

**Anna Kocoń**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

## NAWOŻENIE ROŚLIN STRĄCZKOWYCH\*

**Słowa kluczowe:** rośliny strączkowe, potrzeby pokarmowe, symbiotyczne wiązanie N<sub>2</sub>, potrzeby nawozowe

### Wstęp

Rośliny strączkowe, motylkowate grubonasiennne, stanowią użytkową grupę roślin z rodziny bobowatych (*Fabaceae*); do niedawna zwanych rodziną motylkowatych (*Papilionaceae*). Charakteryzują się dużymi nasionami i uprawiane są na nasiona, paszę oraz na nawóz zielony (11). Dla celów spożywczych uprawia się w Polsce m.in.: bób, fasolę zwykłą, fasolę wielokwiatową, groch siewny – ogólnoużytkowy, groch cukrowy, soję zwyczajną, soczewicę jadalną, lędzwan, a na cele pastewne m.in.: bobik, łubin biały, łubin wąskolistny, łubin żółty, groch siewny pastewny (peluszkę), wykę siewną, wykę kosmatą, soję zwyczajną i lędzwan. Rośliny strączkowe, za wyjątkiem wyki kosmatej, to rośliny jednoroczne, wysokobiałkowe – zawierające od 20 do 45% białka (10, 16).

### Znaczenie roślin strączkowych

Znaczenie roślin motylkowatych, w tym również strączkowych, było znane i cenione już w starożytności. Zdawano sobie sprawę, że rośliny te przyczyniają się do użyźniania gleby, choć nie wiadano dlaczego. Dopiero w XIX w. wyjaśniono przyczynę tego zjawiska (10). Wykazano bowiem, że rośliny motylkowate oprócz azotu znajdującego się w glebie w postaci związków mineralnych i organicznych mogą ponadto korzystać z azotu gazowego znajdującego się w atmosferze. Wiązanie N atmosferycznego zachodzi w wyniku symbiozy i przy współudziale roślin motylkowatych oraz specyficznych bakterii znajdujących się w glebie. Jest to zdolność

\* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

wyjątkowa w świecie roślin, co sprawia, że rośliny te nie wymagają, na ogół, nawożenia azotem, oprócz dawki startowej, gdyż z żywieniowego punktu widzenia są prawie samowystarczalne, jeśli chodzi o ten składnik (1, 20, 23, 25).

W Polsce średnie ilości azotu związanego przez rośliny strączkowe żyjące w symbiozie z bakteriami są znaczne i zależą przede wszystkim od gatunku rośliny oraz rodzaju szczepu bakteryjnego, i wynoszą od 40–250 kg N ha·rok<sup>-1</sup> (1, 10, 13, 26). Warto podkreślić, iż azot biologicznie związany wykorzystywany jest przez rośliny aż w 100% (11), podczas gdy z nawozów mineralnych tylko w około 50%. Zatem każde 100 kg azotu związanego biologicznie odpowiada 200 kg azotu mineralnego. Z ekonomicznego punktu widzenia uprawa roślin motylkowatych to nie tylko faktycznie uzyskany plon organów rolniczo użytecznych, ale także wzbogacenie gleby w „tani azot” związany biologicznie, który jest wykorzystywany zarówno przez rośliny aktualnie uprawiane, jak i następne (5). Resztki poźniwe roślin strączkowych wzbogacają glebę w cały zestaw makro- i mikroelementów oraz w cenną materię organiczną, z której tworzy się próchnica. Dla przykładu przyorane resztki poźniwe bobiku średnio wzbogacają glebę w: azot 50–100, potas 80–120, wapń 30–50, fosfor 4–10 kg·ha<sup>-1</sup>, mikroelementy oraz w substancję organiczną (11). Wskaźnik reprodukcji materii organicznej dla roślin strączkowych jest dodatni (21), co oznacza, że uprawa tych roślin wzbogaca glebę w cenną substancję organiczną. Wzrost substancji organicznej prowadzi do wzrostu żyzności gleby, właściwej jej gruzelkowatości oraz właściwego składu mikroorganizmów w glebie, co w efekcie zmniejsza wymywanie z niej składników pokarmowych (20).

