

System nawożenia azotem roślin uprawnych w Polsce

teraźniejszość i przyszłość

mgr inż. Tomasz Piotrowski • dr inż. Ryszard Bandurowski



HYBRYDOWA TECHNOLOGIA
NAWOŻENIA AZOTOWO-SIARKOWEGO

BIOSTYMA[®]
Stymulacja upraw

Spis treści

Wprowadzenie	3
Przegląd aktualnych praktyk wyzwań i wiedzy związanej z nawożeniem roślin uprawnych	5
Nowe regulacje środowiskowe	7
Zalety i ograniczenia związane z obecnym systemem nawożenia roślin uprawnych azotem	8
Wyzwania nowej <i>Dyrektywy Azotanowej</i>	11
Hybrydowa Technologia Nawożenia Azotowo-Siarkowego realizowana przy pomocy Multi-N	12
Raport z przeprowadzonych badań naukowych w Polsce nad koncepcją Hybrydowego Nawożenia pszenicy ozimej	16
Nauka i praktyka związana z nawożeniem azotem i siarką roślin uprawnych	25
Praktyczne kompendium wiedzy związane z użytkowaniem Multi-N w codziennej praktyce	32
Multi-N jako <i>Generator Białka</i>	35
Hybrydowa Technologia Nawożenia Azotowo-Siarkowego w uprawach – rekomendacje	36
Literatura	41

Wprowadzenie

Współczesne rolnictwo europejskie w tym i polskie pełne jest paradoksów i wzajemnie wykluczających się czynników. Z jednej strony rosnąca liczba ludności na świecie i teoretyczne rosnące zapotrzebowanie na żywność pozwala nam przypuszczać, że należy w pełni wykorzystać olbrzymi potencjał jaki w chwili obecnej jest dostępny w rękach producentów rolnych (maszyny, genetyka, wiedza o środkach do produkcji takich jak nawozy, środki ochrony roślin etc.) w celu maksymalizacji produkcji i pokrycia zapotrzebowania. Z drugiej strony jesteśmy świadkami procesów, które w sposób świadomy lub nie, powodują ograniczanie produkcji i obniżanie jej rentowności.

To co słyszymy i do czego obecne przystosować się winniśmy jest powodowane troską o środowisko, troską o jakość produkowanej żywności. Działania te wychodzą od administracji na różnych szczeblach decyzyjnych w Polsce i Europie. Można z tym walczyć lub starać się je wpisać zmieniając działania własne.

Najdotkliwsze działania administracyjne polegają na:

1. redukcji ilości substancji aktywnych wykorzystywanych do ochrony roślin
2. ograniczeniach środowiskowych związanych z obrotem masy organicznej
3. ograniczeniach związanych z regulacjami dotyczącymi stosowania nawożenia mineralnego

Lista ta jest zbyt długa żeby opisać wszystkie elementy i nie to jest celem niniejszego opracowania.

Jednym z istotniejszych obszarów na jakie w chwili obecnej należy bacznie zwrócić uwagę są nowe wyzwania związane z nawożeniem roślin uprawnych, w tym najważniejszym jego elementem tj. nawożeniem azotem. Wieloletnia praktyka połączona z wiedzą i nauką uprawnia nas do stwierdzenia, że każda próba obniżania ilości użytego azotu na 1 ha kończy się obniżką plonu, a w konsekwencji obniżeniem rentowności w produkcji.

Czy 170 kg azotu na 1 hektar pochodzącego z nawozów naturalnych oraz ograniczenie stosowania nawożenia mineralnego zgodnie z *Dyrektywą Azotanową* pozwolą nam na utrzymanie rentowności produkcji roślinnej?

Będzie trudno tak długo, jak będziemy trzymali się dotychczasowych praktyk rolniczych, lub gdy nie zmienimy zasadniczo naszego obecnego podejścia i filozofii działania. To wymaga wiedzy, wysiłku i chęci podjęcia wyzwań. Czy jest to możliwe?

Uważamy że możemy podołać temu wyzwaniu modyfikując, lub zmieniając swoje obecne praktyki tam gdzie to możliwe, niezbędne i konieczne. Trzeba przy tym pamiętać o osiągnięciach nauki, wykorzystywać nowe zdobycze techniki, zagospodarowując te obszary wiedzy na naszych polach, tak aby co najmniej utrzymać ich produktywność dla obecnych i przyszłych pokoleń.

Poniższy artykuł dotyczy naszego, na wskroś innowacyjnego podejścia do problemów nowoczesnego rolnictwa. Zdecydowanie zachęcamy do jego przeczytania i wykorzystania we własnej praktyce rolniczej.

Wierzymy głęboko, że winno to nam pozwolić na większą produkcję przy mniejszych kosztach, z poszanowaniem środowiska.

Chcemy pokazać możliwość skrócenia drogi pobierania SO_4^{+} , NH_4^{+} , NO_3^{-} z gleby, stworzenia alternatywnych dróg na podanie roślinom tego czego potrzebują szybko i skutecznie. Przewartościowanie znaczenia podawania makro- i mikrośladników poprzez ich aplikację doglebową na korzyść podawania dolistnego, a przez to znaczące przyspieszenie przyswajania i włączania w cały złożony mechanizm przemian pobranych makro i mikroelementów. Chodzi tu również o procesy fizjologiczne roślin idące w kierunku oszczędności energetycznych na poziomie komórki, a potem tkanek i organów. Przekłada się to na uzyskiwanie wysokich plonów dobrej jakości. Znaczące podniesienie efektywności przyswajania przez roślinę wprowadzanych dolistnie azotu i siarki, niezależnie od panujących warunków środowiskowych, to milowy krok idący w kierunku przyjęcia wyzwań, które stoją przed producentami rolnymi. Bardzo niska ilość cieczy roboczej na 1 hektar, większa jej retencja na liściach, szybkość jej wchłaniania to kolejne małe zdawać by się mogło kroki idące w kierunku sprostania wyzwaniom, które przed nami stoją. Wierzymy, że uważna lektura treści niniejszego opracowania ułatwi naszym partnerom podjęcie decyzji o sięgnięciu do proponowanych rozwiązań, które powinny sprostać wysokim wymaganiom.

Takim rozwiązaniem jest proponowana przez nas Hybrydowa Technologia Nawożenia Azotowo-Siarkowego.

Przegląd aktualnych praktyk wyzwań i wiedzy związanej z nawożeniem roślin uprawnych

Ostatnie dziesięciolecia to znaczący postęp w zakresie genetyki roślin uprawnych, metod ich ochrony i nawożenia, sposobów przygotowania gleby do siewu czy też samego siewu. To także istotna zmiana w możliwościach oraz sposobach nawożenia i uprawy gleby. To olbrzymi postęp w zakresie szeroko rozumianej mechanizacji rolnictwa, zarówno w produkcji roślinnej, jak i zwierzęcej. Te zmiany zachodzące w rolnictwie niosą ze sobą szereg ułatwień. Z drugiej zaś strony nakładają na kierujących procesami produkcji nowe obciążenia i obowiązki, a przede wszystkim konieczność ciągłego podnoszenia własnych kwalifikacji.

Wszystko to w celu racjonalizacji kosztów produkcji, zwiększania jej ekonomicznej efektywności, generowania zysku dla utrzymania i rozwoju swojego warsztatu pracy. Trudnym jest również sprostanie wyzwaniom obecnego otoczenia rolnictwa zarówno klimatycznym powodującym występowanie niekorzystnych zjawisk występujących obok siebie, będących nierzadko swoimi przeciwnościami, jak susza i nadmierne uwilgotnienie, niskie czy wysokie temperatury – także ekonomicznym jak potrzeba racjonalizowania kosztów produkcji przy jednoczesnym dążeniu do maksymalizowania plonów. To wszystko to sprzeczności, które nabierają obecnie olbrzymiego znaczenia dla osób prowadzących przedsiębiorstwa rolne, wymagające wielkiego wysiłku i poszerzania profesjonalnej wiedzy.

Wielkim wyzwaniem dla zarządzających procesami produkcji we współczesnym rolnictwie jest ciągła konieczność śledzenia wydarzeń, nowości, a potem ich pełne zrozumienie i wdrożenie w możliwie krótkim czasie. Jednym z ważniejszych kosztowo i środowiskowo obszarów, gdzie dokonują się na naszych oczach zmiany jest nawożenie roślin uprawnych. Z jednej strony znaczący czynnik w kształtowaniu

wielkości i jakości plonów, z drugiej poważny składnik wydatków w budżetach gospodarstw. Szczególne miejsce zajmuje nawożenie azotem, które stanowi fundamentalny element, zarówno kosztowy, jak i kształtujący wielkość oraz jakość plonów.

Aktualnie dominujący sposób nawożenia azotowego opiera się na zabiegach doglebowych przy użyciu zarówno stałych jak płynnych form różnego rodzaju nawozów. Zastosowanie nalistnych nawozów azotowych (rozpuszczony Mocznik® czy specjalistyczne formułacje) ma dotąd zadanie uzupełniające zasadnicze nawożenie gleby i roślin.

Dla uzyskania najkorzystniejszych, wymiernych efektów (wielkość i jakość plonu, ekonomia) i właściwej aplikacji polowej możliwych rozwiązań, **koniecznym jest pełne rozumienie procesów** przemian azotu zachodzących w glebie i roślinie, poznanie i docenienie roli siarki i innych makro i mikroelementów oraz bieżąca analiza i ocena postępu w zakresie jakości i formułacji nawozów azotowych. Wszystko to razem po wdrożeniu, a potem ocenie dokonanej w warunkach własnych firm pozwalać nam będzie na uzyskiwanie najwyższego poziomu plonowania, który jeszcze niedawno pozostawał w sferze marzeń. W dniu dzisiejszym uzyskanie plonu pszenicy ozimej przekraczającego 10 ton z ha jest celem ambitnym, ale realnym.

Wyzwaniem obecnych czasów jest otrzymanie wysokiego poziomu plonowania pszenicy ozimej przy jednoczesnej racjonalizacji nakładów na jego uzyskanie, z zachowaniem jak najwyższych parametrów jakościowych, pozostając w zgodzie z panującymi regulacjami administracyjnymi, które zwykle nie pomagają i są czynnikiem ograniczającym.

W ostatnich latach, trzeba to podkreślić, dokonał się znaczący i szybki postęp w zakresie nawozów dolistnych. Niestety wielkim ograniczeniem, dotyczącym stosowania ich jako dostarczycieli azotu jest konieczność stosowania niskich dawek ze względu na ryzyko fitotoksyczności.

