fertilizers. 2001 Area Fertilizer Dealer Meetings, University of Wisconsin-Madison.
- Byrnes, B.H., Vilsmeier, K., Austin, E. and Amberger, A. (1989b): Degradation of the Urease Inhibitor Phenyl Phosphorodiamidate in Solutions and Floodwaters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 37.
- Cantarella, H., Quaggio, J.A., Gallo, P.B., Bolonhezi, D., Rossetto, R., Martins, J.L.M., Paulino, V.J. and Alcantara, P.B. (2005): Ammonia losses of NBPT-treated urea under Brazilian soil conditions. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers, Frankfurt. International Fertilizer Industry Association, Paris, France.
- Gardner, D. Editor (1995): Fertilizer Additive Stops Nitrogen Loss. *Ag Retailer*, Nov. 1995.
- Kiss, S. and Simihaian, M. (2002): Improving Efficiency of Urea Fertilizers by Inhibition of Soil Urease Activity. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Marking, S. (1995): No Need to Sweat Urea Losses Anymore. Urease inhibitor delays nitrogen volatilization. *Soybean Digest*, Nov. 1995.
- Phongpan, S., Freney, J.R., Keerthisinghe, D.G. and Chaiwanakupt, P. (1995): Use of and N-(n-butyl)thiophosphoric triamide to reduce ammonia loss and increase grain yield following application of urea to flooded rice. *Fertilizer Research* 41(1), 59-66.
- Watson, C.J. (2000): Urease activity and inhibition – principles and practice. Proceedings 454, International Fertiliser Society, York, UK. pp 40.
- Watson, C.J. (2005): Urease inhibitors. IFA International Workshop on Enhanced- Efficiency Fertilizers, Frankfurt. International Fertilizer Industry Association, Paris, France..
- Watson, C.J. and Miller, H. (1996): Short-term effects of urea amended with the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide on perennial ryegrass. *Plant and Soil* 184, 33-45.
- Watson, C.J., Miller, H., Poland, P., Kilpatrick, D.J., Allen, M. D.B., Garrett, M.K. and Christianson, C.B. (1994a): Soil properties and the ability of the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide (nBTPT) to reduce ammonia volatilization from surface-applied urea. *Soil Biology & Biochemistry* 26 (9), 1165- 1171.
- Watson, C.J., Poland, P. and Allen, M.D.B. (1998): The efficacy of the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide for improving the efficiency of urea fertiliser utilisations on temperate grassland. *Grass and Forage Science* 53, 137-145.

**Phoenix Sp. z o.o. Spółka komandytowa**

ul. Plażowa 7, 72-020 Trzebież

Telefon: +48 603 051 271

E-mail: [biuro@phoenix-nawozy.pl](mailto:biuro@phoenix-nawozy.pl)

[www.moNolith46.com.pl](http://www.moNolith46.com.pl)