Rośliny strączkowe mają także duże znaczenie żywieniowe nie tylko dla ludzi, ale również zwierząt. Ich walory żywieniowe to przede wszystkim wysoka zawartość dobrej jakości białka roślinnego w nasionach, ale także w częściach nadziemnych (16, 23). Z tego powodu rośliny te są wykorzystywane także w żywieniu zwierząt gospodarskich zarówno przeżuwaczy, jak i zwierząt monogastrycznych. Nasiona strączkowych (np. bobik, groch, łubin, soja) wykorzystuje się w postaci śruty jako surowiec do sporządzania mieszanek treściwych.

### **Potrzeby pokarmowe i nawożenie roślin strączkowych**

Rośliny do wzrostu, rozwoju i wydania odpowiedniego plonu potrzebują składników pokarmowych, pobranych w zależności od gatunku, w odpowiednich ilościach i proporcjach (15). Obecnie zalecany system nawożenia roślin, w tym także roślin strączkowych, to system zrównoważony oparty na bilansie składników pokarmowych uwzględniających ich pobranie przez roślinę oraz dopływ z nawozów i pozostałych źródeł (8). Optymalizacja nawożenia na danym polu możliwa jest dzięki analizie składu chemicznego gleby uwzględniającej zawartość podstawowych makro- i mikroelementów, oraz wartości pH gleby. Analizę gleby wykonuje się m.in. w stacji chemiczno-rolniczej, przynajmniej raz na 3–4 lata. Ze względu na zróżnicowanie warunków naturalnych i agrotechnicznych pomiędzy poszczególnymi polami zagadnienie

zrównoważonego nawożenia rozpatruje się obecnie w odniesieniu do konkretnego pola, jako podstawowej jednostki produkcyjnej (7).

Każdy gatunek ma swoiste wymagania pokarmowe, a co za tym idzie również potrzeby nawozowe. Wymagania pokarmowe odpowiadają ilości składników, jaką roślina musi pobrać w swoim rozwoju ontogenetycznym dla wydania maksymalnego plonu o odpowiedniej jakości (4, 5). Z kolei potrzeby nawozowe odpowiadają ilości składników, jaką należy dostarczyć w formie nawozów, aby zabezpieczyć roślinie jej wymagania pokarmowe, w konkretnych warunkach danego pola (3, 5).

### Wapnowanie gleb

Rośliny strączkowe wymagają optymalnego dla danego gatunku pH gleby, co jest podstawowym warunkiem właściwego ich wzrostu i wydania maksymalnego plonu. Optymalne wartości pH są różne dla poszczególnych gatunków i tak dla łąbinu żółtego mieszczą się w przedziale 5,1–5,5; łąbinu białego i lucerny 6,1–6,5; a dla bobiku od 6,1 do 7,0 (5, 11). Łubin żółty ma najmniejsze wymagania glebowe spośród roślin strączkowych i powinien być uprawiany na glebach najsłabszych, lekkich. Pozostałe gatunki wymagają znacznie lepszych gleb (średnich i ciężkich) i nie powinny być uprawiane na glebach lekkich okresowo suchych, czy też zakwaszonych, co jest związane z wymaganiami samej rośliny (groch, bobik, soja), jak też jej bakteryjnego symbionta. Wykazano bowiem, że w próbkach gleb lekkich i zakwaszonych nie występują bakterie symbiotyczne tych roślin (17). W warunkach niskiego odczynu gleby obniża się znacznie liczba i masa brodawek korzeniowych roślin strączkowych. W przypadku gleb kwaśnych konieczne jest ich wapnowanie. Zabieg ten najlepiej wykonać jesienią, w zespole uprawek późniwnych, jesiennych. W zależności od zasobności gleb w wapń oraz potrzeb nawozowych roślin stosuje się nawet do 6 t  $\text{CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$  w przypadku gleb kwaśnych (8, 9).

### Nawożenie azotem

Nawożenie roślin strączkowych azotem jest bardzo ograniczone i sprowadza się najczęściej do podania przedsiewnie 20–30 kg  $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Rośliny bobowate zdolne są, w drodze symbiozy z bakteriami pobierać i wiązać  $\text{N}_2$  atmosferyczny i głównie w ten sposób pokrywają swoje potrzeby pokarmowe względem tego składnika (1, 14, 25). Dawka 20–30 kg  $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , podawana przedsiewnie nazywana jest w nawożeniu roślin motylkowatych dawką startową, z tego względu, iż pokrywa potrzeby pokarmowe względem N w początkowym okresie wzrostu i rozwoju roślin, kiedy to układ symbiotyczny wiążący azot  $\text{N}_2$  nie zaczął jeszcze funkcjonować (10, 13). Dzięki procesowi biologicznego wiązania,  $\text{N}_2$  atmosferyczny zostaje zredukowany do amoniaku, a następnie w roślinie wbudowany w związki organiczne (11). Ilość związanego tą drogą azotu jest znacząca i zależy głównie od: rodzaju drobnoustroju, jego aktywności fizjologicznej, rośliny gospodarza (fot. 1) oraz warunków środowiskowych, w ja-