Nowe regulacje środowiskowe

Potencjalne niedogodności w zakresie stosowanych aktualnie systemów nawożenia są duże ograniczenia przyswajalności i pobierania z gleby, kwasowość pH, panujące susze, temperatury gleby i powietrza, czy wreszcie fitotoksyczność występująca po przekroczeniu określonych stężeń i dawek, na koniec wzrastające wymagania środowiskowe (*Dyrektywa Azotanowa*)

Warto postawić tu pytanie: czy jesteśmy w stanie i w jakich okolicznościach, w niedalekiej przyszłości, uzyskiwać wysokie plony roślin uprawnych pozwalające nam na utrzymanie firm, spełniając jednocześnie cały szereg warunków, na które mamy bardzo ograniczony wpływ.



Zalety i ograniczenia związane z obecnym systemem nawożenia roślin uprawnych azotem

Jakie są potencjalne ograniczenia dotyczące aktualnie dominującej technologii nawożenia?

Jakie są zalety i udogodnienia związane z aktualną praktyką stosowania nawozów granulowanych i płynnych w tym np. RSM® i Mocznika® w postaci roztworów?

Ograniczenia:

1. **Spadek przyswajalności** składników (N,P, K, Ca, Mg) wraz z postępem faz wegetacyjnych. W przypadku zbóż w okresie kłoszenia zdolność przyswajania azotu z gleby nie przekracza 30 % i to pod warunkiem optymalnych warunków wilgotnościowych.
2. **Pogoda**, która drastycznie może modyfikować skuteczność nawożenia sprowadzając ją nawet do poziomu zerowego w przypadku przedłużającej się suszy. Natomiast w okresach zbyt intensywnych opadów mamy do czynienia z intensywnym wymywaniem jonów azotanowych.
3. **Czas** – w przypadku nawożenia azotem wymagane jest ściśle przestrzeganie reżimu czasowego. Zbyt późne zastosowanie, zwłaszcza wczesnych dawek, zawsze powoduje mniejsze wykorzystanie azotu, co zwykle odbija się na plonie i jego jakości. Bierze się to stąd, że przy nawożeniu tradycyjnym droga poprzez glebę, korzenie i dalej do liści jest procesem „czaso i energochłonnym”. Do tej pory nie było praktycznej możliwości poradzenia sobie z tym problemem, a niemożność wjechania na pole w optymalnym terminie jest zjawiskiem bardzo częstym.
4. **Ograniczenia natury formalnej** – *Dyrektywa Azotanowa* nakłada na nas obowiązek takiego

® Zastrzeżony znak towarowy Zakładów Azotowych PUŁAWY SA

stosowania azotu aby minimalizować negatywne środowiskowo skutki przenikania jonów azotanowych do głębszych warstw gleby i wód gruntowych. Wiąże się to z ograniczeniami czasowymi oraz ilościowymi, które mogą skutkować spadkiem plonów. Zmierzenie się z tym problemem wymagać będzie od nas zastosowania innego podejścia do procesu nawożenia, które umożliwi pogodzenie wymagań ochrony wód oraz naszych oczekiwań, co do wielkości i jakości plonu.

5. **Zjawiska synergizmów i antagonizmów występujących** pomiędzy poszczególnymi makro i mikroskładnikami w glebie (w kompleksie sorpcyjnym czy roztworze glebowym).

6. **Naruszenie równowagi jonowej** na skutek jednostronnego wprowadzania składników nawozowych (jak P, K czy Ca) v Na, Cu, Zn, Fe, B, Si czy inne.*

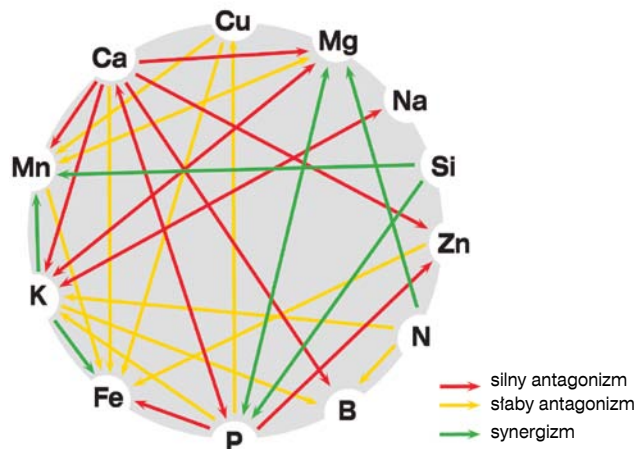
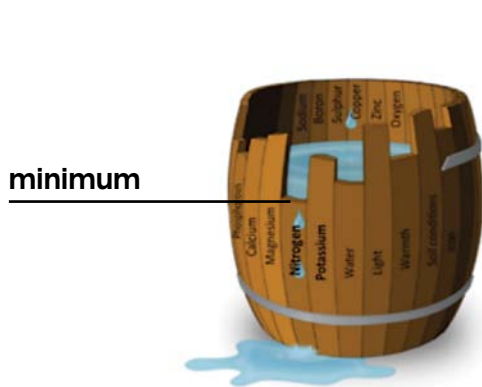
7. **Stan i wielkość systemu korzeniowego** roślin uprawnych częstokroć pozostaje poza zasięgiem naszego oddziaływania, a ma przemożny wpływ na jego zdolność do pobierania makro i mikroskładników w tym azotu.

8. **Powstawanie zjawiska przenawożenia** na skutek niewłaściwej oceny stanu zasobności gleb w poszczególne składniki mineralne (N, P, K inne)

9. **Wpływ pH gleby** na przyswajalność składników mineralnych.

10. **Wpływy temperatury gleby i otoczenia** na przyswajalność i pobieranie składników mineralnych z gleby, a potem ich efektywne wykorzystanie przez rośliny uprawne.

11. Doskonałą ilustracją konsekwencji zjawisk naruszania równowagi w glebie, na którą mamy znikomy wpływ oddaje *Tablica Muldera* (rys. str. 10) oraz konsekwencje, które ilustruje *Beczka Lebiega*, gdzie czynnik będący w minimum decyduje o końcowym wyniku.



Tablica Muldera

Pokazuje niektóre interakcje między roślinnymi substancjami odżywczymi. Wysoki poziom danego składnika odżywczego w glebie mogą zakłócać dostępność i przyswajanie przez roślinę innych składników odżywczych.

Antagonizm

Uważa się, że te składniki odżywcze, które nakładają się ze sobą nawzajem, są antagonistyczne. Na przykład wysoki poziom azotu może zmniejszyć dostępność boru, potasu i miedzi. Wysoki poziom fosforanów może zakłócać pobór żelaza, potasu wapnia, miedzi i cynku. Wysoki poziom potasu może zmniejszyć dostępność magnezu.

Synergizm

Występuje wtedy, gdy wysoki poziom określonego składnika odżywczego zwiększa zapotrzebowanie rośliny na inny składnik odżywczy. Zwiększony poziom azotu powoduje zapotrzebowanie na więcej magnezu. Jeśli używa się więcej potasu to potrzeba więcej manganu.

Zalety obecnie realizowanego standardowego systemu nawożenia azotowego:

1. **Proste i szybkie** zaopatrzenie roślin w podstawowe składniki mineralne.
2. **Dostępność nawozów** mineralnych na rynku rolnym.
3. **Łatwość aplikacji** z pomocą wyspecjalizowanego sprzętu.
4. **Łatwy dostęp do zaleceń nawozowych** – wieloletnie procedury i doświadczenie.
5. **Wsparcie procesów decyzyjnych** poprzez ośrodki doradztwa.
6. **Proste i szybkie** uzyskanie dobrych jakościowo i ilościowo plonów.

Wyzwania nowej *Dyrektywy Azotanowej*

Należy postawić pytania:

Skąd i dlaczego nie zawsze uzyskujemy to, co zaplanowane na satysfakcjonującym nas poziomie?

Jaki jest i będzie miała wpływ *Dyrektywa Azotanowa* na nasze możliwości produkcyjne?

Czy nastąpi zwrot nakładów pokrywających koszty nawożenia?

Jesteśmy głęboko przekonani, że mamy stosowną wiedzę, doświadczenie, opracowane produkty i określony system nawożenia pozwalający stawić czoła nadchodzącym wyzwaniom. Ufamy, że mamy prawo do stwierdzenia że naszą odpowiedzią na pojawiające się wyzwania jest:

Hybrydowa Technologia Nawożenia Azotowo-Siarkowego



Hybrydowa Technologia Nawożenia Azotowo-Siarkowego realizowana przy pomocy Multi-N

Multi-N to sformułowany w oparciu o technologię firmy **Micromix UK Ltd.** (lidera na rynku brytyjskim) nawóz stosowany nalistnie przeznaczony do szybkiego dostarczania roślinom dużych ilości łatwo przyswajalnej siarki i azotu zawierający w swoim składzie:

Azot całkowity	330 g/l
w formie amonowo-saletrzaney	165 g/l
w formie mocznikowej	165 g/l
Siarka w formie tiosiarczanu amonu (ATS)	250 g/l

Multi-N zawiera ponadto: kwasy karboksylowe, ligno-poliwęglany, syntetyczny lateks

Taki skład – pierwszego na rynku dolistnego nawozu azotowo-siarkowego decyduje o bardzo wysokiej przyswajalności, zawartego w nim azotu i siarki, sięgającej 90 %. Wyjątkowa kompozycja pozwala na bezpieczne stosowanie **Multi-N**, przy użyciu dostępnych w każdym przedsiębiorstwie rolnym, standardowych opryskiwaczy. Ta kompozycja sprawia, że produkt przy jego aplikacji i naniesieniu na powierzchnie liści roślin uprawnych jest wysoce selektywny – nie występuje zjawisko fitotoksyczności.

Jednocześnie użycie w systemie hybrydowej technologii nawożenia **Multi-N** uwalnia nas od ponoszenia dodatkowych kosztów związanych z granulowanymi formami azotu stosowanymi do tej pory, tj. kosztami rozsiewania, przyczyniając się tym samym do znaczącej redukcji zużycia oleju napędowego na hektar.



Hybrydowa Technologia Nawożenia Azotowo-Siarkowego w praktyce

To idealne połączenie obecnych osiągnięć nauki i praktyki. To mądre i świadome wykorzystanie wybranych elementów nawożenia formami granulowanymi z nową jakością szybkiego dostarczania roślinom azotu i siarki jaką stwarza **Multi-N**.