kich ten proces zachodzi (13, 26). W Polsce średnie ilości związanego azotu przez bakterie brodawkowe żyjące w symbiozie z roślinami strączkowymi wynoszą od 40 do 250 kg N·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>, chociaż maksymalne ilości związanego tą drogą azotu mogą być znacznie większe (tab. 1). Symbiotyczne wiązanie azotu atmosferycznego zachodzi najintensywniej w optymalnych warunkach żywienia roślin, optymalnych warunkach siedliskowych dla uprawy rośliny strączkowej (motylkowatej) jako gospodarza, a także odpowiedniego dla niej mikrosymbionta (tab. 1)

Tabela 1

Ilości azotu symbiotycznie związanego przez wybrane gatunki roślin strączkowych  
(kg N·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>)

| Rodzaj i gatunek rośliny | Rodzaj i gatunek bakterii symbiotycznych              | Ilość związanego N* |
|--------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|
| Groch siewny             | <i>Rhizobium leguminosarum</i> biotyp <i>vicia</i>    | 50-100              |
| Bobik                    |                                                       | 40-600              |
| Wyka                     |                                                       | 40-600              |
| Fasola                   | <i>Rhizobium leguminosarum</i> biotyp <i>phaseoli</i> | 40-200              |
| Soja                     | <i>Bradyrhizobium japonicum</i>                       | 50-100              |
| Łubiny                   | <i>Bradyrhizobium</i> sp. <i>lupini</i>               | 20-200              |

\* wahania, w zależności od warunków siedliskowych i zastosowanej metodyki

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Strzelec, 1996 (26)



Fot. 1. Korzeń bobiku; widoczne brodawki korzeniowe – pośrednia miara intensywności symbiotycznego wiązania N<sub>2</sub> (fot. A. Kocoń)

Nie wszystkie gleby w Polsce zawierają właściwe, i w odpowiednich ilościach, bakterie symbiotyczne. Stwierdzono, że brak jest w nich mikrosymbionta soi, a bakterie symbiotyczne dla lucerny występują w zbyt niskich liczebnościach (17).

Natomiast znacznie częściej w dostatecznych ilościach obecne są w glebach bakterie brodawkowe symbiotyczne dla grochu, łubinu, bobiku czy fasoli. W celu optymalizacji wiązania  $N_2$  przez dane rośliny zaleca się stosowanie przed wysiewem nasion zabiegu szczepienia ich nitraginą – szczepionką bakteryjną, odpowiednią dla gatunku rośliny.

Obecnie uważa się, że symbiotyczne wiązanie  $N_2$  nie w pełni pokrywa potrzeby pokarmowe niektórych roślin strączkowych, m.in. bobiku i grochu, ponieważ dla wydania wysokiego plonu nasion wymagają one większego nawożenia N, niż może związać ich układ symbiotyczny (11, 13, 14, 29). W związku z tym, szczególnie na glebach mniej zasobnych w ten składnik, zaleca się pogłówne nawożenie grochu i bobiku azotem, w łącznej ilości do  $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Z badań IUNG wynika, że w przypadku tych roślin bardziej efektywne jest podanie azotu dolistnie niż doglebowo (14, 29). Pod uprawy roślin strączkowych nie należy jednak podawać więcej azotu niż potrzeba z tego względu, iż zbyt duże dawki azotu ograniczają symbiotyczne wiązanie  $N_2$  i tym samym odcinają to źródło taniego azotu dla roślin (10, 14).

### Nawożenie potasem i fosforem

Spśród składników mineralnych w żywieniu roślin strączkowych na szczególną uwagę zasługuje potas i fosfor. Potrzeby pokarmowe roślin strączkowych odnośnie tych składników odżywczych są duże, co związane jest nie tylko z wytworzeniem plonu, ale także z dużymi wydatkami energetycznymi rośliny w procesie symbiotycznego wiązania  $N_2$  (20, 26). Niedobór PK w podłożu nie tylko ogranicza biologiczne wiązanie azotu atmosferycznego, ale także plon nasion (6, 10, 12, 23).

Potrzeby pokarmowe roślin strączkowych względem fosforu i potasu są zróżnicowane, dużo większe dla K niż P i zależą od gatunku rośliny oraz wielkości przewidywanego plonu (tab. 2). Przy jednostkowym pobraniu kształtują się od 13,5 do 20,4 kg dla fosforu oraz od 31 do 38,5 kg dla potasu. Odpowiednio niższe potrzeby względem P i K wykazuje groch, a wyższe łubiny.

Tabela 2

Osiągalne plony wybranych roślin strączkowych na kompleksach glebowych oraz jednostkowe pobranie fosforu i potasu (przez 1 tonę plonu głównego z odpowiednią ilością plonu ubocznego)

| Roślina           | Plony roślin ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ )<br>na danych kompleksach przydatności rolniczej |     |     |        |        |      |      | Średnie pobranie<br>składników<br>( $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$ plonu) |                      |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|--------|--------|------|------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|                   | 1                                                                                                | 2   | 3   | 4,8,10 | 5,9,11 | 6,12 | 7,13 | $\text{P}_2\text{O}_5$                                                     | $\text{K}_2\text{O}$ |
| Bobik             | 4,4                                                                                              | 4,0 | 3,8 | 4,0    | 3,4    | 2,5  | 1,5  | 18,1                                                                       | 37,2                 |
| Groch             | 3,8                                                                                              | 3,4 | 3,2 | 3,4    | 2,8    | 2,3  | 1,4  | 13,5                                                                       | 30,8                 |
| Łubin żółty       | 3,5                                                                                              | 3,1 | 2,9 | 3,1    | 2,5    | 2,0  | 1,0  | 20,4                                                                       | 38,5                 |
| Łubin wąskolistny | 3,5                                                                                              | 3,1 | 2,9 | 3,1    | 2,5    | 2,0  | 1,6  | 20,4                                                                       | 38,5                 |
| Łubin biały       | 3,5                                                                                              | 3,1 | 2,9 | 3,1    | 2,5    | 2,0  | 1,6  | 20,4                                                                       | 38,5                 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Jadczyzyn, 2000 (7)

W zależności od przewidywanego plonu możliwego do osiągnięcia w warunkach poszczególnych kompleksów rolniczych (tab. 2) całkowite potrzeby pokarmowe roślin wylicza się, mnożąc jednostkowe pobranie składnika przez oczekiwany plon roślin. Natomiast wielkość dawek nawozów PK pod konkretną roślinę ustala się w oparciu o potrzeby pokarmowe roślin względem tych składników oraz zasobności gleby danego pola w przyswajalne formy tych składników. Zalecane dawki PK dla wybranych roślin strączkowych uprawianych na glebach średnio zasobnych w potas i fosfor przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Zalecane dawki nawozów mineralnych P, K, Mg (w  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  oraz  $\text{MgO}$ ), dla wybranych roślin strączkowych uprawianych na glebach średnio zasobnych (w P, K, Mg), przy prognozowanym plonie

| Roślina           | Plon nasion<br>$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ | Fosfor<br>( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) | Potas<br>$\text{K}_2\text{O}$ | Magnez<br>( $\text{MgO}$ ) | Mikroelementy<br>przy wyższym<br>plonie* |
|-------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|
| Bobik             | 2,0-4,5                                        | 35-80                                | 75-185                        | 10-30                      | +                                        |
| Groch             | 1,5-3,5                                        | 20-50                                | 45-105                        | 5-15                       | +                                        |
| Łubin żółty       | 1,0-3,0                                        | 20-60                                | 40-115                        | 10-20                      | +                                        |
| Łubin wąskolistny | 2,0-3,5                                        | 40-70                                | 75-140                        | 15-30                      | +                                        |
| Łubin biały       | 2,0-3,5                                        | 40-70                                | 75-140                        | 15-30                      | +                                        |
| Soja              | 2,0-3,0                                        | 50-75                                | 70-105                        | 20-30                      | +                                        |

\* mikroelementy podawać w zależności od potrzeb, szczególnie przy planowanych wyższych plonach.  
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Jadczyński, 2000 (7) oraz Jadczyński i in., 2010 (8)

Zawartość w glebach Polski przyswajalnych makroelementów, w tym fosforu i potasu oraz mikroelementów oceniana jest dla potrzeb praktyki rolniczej, w klasach zawartości: bardzo niskiej, niskiej, średniej, wysokiej i bardzo wysokiej (30). Największe niedobory w glebach naszego kraju stwierdza się odnośnie potasu; około 40% gleb jest niedoborowych w ten składnik. W warunkach bardzo wysokiej zawartości PK w glebie (tab. 4) zalecane dawki nawozów (tab. 3) należy zmniejszyć średnio o 30–40 kg, a przy bardzo niskiej zwiększyć o 40–60 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  lub  $\text{K}_2\text{O}$ .