Założenia systemowe Hybrydowej Technologii Nawożenia Azotowo-Siarkowego – krok po kroku:

- pierwsza wczesnowiosenna dawka azotu w postaci granuli lub RSM® w wysokości około 40 % całkowitej, planowanej dawki
- druga dawka azotu* łącznie z zabiegiem ochrony roślin** w okresie strzelania w źdźbło z użyciem **Multi-N**
- trzecia dawka azotu* łącznie z zabiegiem ochrony roślin** w okresie liścia flagowego z użyciem **Multi-N**
- czwarta dawka azotu*** łącznie z zabiegiem ochrony** w okresie dojrzałości woskowej z użyciem **Multi-N**

* Druga trzecia i czwarta dawka **Multi-N** powinna być skalkulowana tak, aby łączna ilość zastosowanego azotu stanowiła około 80 % dawki planowanej tak, jak dla nawożenia standardowego. Najlepsze efekty uzyskujemy jeśli druga i trzecia dawka są podzielone na dwa „podzabiegi” w odstępie 4-7 dniowym*.

Stosowanie **Multi-N łącznie z herbicydami fungicydami, regulatorami wzrostu, insektycydami i włączenie go w przyjęty system ochrony i prowadzenia plantacji stanowi o jego wyjątkowości pozwalającej na jednoczesną ochronę i nawożenie bez konieczności stosowania dodatkowego sprzętu (ten sam opryskiwacz) bez konieczności wjazdów na pole z rozsiewaczami nawozów granulowanych czy przy aplikacji RSM®.

***Stosowanie w celu podniesienia poziomu białka oraz plonu łącznie z fungicydami, insektycydami.

PRZYKŁAD

Nawożenie standardowe do 200 kg N/ha*

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Wczesna wiosna | 280 kg Saletry Amonowej®* |
| 2. Strzelanie w źdźbło | 200 kg Saletry Amonowej®* |
| 3. Okres liścia flagowego | 120 kg Saletry Amonowej®* |

*W niniejszej dyskusji przyjęto prostą formułę stosowanych granulowanych nawozów azotowych

Nawożenie hybrydowe – 150 kg N/ha

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. Wczesna wiosna | 240 kg Saletry Amonowej®* |
| 2. Strzelanie w źdźbło | do 100 litrów Multi-N** |
| 3. Liść flagowy | do 100 litrów Multi-N** |
| 4. Początek dojrzałości mleczej | do 20 litrów Multi-N |





HYBRYDOWA TECHNOLOGIA NAWOŻENIA AZOTOWO-SIARKOWEGO

Jesteśmy głęboko przekonani, posiadając podstawy naukowe, doświadczalne (ściśle i polowe) oraz użytkowe pochodzące od obecnych użytkowników **Multi-N**, że nawożenie hybrydowe zapewnia:

1. Uzyskanie, najwyższego potencjalnego plonu i jego jakości na oczekiwanym poziomie przy znaczącej redukcji wnoszonego azotu.
2. Wysoką skuteczność nawożenia niezależnie od przebiegu pogody.
3. Dużą elastyczność stosowania. Opóźnienie zabiegu nie powoduje silnie negatywnych skutków ze względu na szybkie wchłanianie i efektywne przyswajanie siarki i azotu.
4. Poprzez przyjętą formułę stosowania zapewnia znaczące obniżenie przenikania azotanów w głąb profilu glebowego i tym samym do wód gruntowych.
5. Możliwość uzyskania wysokich plonów nawet w wypadku administracyjnych restrykcji związanych z *Dyrektywą Azotanową* – wysokie plony przy zmniejszonym nawożeniu.
6. Możliwość zmniejszenia ilości przejazdów sprzętu poprzez łączne stosowania ze środkami ochrony roślin.
7. Znaczącą redukcję ilości zużywanego oleju napędowego na hektar poprzez ograniczenie liczby przejazdów i konieczności używania dodatkowo sprzętu do rozsiewania nawozów.



Stymulacja upraw

Raport z przeprowadzonych badań naukowych w Polsce nad koncepcją Hybrydowego Nawożenia pszenicy ozimej

Skrócony raport z badań nad koncepcją Hybrydowego Nawożenia Pszenicy (2017)

Dział Naukowo-Badawczy „Science in Practice – Nauka w Praktyce”

Z uwagi na unikalność, a nade wszystko spektakularność uzyskanych wyników, już w pierwszym roku badań (projekt został zaplanowany w cyklu 3 letnim), z wielką nadzieją, ale i pokorą pragniemy podzielić się z naszymi Partnerami wynikami jednej z najmłodszych prac przeprowadzonych przez nasz Dział Naukowo Badawczy SPNP, którego prace są koordynowane przez dr Ryszarda Bandurowskiego. Celem projektu była **polowa ocena aplikacyjna innowacyjnej formułacji nawozu azotowo-siarkowego** przeprowadzona w wybranych regionach w Polsce, gdzie mierzono wpływ nowej formuły nawozu na wielkość plonu i jego istotne parametry: liczbę opadania, gęstość, białko, MTZ, plon – połączonych z jednoczesną oceną całego szeregu parametrów gleby i roślin oraz jego wpływu na zawartość azotanów w glebie pod kątem nowej *Dyrektywy Azotanowej*, która będzie obowiązywała w Polsce z dniem 01.01.2018.

Opierając się na wynikach naszych prac pragniemy dokonać pierwszej prezentacji nowego podejścia do nawożenia azotowego roślin rolniczych, nazwanego roboczo:

Hybrydową Strategią Nawożenia Azotowo-Siarkowego

wychodzącą naprzeciw wyzwaniom współczesnego nowoczesnego rolnictwa w skali polskiej i europejskiej tj. racjonalizacji kosztów produkcji, w tym nawożenia z jednoczesnym maksymalizowaniem plonu i jego jakości połączonego z jednoczesną troską o środowisko.

W 2017 roku **Biostyma Sp. z o.o.** we współpracy z Uniwersytetem Przyrodniczym w Bydgoszczy przeprowadziła szeroko zakrojone prace badawcze, celem których było przetestowanie nowo stworzonej formułacji produktu o nazwie **Multi-N** jako innowacyjnej alternatywy dla stosowanych doglebowo nawozów azotowych z jednoczesnym przetestowaniem podstawowego elementu **NOWEJ Hybrydowej Strategii Nawożenia Azotowo-Siarkowego** w pszenicy ozimej.

Osobą kierującą badaniami od strony naukowej jest **Pani dr hab. Renata Gaj**, znakomity specjalista w dziedzinie nawozów i nawożenia. Ze strony **Biostyma sp. z o.o.** osobą odpowiedzialną za bezpośrednie prowadzenie badań jest **Przemysław Piotrowski** – nasz główny specjalista od programu wdrożenia **Hybrydowej Metody Nawożenia** do praktyki rolniczej.

Celem badań była próba znalezienia odpowiedzi na pytanie czy obniżając całkowitą dawkę azotu o 20 % i 25 % i stosując część nawożenia w formie dolistnej, jesteśmy w stanie utrzymać zakładany poziom plonowania i jego jakość. Badaliśmy również powiązania pomiędzy sposobem nawożenia a zdrowotnością roślin, aktywnością mikrobiologiczną gleby i co bardzo ważne testowaliśmy zachowanie się jonów azotanowych i ich przenikanie do głębszych warstw gleby, co jest związane z ochroną środowiska.

Doświadczenia były realizowane według schematu z tabeli 1, która pokazuje poziomy nawożenia, zastosowane produkty oraz uzyskane poziomy plonowania dla poszczególnych kombinacji uzyskane w lokalizacjach, gdzie prowadzono prace badawcze.

Tabela 1

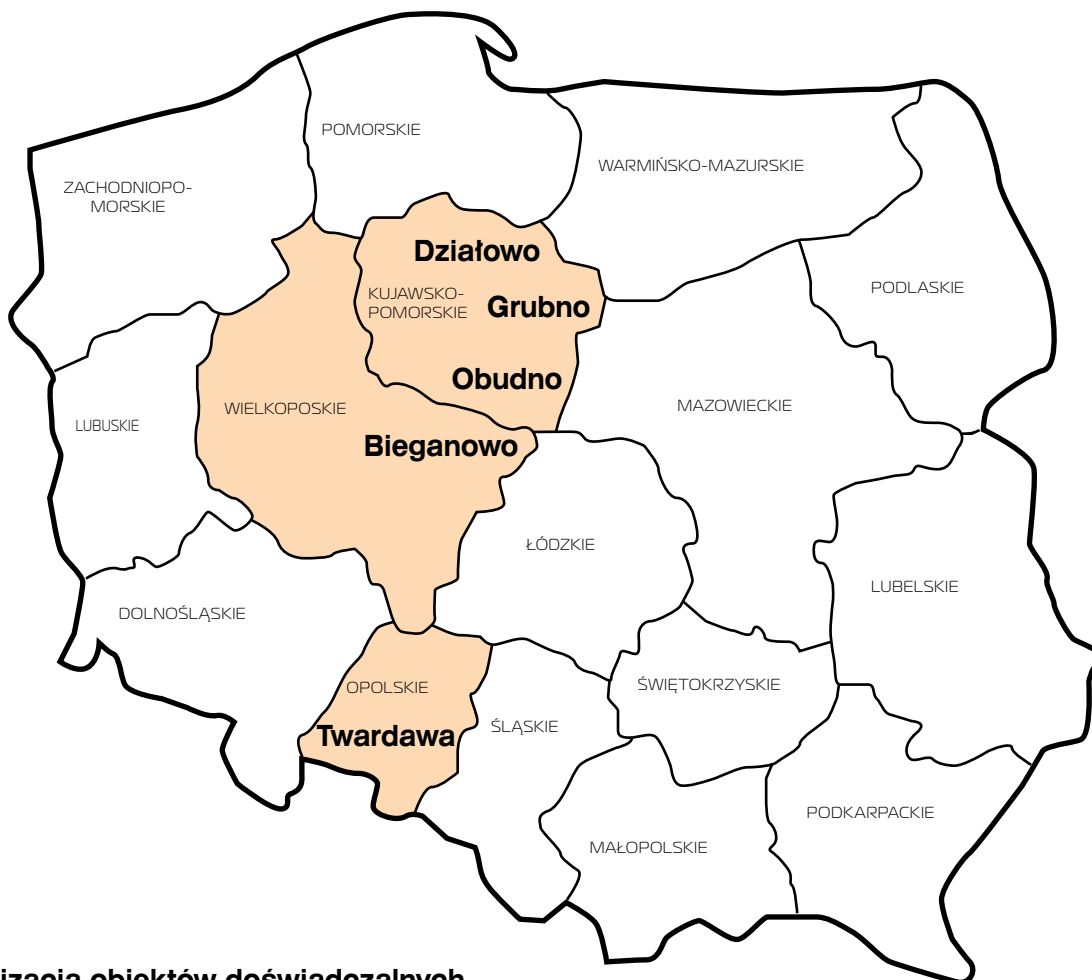
	1 zabieg		2 zabieg		3 zabieg			
	Azot (N) w czystym składniku (kg/ha)	Stosowany produkt	Azot (N) w czystym składniku (kg/ha)	Stosowany produkt	Azot (N) w czystym składniku (kg/ha)	Stosowany produkt	Azot (N) w czystym składniku (kg/ha)	Uzyskany plon (t/ha)
Bieganowo	80	Saletra Amonowa®	50	Saletra Amonowa®	50	Saletra Amonowa®	180	4,38
	80	Saletra Aamonowa®	32	Multi-N	32	Multi-N	144	5,55
	80	Saletra Amonowa®	30	Multi-N	25	Multi-N	135	5,79
Twardawa	80	Saletra Amonowa®	70	Saletra Amonowa®	25	Saletra Amonowa®	175	7,51
	80	Saletra Amonowa®	40	Multi-N	30	Multi-N	150	9,15
	80	Saletra Amonowa®	30	Multi-N	20	Multi-N	130	8,36
Obudno	80	Saletra Amonowa®	50	Saletra Amonowa®	30	Saletra Amonowa®	160	7,60
	80	Saletra Amonowa®	30	Multi-N	28	Multi-N	138	5,70
	80	Saletra Amonowa®	25	Multi-N	15	Multi-N	120	5,12
Grubno	80	Saletra Amonowa®	50	Saletra Amonowa®	50	Saletra Amonowa®	180	9,41
	80	Saletra Amonowa®	34	Multi-N	30	Multi-N	144	9,43
	80	Saletra Amonowa®	30	Multi-N	25	Multi-N	135	7,73