Tabela 4

Ocena zawartości potasu w glebach mineralnych w przeliczeniu na  $\text{K}_2\text{O}$  ( $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  gleby)

| Kategoria<br>agronomiczna gleby | Klasa zawartości potasu |           |           |           |               |
|---------------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|
|                                 | bardzo niska            | niska     | średnia   | wysoka    | bardzo wysoka |
| Bardzo lekka                    | do 2,5                  | 2,6-7,5   | 7,6-12,5  | 12,6-17,5 | od 17,6       |
| Lekka                           | do 5,0                  | 5,1-10,0  | 10,1-15,0 | 15,1-20,0 | od 20,1       |
| Średnia                         | do 7,5                  | 7,6-12,5  | 12,6-20,0 | 20,1-25,0 | od 25,1       |
| Ciężka                          | do 10,0                 | 10,1-15,0 | 15,1-25,0 | 25,1-30,0 | od 30,1       |

Źródło: opracowanie własne na podstawie zaleceń nawozowych, 1990 (30)



Nawozy fosforowo-potasowe pod rośliny strączkowe podaje się na ogół w jednej całkowitej dawce do gleby przedsięwzię. Najlepszym terminem wysiewu nawozów PK pod rośliny strączkowe jest jesień, co w praktyce oznacza ich zastosowanie pod orkę zimową. Na glebach lżejszych zalecane dawki w/w nawozów można podać także na wiosnę.

### Nawożenie magnezem

Ważną rolę w kształtowaniu wysokich i odpowiedniej jakości plonów roślin strączkowych odgrywa ich prawidłowe nawożenie magnezem (5, 10). Średnie jednostkowe pobranie Mg przez rośliny strączkowe waha się od 3,3 dla grochu do 4,9 kg Mg dla łubinów, w przeliczeniu na 1 tonę nasion wraz z odpowiednią ilością plonu ubocznego. Pomimo iż potrzeby pokarmowe roślin strączkowych odnośnie magnezu nie są tak duże, jak w przypadku PK, to Mg zaliczany jest do niezbędnych składników odżywczych. Oznacza to, że w przypadku jego niedoboru może stanowić czynnik limitujący wielkość i jakość plonu (11, 25). Magnez w roślinie odgrywa bardzo ważną rolę, m.in. wchodzi w skład chlorofilu oraz bierze udział w wielu procesach fizjologicznych: procesie fotosyntezy, w przemianach tłuszczów, białek i węglowodanów (19, 25). Pierwiastek ten bierze czynny udział także w utrzymaniu prawidłowej równowagi jonowej w roślinie, między jonami Mg a K, Ca, Na (19, 25). Niedobór magnezu, szczególnie przy nadmiarze jonów potasowych, wpływa ujemnie na równowagę jonową w roślinie i stosunek pozostałych jonów. Potas w takich warunkach jest pobierany w nadmiarze, dochodzi często do zakłóceń w proporcjach pobieranych jonów i do rozszerzenia stosunku K:Mg i K:(Mg+Ca), co niekorzystnie odbija się na wielkości i jakości plonu (6, 28).

Na nawożenie magnezem należy zwracać szczególną uwagę na glebach kwaśnych, o niskiej zawartości tego pierwiastka (8). Wówczas najlepiej jest zastosować wapno magnezowe, gdyż w ten sposób uzupełnimy zarówno niedobory wapnia, jak i magnezu. Natomiast na glebach o optymalnym dla roślin pH, można zastosować siarczan magnezu. Dawki magnezu przy średniej zawartości Mg w glebie podano w tabeli 3. W warunkach wysokiej i bardzo wysokiej zawartości tego pierwiastka dawki nawozów można zmniejszyć odpowiednio o 10 i 20 kg MgO. Z kolei na glebach o niskiej i bardzo niskiej zawartości składnika dawki nawozów należy zwiększyć odpowiednio o 15 i 30 kg MgO. W takim przypadku podajemy magnez dogłębowo, w formie siarczanu magnezu, w dawce do 60 kg Mg·ha<sup>-1</sup>. W przypadku podawania magnezu dolistnie należy odpowiednio zmniejszyć wielkość i ilość podawanego składnika. Dokarmianie dolistne roślin strączkowych należy prowadzić 5% roztworem siedmiowodnego siarczanu magnezu. Aktualne zalecenia wskazują na dobrą efektywność dwukrotnego dokarmiania dolistnego roślin strączkowych tym nawozem, tj. na początku wzrostu wydłużeniowego łodygi i na początku fazy pąkowania roślin.

## Nawożenie siarką

Uzyskanie wysokiego i odpowiedniej jakości plonu roślin strączkowych uzależnione jest również od spełnienia wymagań pokarmowych i nawozowych tych roślin względem siarki. W związku z coraz większymi w ostatnich latach niedoborami S w glebach Polski, często rośliny strączkowe potrzebują również nawożenia tym składnikiem pokarmowych (22). W roślinach strączkowych siarka niezbędna jest do przebiegu m.in. dwu ważnych procesów: symbiotycznego wiązania azotu i syntezy białek. Dlatego dobre zaopatrzenie roślin w siarkę warunkuje wysoką zawartość w roślinach azotu całkowitego i białka o odpowiedniej jakości. Natomiast w warunkach jej niedoboru rośliny produkują białko gorszej jakości, o mniejszej ilości aminokwasów egzogennych. Deficyt siarki ogranicza symbiotyczne wiązanie  $N_2$ , ponieważ zarówno ferredoksyna, jak i nitrogenaza – kluczowy enzym wiązania azotu, wymagają obecności tego składnika.

Rośliny strączkowe dobrze reagują na nawożenie siarką, zwłaszcza na glebie deficytowej względem siarki, wydając wyższe plony nasion i słomy (tab. 5). Dogłębne nawożeniem roślin strączkowych siarką w dawce do 60 kg S na hektar czy też dolistna aplikacja tego składnika w formie  $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ , w postaci dwukrotnego oprysku roślin w trakcie ich wegetacji, prowadzi do zawiązywania większej liczby nasion oraz wzrostu MTN, co w konsekwencji daje wyższy plon nasion tych roślin.

Tabela 5

Plon łubinu wąskolistnego i jego struktura w zależności od nawożenia siarką

| Dawka siarki<br>(kg·ha <sup>-1</sup> ) | Plon (t·ha <sup>-1</sup> ) |       |       | Elementy struktury plonu      |                           |            |
|----------------------------------------|----------------------------|-------|-------|-------------------------------|---------------------------|------------|
|                                        | nasiona                    | słoma | razem | liczba strąków<br>na roślinie | liczba nasion<br>w strąku | MTN<br>(g) |
| 0                                      | 2,37                       | 3,28  | 5,65  | 9,4                           | 4,1                       | 111,2      |
| 20                                     | 2,49                       | 3,90  | 6,39  | 9,4                           | 4,3                       | 114,5      |
| 40                                     | 2,79                       | 4,02  | 6,81  | 9,3                           | 4,2                       | 112,7      |
| 60                                     | 2,67                       | 4,02  | 6,69  | 8,9                           | 4,3                       | 114,5      |
| Średnio                                | 2,58                       | 3,81  | 6,39  | 9,2                           | 4,2                       | 113,2      |

Źródło: Podleśna, 2013 (22)

## Nawożenie mikroelementami

Rośliny strączkowe są szczególnie wrażliwe na niedobór następujących mikroelementów: boru, molibdenu, manganu, kobaltu i cynku (2, 4, 11, 18, 24, 27). Część ww. mikroelementów, jak Mo czy Co, bierze bezpośrednio udział w symbiotycznym wiązaniu  $N_2$ , natomiast pozostałe są uczestnikami wielu innych procesów fizjologicznych i bezpośrednio lub pośrednio wpływają na wielkość i jakość plonu (19, 25). Wielkość plonu zależy od prawidłowego zaopatrzenia roślin we wszystkie niezbędne składniki pokarmowe i zgodnie z „prawem minimum” uzależniona jest od składnika