Badania wykazały, że jesteśmy w stanie zaproponować rozwiązanie, które przy zmniejszonej dawce azotu pozwala na utrzymanie lub zwiększenie plonu pszenicy w relacji do założonego standardu nawożenia prowadzonego w formie tradycyjnej. Co ważne – doświadczenia były przeprowadzane w bardzo zróżnicowanych pod względem glebowym i klimatycznym lokalizacjach i były doświadczeniami ściśle przeprowadzanymi na kilku hektarowych poletkach badawczych.

Pozwala nam to adresować uzyskane wyniki do określonych części Kraju o warunkach podobnych do danej lokalizacji pod względem glebowym i klimatycznym. Jednocześnie zróżnicowanie to i duża powtarzalność uzyskanych wyników uprawnia do wyciągania wielu wniosków już po pierwszym roku badań, choć warto to czynić ostrożnie.



Sprawdzanie poziomu azotu.



Lokalizacja obiektów doświadczalnych

Przyjęta formuła niniejszego opracowania nie pozwala na przedstawienie całości badań i wniosków. Są one dostępne na naszej stronie internetowej i u naszych przedstawicieli. Dlatego w dalszej części skupimy się na przedstawieniu wyników z jednej lokalizacji – z Twardawy na Opolszczyźnie

Doświadczenie w Twardawie było o tyle ciekawe, że włączona tutaj została, tylko w tej lokalizacji, opcja prowadzenia plantacji wyłącznie przy pomocy dolistnych zabiegów preparatem **Multi-N**. Uzyskane wyniki prezentujemy w tabeli 2.

Absolutnie zaskakującym faktem jest wysokość plonowania pszenicy traktowanej wyłącznie **Multi-N** zwłaszcza, że całkowita dawka azotu mineralnego wynosiła tylko 50 kg/ha. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że badanie było przeprowadzone na stanowisku o naturalnej, wysokiej zawartości azotu w glebie i uzyskane wyniki muszą być weryfikowane dalszymi badaniami z czego zdajemy sobie sprawę.

Tabela 2

	1 zabieg		2 zabieg		3 zabieg			
	Azot (N) w czystym składniku (kg/ha)	Stosowany produkt	Azot (N) w czystym składniku (kg/ha)	Stosowany produkt	Azot (N) w czystym składniku (kg/ha)	Stosowany produkt	Azot (N) w czystym składniku (kg/ha)	Uzyskany plon (t/ha)
Twardawa	80	Saletra Amonowa®	70	Saletra Amonowa®	25	Saletra Amonowa®	175	7,51
	80	Saletra Amonowa®	40	Multi-N	30	Multi-N	150	9,15
	80	Saletra Amonowa®	30	Multi-N	20	Multi-N	130	8,36
	25	Multi-N	13	Multi-N	12	Multi-N	50	8,49

Badaniu poddano też szereg czynników decydujących o wartości technologicznej ziarna – dane zamieszczamy w tabeli 3.

Tabela 3

Azot (N) w czystym składniku łącznie (kg/ha)	Opcja nawożenia	Liczba opadania	Wskaźnik sedymentacji	Zawartość białka w ziarniakach
175 kg	Saletra Amonowa®	286	65,10	17,60 %
150 kg	Nawożenie Hybrydowe Saletra Amonowa® + Multi-N	270	66,42	17,12 %
130 kg	Nawożenie Hybrydowe Saletra Amonowa® + Multi-N	321	66,69	17,42 %

Obecnie w Polsce i Europie coraz większą wagę zaczynamy przywiązywać do środowiskowych aspektów działalności rolniczej, gdzie dochodzi wręcz do administracyjnego nakazu wypełniania założeń związanych z ochroną środowiska. Jednym z najistotniejszych zagrożeń wskazywanych przez szeroko rozumianą administrację jest przenikanie, łatwo wypłukiwanych, azotanów do wód gruntowych.

Rządy wielu krajów nakładają ograniczenia wysokości nawożenia azotowego, co będąc zrozumiałym z powodów ekologicznych, jest poważną uciążliwością dla wielu producentów rolnych. W naszych badaniach, w każdej lokalizacji, uzyskaliśmy radykalną redukcję zawartości azotanów, po zbiorach, w warstwie gleby 60-90 cm.

Wyniki z Twardawy prezentuje tabela 4.

Zawartość azotu w formie azotanowej (N-NO_3) w glebie w warstwie 61-90 cm po zbiorze pszenicy (kg/ha).

Tabela 4

Azot (N) – w czystym składniku łącznie (kg/ha)	Opcja nawożenia	Azotany (kg/ha)
175 kg	Saletra Amonowa®	72,5
150 kg	Nawożenie Hybrydowe Saletra Amonowa® + Multi-N	34,9
130 kg	Nawożenie Hybrydowe Saletra Amonowa® + Multi-N	34,8

Powyższe wyniki pozwalają nam, z pełną odpowiedzialnością, formułować rekomendacje związane z nowym podejściem do nawożenia idące w kierunku spełniania wymogów administracyjnych i środowiskowych z jednoczesnym zachowaniem potencjału roślin uprawnych pozwalającego na uzyskanie godziwych przychodów pozwalających na utrzymanie przedsiębiorstw rolnych z finansowego punktu widzenia.

W naszych doświadczeniach badaliśmy również, aktywność mikrobiologiczną gleby, związki pomiędzy metodą nawożenia a zdrowotnością roślin orasz szereg innych czynników, które mogą mieć wpływ na plon i jego jakość. Część z tych danych jest w momencie przygotowywania niniejszego materiału jeszcze w fazie analiz i będzie dostępna, wraz z pełnym raportem, na naszych stronach internetowych.

Wnioski:

Uzyskane i opracowane już wyniki, pochodzące ze zróżnicowanych glebowo i klimatycznie lokalizacji, uprawniają nas do postawienia następujących tez:

1. Nawożenie Hybrydowe może być alternatywą dla systemu tradycyjnego nawożenia azotowego.
2. Nawożenie Hybrydowe umożliwia obniżenie całkowitej dawki azotu o min. 20 % lub więcej.
3. Plon i jego jakość uzyskiwane w systemie Nawożenia Hybrydowego są co najmniej porównywalne z systemem tradycyjnym.
4. Nawożenie Hybrydowe w znaczący sposób redukuje ilość azotanów i ich przenikanie w głąb profilu glebowego, pozwala na spełnienie nowych wyzwań związanych z Ustawą Azotanowa co ma bardzo pozytywny efekt środowiskowy.
5. Nawożenie Hybrydowe stanowi opłacalną alternatywę do klasycznego nawożenia opartego na nawozach granulowanych oraz płynnych.
6. Nawożenie Hybrydowe jest szczególnie warte polecenia i stosowania na terenach, gdzie obowiązują administracyjne ograniczenia stosowania azotu.
7. Nowa forma nawozu azotowego zawarta w **Multi-N** stanowi idealny (bezpieczny dla środowiska bezpieczny dla roślin uprawnych, łatwy i ekonomiczny w stosowaniu – nie wymaga specjalistycznego sprzętu, działający w każdych warunkach środowiskowych (w tym ekstremalnych – susza, wilgoć) element do realizacji, opartych na posiadanej wiedzy własnej i doświadczeniu, schematów i systemów nawożenia wybranych roślin uprawnych.

Nauka i praktyka związana z nawożeniem azotem i siarką roślin uprawnych

Dlaczego powstał **Multi-N** (produkt azotowo-siarkowy) jako kluczowy produkt w proponowanej hybrydowej strategii nawożenia azotowego roślin uprawnych.

- **Multi-N** zawiera azot w trzech formach amonowej amidowej i saletrzanej.

AZOT

O znaczeniu i roli azotu w roślinach napisano tomy rozpraw naukowych ciągle uzupełnianych przez niebываły postęp nauki jaki dokonuje się na naszych oczach. Podstawowe znaczenie azotu dla roślin uprawnych to połączenia z atomami węgla w związkach łańcuchowych i pierścieniowych. Występując w prawie wszystkich związkach organicznych azot bierze udział w ogromnej większości reakcji biochemicznych zachodzących w roślinach. Wchodzi w skład aminokwasów i białek, zasad azotowych, kwasów nukleinowych, nukleotydów, fosfolipidów czy wreszcie chlorofilu, koenzymu A, fitohormonów i witamin z grupy B.

Azot powoduje intensywny wzrost roślin, prawidłowy rozwój systemu korzeniowego, zwiększa zawartość białka w roślinach oraz dobrze wpływa na wypełnienie ziarna.

Przemieszcza się w ksylemie i floemie, jest łatwo reutilizowany.

Z uwagi na fundamentalne znaczenie i ważność tego pierwiastka dla roślin uprawnych, którego paradoksalnie potencjalna dostępność dla roślin jest nieograniczona (powietrze to 78 % azotu) przy realnej dostępności nie większej niż 2 % warto prześledzić sposób jego pobierania i przemiany w roślinach dla uzyskaniu spójnego obrazu oraz zrozumienia procesu logicznego niniejszego opracowania.

Z gleby rośliny głównie pobierają azot w formie jonu amonowego (NH_4^+) i azotanowego (NO_3^-). Obydwie formy pobierane są w obszarze włosników korzenia.