pokarmowego, który występuje w ilościach najniższych w stosunku do potrzeb rośliny. Z ekonomicznego punktu widzenia, w przypadku niedoboru mikroelementów w glebie bardziej preferowane jest dolistne dokarmianie roślin tymi składnikami w porównaniu do nawożenia doglebowego (24, 27). Dolistne nawożenie roślin mikroelementami jest efektywniejsze i wymaga zastosowania znacznie mniejszej ilości składnika (tab. 6), a poza tym szybkość działania składników w dolistnym nawożeniu jest znacznie większa w porównaniu do nawożenia doglebowego. Nawożenie takie zalecane jest szczególnie w warunkach niedoboru składnika w glebie, przy wysokim pH gleby a także przy oczekiwaniu wysokich plonów roślin celem pełnego pokrycia ich potrzeb pokarmowych w krytycznych fazach wzrostu (2, 24, 27).

Tabela 6

Zalecana średnia dawka mikroelementu przy niskiej zasobności gleb  
(w przeliczeniu na formę pierwiastkową)

| Mikroelementy | Dawka doglebowa<br>(kg·ha <sup>-1</sup> ) | Dawka dolistna<br>(g·ha <sup>-1</sup> ) |
|---------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Bor (B)       | 2-3,5                                     | 200-400                                 |
| Miedź (Cu)    | 6-10                                      | 300                                     |
| Cynk (Zn)     | 8-12                                      | 600                                     |
| Mangan (Mn)   | -                                         | 1200                                    |
| Molibden (Mo) | -                                         | 40-80                                   |

Źródło: Stanisławska-Głubiak i Korzeniowska, 2007 (24)

### Podsumowanie

Rośliny strączkowe potrzebują do wzrostu, rozwoju i wydania odpowiedniego plonu, wszystkich niezbędnych składników pokarmowych pobranych w odpowiednich ilościach i proporcjach wynikających z potrzeb danego gatunku. Rośliny te wymagają ograniczonego nawożenia N, gdyż dzięki symbiozie z bakteriami brodawkowymi wykorzystują azot atmosferyczny i głównie tą drogą zaopatrują się w ten składnik. Podstawą racjonalnego nawożenia roślin strączkowych pozostałymi składnikami pokarmowymi jest znajomość potrzeb pokarmowych poszczególnych gatunków tych roślin oraz analiza gleby na zawartość dostępnych form składników w glebie. Nawozy mineralne powinny być stosowane według realnych potrzeb i stanowić uzupełnienie składników pokarmowych pochodzących z innych źródeł (gleby, nawozów naturalnych, organicznych, z wiązania symbiotycznego N<sub>2</sub>). Ze względu na zróżnicowanie warunków naturalnych i agrotechnicznych pomiędzy poszczególnymi polami zagadnienie zrównoważonego nawożenia roślin strączkowych rozpatruje się obecnie, w odniesieniu do konkretnego pola i jego zasobności w składniki odżywcze.