Jony amonowe pobierane są biernie przez kanały jonowe z udziałem nośników białkowych i aktywnie przez przenośniki białkowe. Mechanizm ten jest wysoce selektywny i aktywny w małym stężeniu jonów w glebie.

Pobieranie azotanów odbywa się wbrew gradientowi elektrochemicznemu, przez białkowe przenośniki konstytutywne o wysokim powinowactwie, indukowane substratem i konstytutywne przenośniki o niskim powinowactwie.

Istotnym czynnikiem ułatwiającym pobieranie jonu NO_3^- jest jego rozproszenie w roztworze glebowym, w porównaniu z formą amonową, która zwykle ulega sorpcji przez koloidy glebowe. Innym ważnym czynnikiem regulującym dostępność jonu NO_3^- jest pH, gdzie w warunkach niskiego pH łatwiej jest pobierana jest forma azotanowa.

Ogólnie azotany transportowane są do komórki na zasadzie symportu z protonami (H^+) lub z innymi kationami. Jeśli wymagania rośliny co do azotu są większe niż do kationów alkalicznych symport jest ograniczony. Azotany transportowane są do komórek liści głównie w formie niezmienionej i magazynowane w wakuoli.

W miarę zapotrzebowania są transportowane z powrotem do cytozolu. Proces ten zachodzi na zasadzie wymiany z kwasami organicznymi syntetyzowanymi w liściu przez karboksylazę PEP. Niektóre kationy pobrane wraz z azotanami transportowane są do floemu, gdzie z kwasami organicznymi przenoszone są z powrotem do korzeni, dotyczy to zwłaszcza jonów K^+ .

W korzeniu kwasy te ulegają dekarboksylizacji (np. jabłczan), co wspomaga pobieranie azotu.

Pobieranie **jonów amonowych** (NH_4^+) zachodzi łatwiej w środowisku obojętnym i maleje wraz z obniżeniem pH. Ogólnie pobieranie jonów NH_4^+ przebiega jako antyport protonów. Wówczas wydzielane

przez korzenie protony zakwaszają środowisko. Pobrany azot amonowy w korzeniu ulega asymilacji do aminokwasów, które są transportowane przez ksylem do liścia i wbudowywane w białka.

Preferencyjne pobieranie jonu NO_3^- ma podłoże metaboliczne. Natomiast pod względem energetycznym forma NO_3^- jest mniej korzystna, ponieważ musi ulec redukcji.

Redukcja azotanów do formy amonowej jest procesem kluczowym dla przyswajania azotu. Proces redukcji przebiega etapowo i jest rozdzielony przestrzennie. W cytozolu azotany redukowane są do azotynów, a te w chloroplastach do NH_4^+ . Redukcja azotanów poprzedza właściwą asymilację, czyli redukcyjną aminację 2-oksokwasów. Pierwszy etap redukcję azotanów do **azotynów** katalizuje reduktaza azotanowa.

Reduktaza azotanowa to enzym indukcyjny, którego synteza jest regulowana egzogennie przez substrat, czyli azotan, na poziomie ekspresji genu. Syntezę tego enzymu i aktywność już istniejącej reduktazy azotanowej kontroluje światło absorbowane przez fitochrom. Reduktaza azotanowa jest homotetramerem, tzn. kompleksem białkowym czterech podjednostek połączonych ze sobą niekowalencyjnie. Każda z nich zawiera po jednej cząsteczce FAD, hemu (cytochrom b_m) i molibdenopteryny. Rośliny pozbawione molibdenu nie są zdolne do wykorzystania azotanów jako źródła azotu.

Reduktaza azotanowa jest obecna zarówno w częściach nadziemnych jak i podziemnych roślin. Miejscem redukcji azotanów u roślin światłolubnych są zazwyczaj liście, azotany po redukcji do azotynów są transportowane do chloroplastów lub proplastydów. Jony NH_4^+ bezpośrednio pobrane z gleby oraz powstałe z redukcji azotanów są wbudowywane w aminokwasy. Proces ten jest powiązany z metabolizmem węglowodanowym.

Drugi etap redukcji asymilacyjnej to przekształcenie azotynów do amoniaku z udziałem reduktazy azotynowej i zredukowanej ferredoksyny jako donora elektronów.

Głównym mechanizmem asymilacji azotu w formie amonowej jest cykl syntetazy glutaminowej

(aminacja glutaminianu katalizowana przez syntetazę glutaminianową gdzie azot jest wbudowany w strukturę amidową glutaminy). Reakcja ta jest procesem bardzo energochłonnym warunkowanym dodatkowo obecnością magnezu. Ponad 90 % jonów NH_4^+ jest przyswajana w ramach tego cyklu, gdzie kluczowym metabolitem jest glutamina. W tej formie magazynowane są grupy aminowe wykorzystywane do syntezy aminokwasów i innych związków azotowych.

Warto na zakończenie tego skróconego przeglądu procesów ważnych dla włączania azotu w struktury roślinne zaznaczyć, że metabolizm azotowy ściśle jest związany z metabolizmem węglowodanowym (fotosynteza i oddychanie).

Najistotniejsze procesy interakcji przemiany azotu i węgla to asymilacja azotu z wykorzystaniem szkieletów węglowych, niezbędność białek funkcjonalnych oraz dostępność fitohormonów.

Multi-N zawiera siarkę w formie tiosiarczanu amonu (ATS).



SIARKA

Dla pełnego wykorzystania azotu roślina potrzebuje siarki dostępnej w trakcie niemal całego okresu wegetacji. Obok jonów azotanowych jony siarczanowe są najważniejszymi jonami w żywieniu roślin.

Największe zapotrzebowanie na siarkę przypada w okresie kwitnienia. Prawidłowy metabolizm azotu wymaga obecności siarki. Prawidłowy metabolizm siarki wymaga obecności azotu. Stosunek N : S w białkach jest względnie stały i wynosi 10 : 1. Właściwy stosunek C : N : S w glebie wynosi w przybliżeniu 125 : 10 : 1,2.

Niedobór tego składnika, przy dobrym zaopatrzeniu w azot, prowadzi do intensywnego gromadzenia się azotanów i azotynów w tkankach roślin. Niedobory siarki wiążą się z zahamowaniem syntezy związków białkowych w roślinach, zahamowaniem wzrostu roślin głównie pędów. Co ciekawe niedobory azotu i siarki są bardzo trudne do odróżnienia.

To właśnie dlatego zabiegi suplementujące siarkę w całym okresie wegetacji wpływają pozytywnie na przemiany azotu i siarki w roślinach. Dostępność siarki z gleby, w okresie intensywnego rozwoju roślin, jest zwykle poniżej wymaganego optimum dla intensywnej biosyntezy białek. Głównym źródłem siarki dla roślin jest jej nieorganiczna postać tj. jon siarczanowy, który jest pobierany z gleby jako anion w symporcie z kationami. Pewne jej ilości są też pobierane z powietrza w postaci dwutlenku siarki.

W praktyce większość upraw jest zasilana w siarkę przy udziale siarczanu amonu lub innych nawozów zawierających siarkę w formie siarczanowej, podawanych jesienią lub wczesną wiosną. Jony siarczanowe (SO_4^{2-}) są bardzo podatne na wymywanie i dlatego szanse, że zawartość siarki w glebie, w okresach największego jej zapotrzebowania, będzie wystarczająca aby w pełni wykorzystać potencjał roślin – są ograniczone.

Stąd biorą się pomysły, aby wprowadzać dolistnie produkty, które zawierają w składzie siarkę, zwykle w postaci siarczanowej – SO_4^{2-} (np. siarczan magnezu). Postać siarczanowa zawiera siarkę na 6 stopniu utlenienia S^{6+} i aby została ona wbudowana w struktury białkowe musi zostać zredukowana do poziomu S^{2-} .

Proces ten jest najbardziej energochłonnym w roślinie, wymaga czasu oraz dobrych warunków sprzyjających przemianom związków siarki nieorganicznej w organiczną.

Siarka pobrana z gleby w formie SO_4^{2-} przez system korzeniowy rośliny transportowana jest w ksylemie do liści gdzie podlega przemianom do formy organicznej i jest włączona w procesy biochemiczne zachodzące w roślinie.

W roślinach występuje głównie w formie zredukowanej jako grupa -SH (sulfhydrylowa). Redukcja pobranego siarczanu odbywa się głównie w chloroplastach. Grupy -SH występują w aminokwasach (cystyna, cysteina metionina) tworzą mostki S-S w białkach warunkujące ich strukturę II i III rzędową.

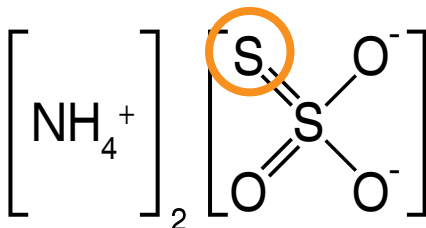
Cysteina jest związkiem wyjściowym do syntezy wszystkich organicznych związków zawierających grupy -SH białek jak ferrydoksyna, koenzymy HS-CoA tiamina czy biotyna. Jest składnikiem białek w kanałach jonowych wiążących metale ciężkie. Forma utleniona siarki (SO_4^{2-}), łącząc się estrowo z cukrowcami i lipidami tworzy siarczany, które występują we wszystkich błonach komórek roślinnych.

Siarka jest pierwiastkiem mało ruchliwym transportowanym głównie w ksylemie, słabo podlega reutilizacji.

Multi-N zawiera w swoim składzie tiosiarczan amonu gdzie połowa zawartej siarki występuje w formie gotowej do wbudowania w struktury aminokwasów – siarkę na -2 stopniu utlenienia.

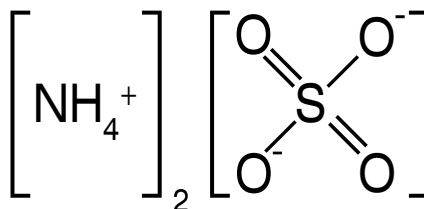
Siarka -2

Tiosiarczan amonu

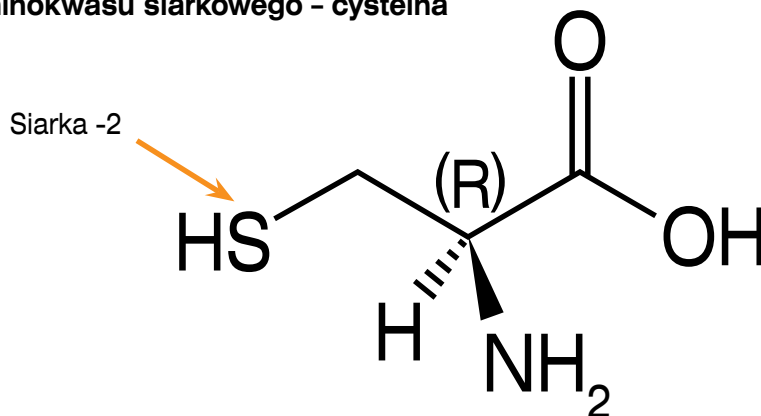


Siarka +6

Siarczan amonu



Przykład aminokwasu siarkowego – cysteina



Siarka podana w formie tiosiarczanu jest znacznie szybciej i łatwiej pobierana i metabolizowana w roślinie znacznie szybciej niż jon siarczanowy, który musi w roślinie ulec przemianom biochemicznym i zamianie w formę organiczną, siarka taka jest również bezpośrednio wbudowywana i wykorzystywana do wytwarzania aminokwasów na poziomie komórkowym takich jak cystyna, cysteina i metionina.

Dlatego AZOT sformułowany i podany razem z TIOSIARCZANEM jako kompleks tiosiarczanowo – amidowy zawarty w **Multi-N** jest optymalnym rozwiązaniem dla maksymalizacji produkcji aminokwasów i w konsekwencji białek. Wnosząc do rośliny azot i siarkę, w formach znacząco szybciej pobieranych i przyswajalnych oraz nie wymagających dużego nakładu energii, potrzebnej do wbudowania w struktury aminokwasowe, a potem białkowe, uwalniamy w roślinie szybsze procesy syntezy białek i aminokwasów, szybsze przemiany metaboliczne, pozwalające w konsekwencji na lepsze wykorzystanie potencjału środowiskowego i genetycznego roślin uprawnych.

Praktyczne kompendium wiedzy związane z użytkowaniem Multi-N w codziennej praktyce

Przyswajalność

Brytyjskie badania państwowe (HGCA) wskazują, że przyswajalność dostępnych dolistnych formuacji azotu przy zabiegach wiosennych nie przekracza 60 %. Przy zabiegach późniejszych (liść flagowy i później) parametr ten nigdy nie przekracza 30 %.

Jeszcze trudniejszą sytuację mamy przy nawożeniu doglebowym, w skrajnych przypadkach np. suszy, ilość wchłoniętego azotu, przy takim nawożeniu, jest bliska zeru, a w warunkach komfortowych nie przekracza 25 %.

Wyjątkiem jest **Multi-N**, który jest zdolny przenieść do rośliny do 90 % zawartego w nim azotu.

Fakty, o których warto pamiętać stosując **Multi-N** jako dolistnie nawożenie N+S:

1. Zakładając wysokie zacienienie gleby (zboża, rzepak, buraki cukrowe), 94-97 % stosowanego **Multi-N** pozostaje na powierzchni liści. Jest to wynikiem jakości formuacji, która zawiera w swoim składzie m. in. płynny lateks, kwasy karboksylowe oraz lignosiarczany. Taki skład zapewnia dobrą przyczepność do liści, dobre ich pokrycie oraz odporność na zmywanie. Zatrzymanie cieczy roboczej na liściach jest czynnikiem krytycznym dla jakości zabiegu. Warto pamiętać, że spływanie cieczy roboczej z liści jest



podstawowym czynnikiem obniżającym skuteczność produktów stosowanych dolistnie. W przypadku nawozów dolistnych straty te sięgają 50-60 %. Zaletą **Multi-N** jest szybkie działanie głównie w miejscach, gdzie produkt jest wchłaniany. Stąd szczególna dbałość o doskonałą formułację, zapewniającą dobrą retencję cieczy roboczej na liściach i ich doskonałe pokrycie.

2. Azot w **Multi-N** jest bardzo przyjazny roślinie. Azot zawarty w produkcie jest ustabilizowany i przy pomocy tiosiarczanu amonu oraz lateksu, który zapobiega gazowaniu jonów amonowych z powierzchni liści. Gazowanie jonów NH_4 i późniejsza ich krystalizacja jest główną przyczyną fitotoksyczności innych formułacji nawozów azotowych. **Multi-N** nie powoduje fitotoksyczności przy zalecanych dawkach cieczy roboczej do 100 l/ha.



3. Jednym z istotnych czynników decydujących o ilości wchłanianej substancji aktywnej jest okres zwilżenia liści. Rośliny wchłaniają jony tylko z roztworu, stąd przedłużenie czasu od oprysku do wyschnięcia zawsze wpływa pozytywnie na skuteczność zabiegu dolistnego. Formułacja **Multi-N** pozwala zminimalizować parowanie, a tym samym przedłużyć o około 30 % okres zwilżenia. Bardzo istotną rolę odgrywa tutaj zawarty w produkcie płynny lateks, który stabilizuje krople roztworu na powierzchni liści.



Dzięki swojej unikalnej kompozycji, gdzie:

25 litrów **Multi-N** to około 8 kg azotu,
który wchłoną rośliny.



Możemy dokonać następujących obliczeń dotyczących bilansu azotu potrzebnego roślinie, jest to ilość porównywalna jaką rośliny są w stanie pobrać z 70 kg Mocznika® stosowanego dolistnie w okresie od kwitnienia do mleczej dojrzałości ziarna.

Niezwykła efektywność **Multi-N** jest następstwem łącznego stosowania wysoce przyswajalnego i stabilizowanego azotu oraz siarki w formie tiosiarczanu.

Multi-N jako *Generator Białka*

W Wielkiej Brytanii każdego roku około 100 000 ha pszenicy przeznaczonej na przemiał jest traktowanych **Multi-N**. Celem jest uzyskanie odpowiedniego poziomu białka. Nie jest to sprawą łatwą biorąc pod uwagę uzyskiwane plony oraz prawne ograniczenia dotyczące poziomu nawożenia azotowego.

Stosując **Multi-N** jako *Generator Białka* zastępujemy nim ostatnią dawkę azotu doglebowego, której przeznaczeniem jest podniesienie poziomu protein w ziarniakach.

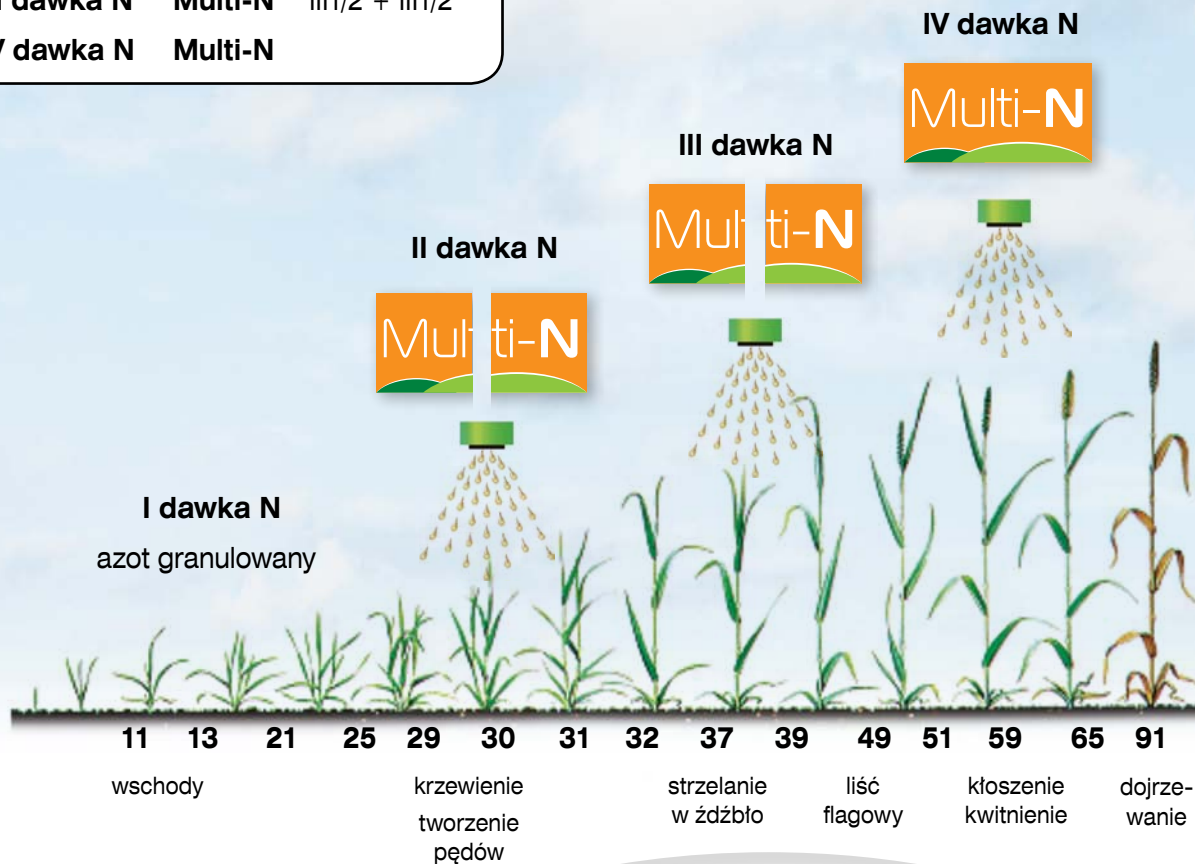
Stosując **Multi-N** jako *Generator Białka* warto pamiętać o następujących zasadach:

1. Czas zabiegu – okres pełnej dojrzałości młecznej, o ile zaistnieje taka konieczność można to połączyć z fungicydem lub insektycydem
2. Odpowiednia dawka – należy stosować od 25 do 40 l/ha, zakładając poziom plonowania od 7 do 10 ton/ha
3. Jakość zabiegu – zabieg należy wykonać tak jak dla fungicydu, drobną lub średnią kroplą tak, aby jak największa część cieczy roboczej zatrzymała się na kłosie i liściu flagowym. Należy unikać głębokiej penetracji łanu.
4. Zabieg wykonany na rośliny niedożywione może przynieść wyższy plon bez podniesienia zawartości białka.