## Literatura

1. B i e n i a s z e w s k i T.: Niektóre czynniki agrotechniczne warunkujące wzrost, zdrowotność i plonowanie łubinu żółtego. Rozprawy i Monografie, UWM Olsztyn, 2001, **51**: 1-116.
2. C z u b a R.: Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2000, **471**: 161-169.
3. F o t y m a M., M e r c i k S.: Chemia Rolna. Wyd. PWN, 1995, ss. 336.
4. G e m b a r z e w s k i H.: Stan i tendencje zmian zawartości mikroelementów w glebach i roślinach z pól produkcyjnych w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2000, **471**: 171-179.
5. G o r l a c h E., M a z u r T.: Chemia Rolna: Podstawy żywienia i zasady nawożenia roślin. Wyd. PWN, 2001, ss. 347.
6. G r z e b i s z W.: Potas w roślinie. Pierwiastki w środowisku, Potas. J. Element. 2004, **9(4)**: 7-17.
7. J a d c z y s z y n T.: Podstawy naukowe doradztwa nawozowego. Nawozy i Nawożenie, 2000, **4**: 185-205.
8. J a d c z y s z y n T., K o w a l c z y k J., L i p i Ń s k i W.: Zalecenia nawozowe dla roślin uprawy polowej i trwałych użytków zielonych. Materiały szkoleniowe, Puławy 2010, **95**: 1-24.
9. J a d c z y s z y n T., O c h a l P.: Zakwaszenie gleb i potrzeby wapnowania. Problemy gospodarki nawozowej w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, **34(8)**: 9-18.
10. J a s i Ń s k a Z., K o t e c k i A.: Rośliny strączkowe. Wyd. PWN, Warszawa 1993, ss. 206.
11. J a s i Ń k a Z., K o t e c k i A.: Szczegółowa uprawa roślin. Rośliny strączkowe. Wrocław 2003, T. II, **V**: 1-140.
12. J a s i Ń s k a Z., M a l a r z W.: Wpływ nawożenia fosforowo-potasowego i zagęszczenia roślin na rozwój i plonowanie łubinu białego i bobiku. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol., 1983, **XL**: 125-134.
13. K o c o Ń A.: Wskaźniki symbiotycznego wiązania N<sub>2</sub> w zależności od zróżnicowanego żywienia bobiku azotem. Fragm. Agron., 1999, **2**: 50-61.
14. K o c o Ń A.: Wpływ żywienia azotem na plon nasion i wykorzystanie potencjału plonotwórczego bobiku. Bibiotheca Fragm. Agron., 2000, **8**: 125-134.
15. K o c o Ń A.: Potrzeby pokarmowe roślin, niedobory składników i metody oceny stanu odżywiania roślin. W: Integrowana produkcja roślinna. Zagadnienia wybrane. Praca zbiorowa pod redakcją J. Podleśnego, Puławy, 2007, ss. 181-186.
16. M a t y k a S., B u r c z y Ń s k a N i e d z i a ł e k A., K o r o l W.: Skład chemiczny nasion krajowych odmian roślin strączkowych grubonasiennych. Biul. Inf. Przem. Pasz., 1985, **1**: 3-10.
17. M a r t y n i u k S.: Naukowe i praktyczne aspekty symbiozy roślin strączkowych z bakteriami brodawkowymi. Pol. J. Agron., 2012, **9**: 17-22.
18. M a z u r T., M a z u r Z.: Pobranie przez plon roślin i zawartość w glebach miedzi, manganu i cynku w zależności od systemu nawożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2004, **502**: 229-234.
19. M e n g e l K., K i r k b y E.A.: Podstawy żywienia roślin. PWRiL, Warszawa 1983, ss. 527.
20. N a l b o r c z y k E.: Biologiczne uwarunkowania produktywności roślin strączkowych. Fragm. Agron., 1993, **4**: 147-150.
21. P i k u ł a D.: Aktualne trendy w gospodarowaniu glebową materią organiczną. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, **34(8)**: 91-106.
22. P o d l e ś n a A.: Rola siarki w kształtowaniu wielkości i jakości plonu roślin pastewnych. W: Produkcja pasz na gruntach ornych. Mat. Szkol., Puławy 2013, **101**: 49-54.
23. P o d l e ś n y J.: Znaczenie roślin strączkowych w integrowanej produkcji roślinnej. W: Integrowana produkcja roślinna. Zagadnienia wybrane. Praca zbiorowa pod redakcją J. Podleśnego, Puławy, 2007, ss. 155-160.
24. S t a n i s ł a w s k a - G ł u b i a k E., K o r z e n i o w s k a J.: Zasady nawożenia mikroelementami roślin uprawnych. Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy 2007, **8**: 99-110.

- 
25. S t a r c k Z.: Rola składników mineralnych w roślinie. W: Fizjologia roślin, J. Kopcewicz i S. Lewak (red.), 2007, ss. 228-245.
  26. S t r z e l e c A.: Czynniki wpływające na efektywność szczepienia nasion roślin motylkowatych bakteriami wiążącymi azot atmosferyczny. Biuletyn Informacyjny IUNG, Puławy 1996, **4**: 21-23.
  27. S z t u d e r H.: Ocena efektywności dolistnego dokarmiania wybranych gatunków roślin nawozami płynnymi zawierającymi mikroelementy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2009, **541**: 417-424.
  28. S y k u t S., R u s z k o w s k a M.: Wpływ poziomu nawożenia NPK na zawartość w glebach kationów wymiennych w wieloletnim doświadczeniu lizymetrycznym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1999, **467**: 317-322.
  29. W o j c i e s k a U., K o c o ń A.: Reaction of faba bean plants to soil and foliar N application and K nutrition. Acta Physiol. Plant., 1997, **19**: 23-28.
  30. Zalecenia nawozowe. Praca zbiorowa.: Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów. Wyd. II, IUNG Puławy, 1990, **P(44)**: 1-26.
- 

Adres do korespondencji:

*dr Anna Kocoń*  
*Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel. (81) 886 34 21 w. 253*  
*e-mail: akocon@iung.pulawy.pl*