Pszenica ozima



I dawka N	azot granulowany
II dawka N	Multi-N II1/2 + II1/2
III dawka N	Multi-N III1/2 + III1/2
IV dawka N	Multi-N

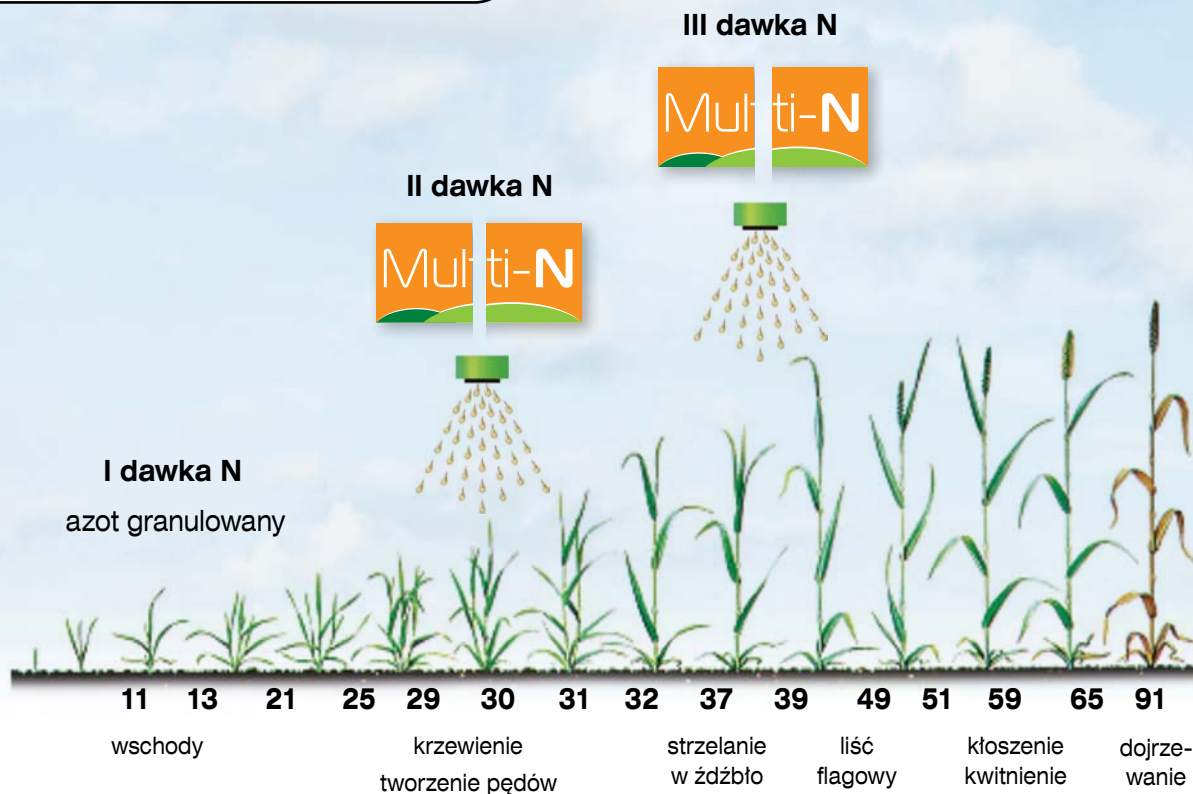




Jęczmień ozimy



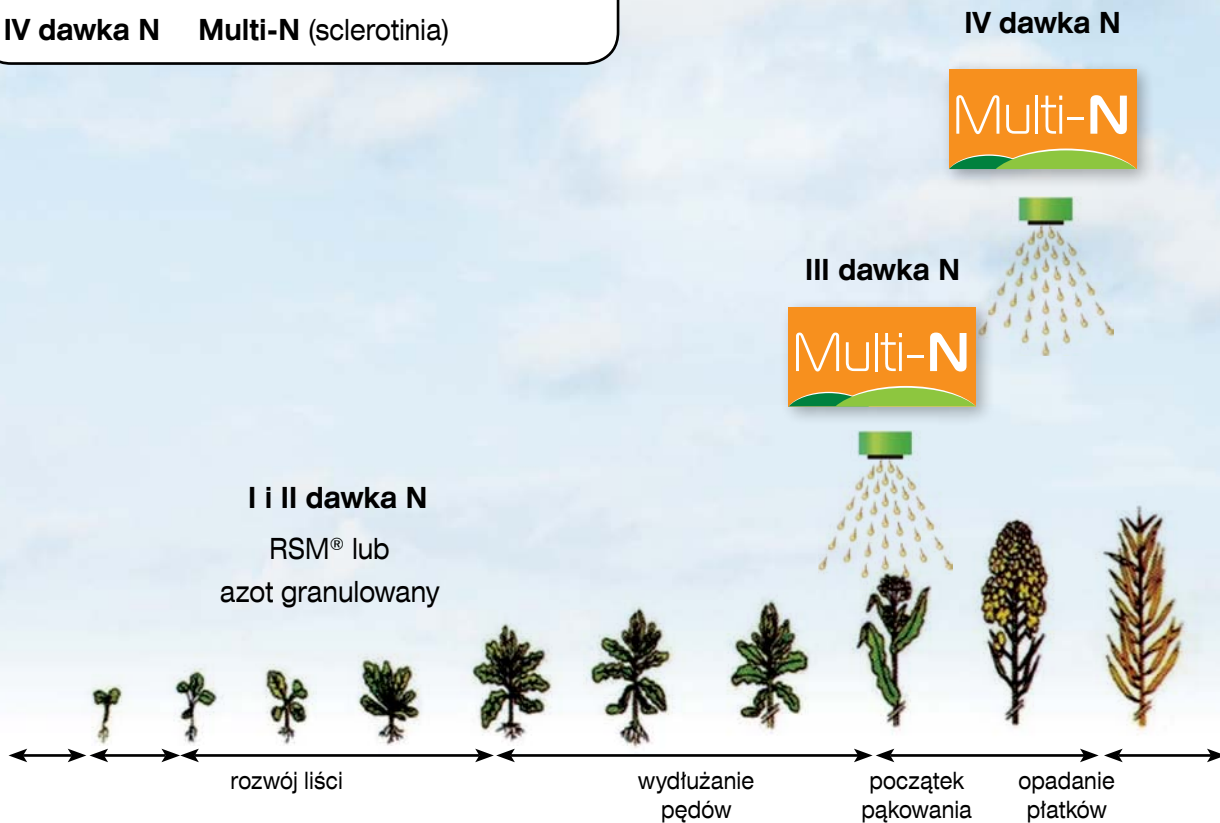
I dawka N	azot granulowany
II dawka N	Multi-N II1/2 + II1/2
III dawka N	Multi-N III1/2 + III1/2



Rzepak ozimy

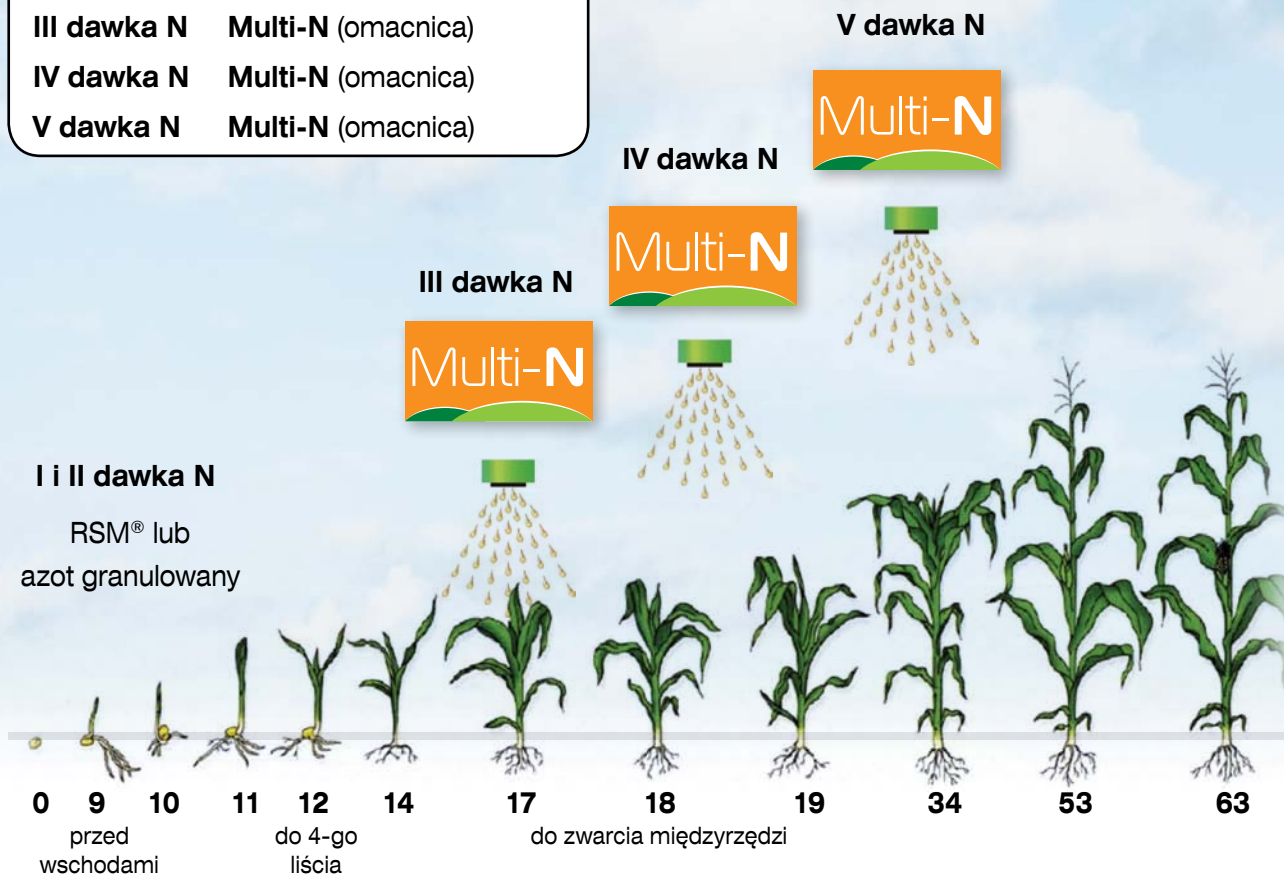


I dawka N	RSM® lub azot granulowany
II dawka N	RSM® lub azot granulowany
III dawka N	Multi-N (pąk zwarty siodyszek)
IV dawka N	Multi-N (sclerotinia)



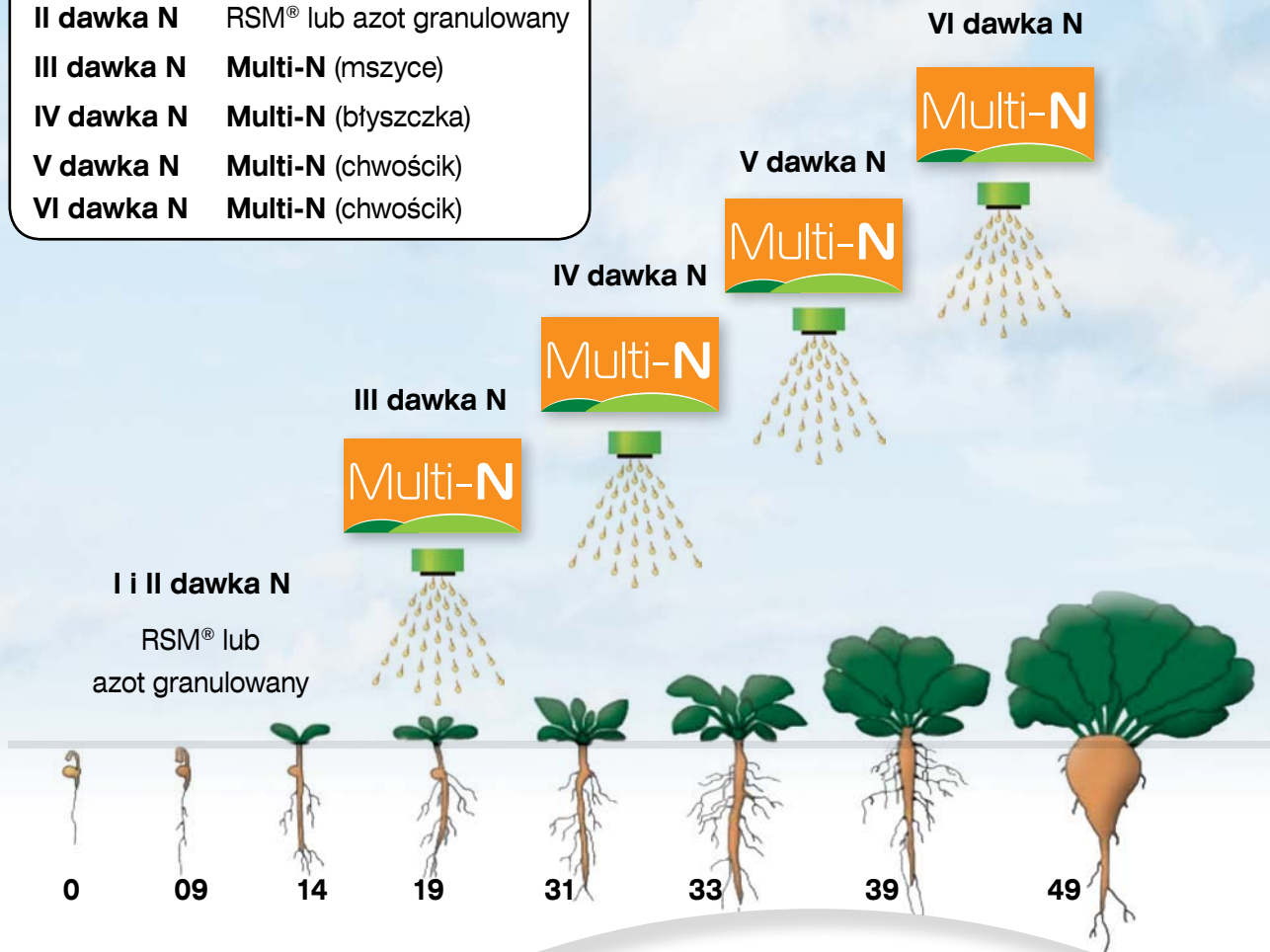
Kukurydza

I dawka N	RSM® lub azot granulowany
II dawka N	RSM® lub azot granulowany
III dawka N	Multi-N (omacnica)
IV dawka N	Multi-N (omacnica)
V dawka N	Multi-N (omacnica)



Buraki cukrowe

I dawka N	RSM® lub azot granulowany
II dawka N	RSM® lub azot granulowany
III dawka N	Multi-N (mszyce)
IV dawka N	Multi-N (błyszczka)
V dawka N	Multi-N (chwościk)
VI dawka N	Multi-N (chwościk)





HYBRYDOWA TECHNOLOGIA NAWOŻENIA AZOTOWO-SIARKOWEGO

RSM®	Zakłady Azotowe Puławy SA, 24-110 Puławy, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13
Saleta Amonowa®	Zakłady Azotowe PUŁAWY SA, 24-110 Puławy, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13
Mocznik®	Zakłady Azotowe PUŁAWY SA, 24-110 Puławy, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13
Multi-N®	Micromix UK, produkcja: Biostyma Sp. z o.o., 62-300 Września, ul. Gen. Sikorskiego 38

Literatura

Adamec L.

2002 *Leaf absorption of mineral nutrients in carnivorous plants stimulates root nutrient uptake*, Blackwell Science Ltd

Alexander A.

1986 *Optimum timing for foliar nutrient sprays*. In: Alexander, A. (Ed.), *Foliar Fertilization*. Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht, The Netherlands

Bergmann W.

1977 *Atlas objawów niedoboru lub nadmiaru składników pokarmowych u roślin uprawnych*, PWRiL

Chroboczek E., Skąpski H.

1984 *Ogólna uprawa warzyw*, PWRiL

Eichert T.

2013 *Some new thoughts on foliar nutrient uptake*, *Foliar Nutrient Uptake – of Myths and Legends*. Proc. VII International Symposium on Mineral Fruit Nutrition of Fruit Crops, Acta Hort.

Fernandez V., Sotiropoulos T., Brown P.

2013 *Foliar Fertilization*, W: *International Fertilizer Industry (IFA) Paris, France*

Fertilizers Europe

2015 *Rola azotu i jego wykorzystanie w rolnictwie*

Grzebisz W.

2006 *ABC wapnowania*, AR Poznań

Hunsigi G.

1975 *Soil temperature and nutrient availability*, *Annal 8 01 Arid Zone – 14 (2)*, 87-91

Jabłoński B.

1980 *Ogólna uprawa roli i roślin*, PWRiL

Jurnal of plant nutrition

2009 *Foliar Fertilization of Crop Plants N Fageria*, Brasil

Jyung W.H., Wittwer S.H.

1965 *Pathways and mechanism for foliar absorption of mineral nutrients* *Agri. Sci. Rev.* 3



Kannan S.

Physiology of foliar uptake of inorganic nutrients

Kopcewicz J., Lewak S. (red.)

2012 *Fizjologia roślin*, PWN

Koter M.

1979 *Chemia Rolna*, PWN

Lityński T., Jurkowska H.

1982 *Żyzność gleby i odżywianie się roślin*, PWN

McRight J.

1991 *The concept of foliar feeding*, McRight Services, LLC May

Mengel K., Kirkby E.

1983 *Podstawy żywienia roślin*, PWRiL

Mitova I., Stancheva I.

2015 *Effect of Fertilizer Source on the Nutrients Biological Uptake with Garden Beans Production* Institute of Soil Science, Ecology and Plant Protection, BG

Nowacki E. (red.)

1980 *Gospodarka azotowa roślin uprawnych*, PWRiL

Niewiadomski W. (red.)

1983 *Podstawy agrotechniki*, PWRiL

Olsen S. R., Kemper W. D.

1961 *Movement of nutrients to plant root*, I. 80il Sci. Soc. Am. Proc. 26: 222-227

Oosterhuis D.

2007 *Foliar fertilization principles*, Indiana CCA Conference

Oosterhuis D.

2009 *Foliar Fertilization: Mechanisms and Magnitude of Nutrient Uptake*, University of Arkansas, Fayetteville, AR

Prasad M.N.V.

2014 *Plant-mineral nutrition: macro- and micro nutrients, uptake, functions, deficiency and toxicity symptoms*, Department of Plant Sciences School of Life Sciences University of Hyderabad

Rajasekar M., Udhaya Nandhini D. and Sugandh S.

2017 *Supplementation of Mineral Nutrients through Foliar Spray* – International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, India

Szkolnik M.

1980 *Mikroelementy w życiu roślin*, PWRiL

Uggla H.

1977 *Gleboznawstwo rolnicze*, PWN

Wilson A. T., Watkinson J. H.

1968 *Availability of nutrients 9th Congo Soil Sci.* Adelaide, Vol. II: 805

Wójcik P.

Uptake of Mineral Nutrients from Foliar Fertilization

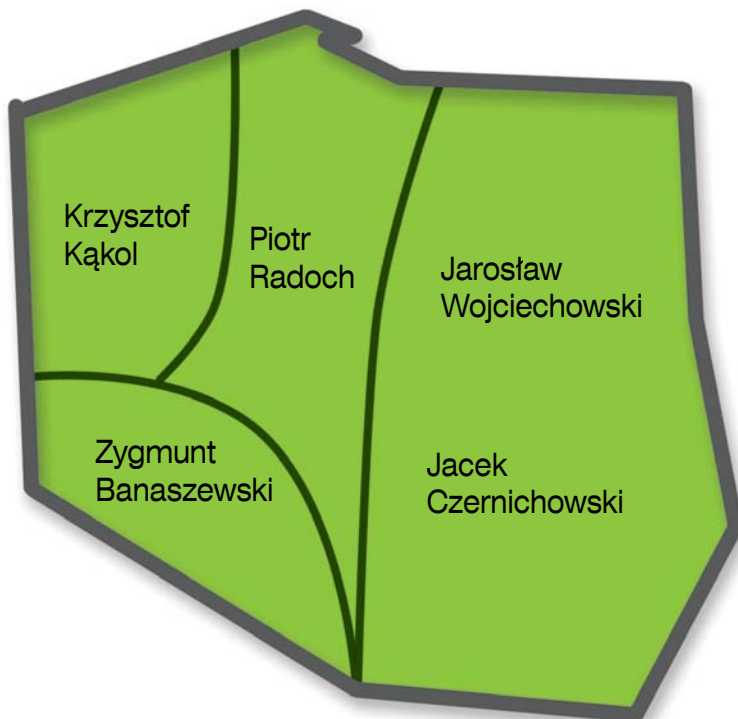
1986 *Nuclear Agriculture Division*, Bhabha Atomic Research Centre, Bombay

2014 *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, vol. 12

2014 *Nutrient uptake by plants*, Mendel University in Brno (Wittwer a Bukovac 1989)



Kontakt:



BIOSTYMA Sp. z o.o.
ul. Gen. Sikorskiego 38
62-300 Września
tel./fax: 61 611 39 72
biuro@biostyma.pl

www.biostyma.pl

— Jacek Czernichowski
mobile: 516 210 866
jacek.czernichowski@biostyma.pl

— Krzysztof Kąkol
mobile: 512 898 580
krzysztof.kakol@biostyma.pl

— Zygmunt Banaszewski
mobile: 797 347 456
zygmunt.banaszewski@biostyma.pl

— Piotr Radoch
mobile: 512 898 643
piotr.radoch@biostyma.pl

— Jarosław Wojciechowski
mobile: 512 898 639
jarek.wojciechowski@biostyma.pl

— Przemysław Piotrowski
menedżer produktu

mobile: 726 200 146
przemyslaw.piotrowski@biostyma.pl

BIOSTYMA®
Stymulacja upraw