Wpływ dokarmiania azotem na plon jęczmienia jarego

Influence of Nitrogenous Fertilization on Cropping of Spring Barley

ROMUALD DOMAŃSKI

W latach dwudziestych badania Remyego wykazały, że pobieranie składników mineralnych przez jęczmień jary nie jest równomierne przez cały okres wegetacji. Roślina w początkowych okresach swego życia pobiera składniki mineralne w nieznacznych ilościach. Proces ten jednak bardzo szybko narasta osiągając maksimum przed kwitnieniem, po czym gwałtownie maleje, a nawet dochodzi do wydalanania niektórych składników, np. potasu czy magnezu.

Już stwierdzenie tego prostego i oczywistego faktu nasuwa myśl, czy słuszne jest stosowanie nawożenia mineralnego w postaci jednej dawki przedsiewnej, jak to się normalnie czyni z naszymi zbożami jarymi. Nieślusznosc stosowania jednokrotnego przedsiewnego nawożenia wychodzi tym jaskrawiej przy konfrontacji z badaniami Awdonina, Mosołowa i Aleksandrowskiej (1954), którzy jednoznacznie wykazali, że kielkujące zboża są bardzo czule na nadmierne stężenia roztworów i lepiej wschodzą w roztworze rozcieńczonym. Stwierdzono nawet, że duże dawki azotu początkowo hamują wzrost korzeni u wschodzących zbóż, co w dalszej konsekwencji powoduje obniżenie plonu. Zupełnie inaczej kształtują się te zagadnienia u rośliny będącej w pełni wegetacji — znosi ona wówczas bez uszczerbku 20-krotnie większe stężenia niż w czasie kielkowania. Ten fakt jest wskazówką, że powinniśmy stosować niskie dawki nawożeniowe przed siewem, a następnie w czasie wegetacji wprowadzić dokarmienie. Wyniki badań są na ogół zgodne. Wszystkie wykazują znaczne zwwyżki plonu w wypadku dokarmiania. Największe efekty otrzymuje się przy stosowaniu dokarmiania azotem. Odnosi się to również do jęczmienia jarego tej rośliny, u której ze względu na krótki okres wegetacji z reguły nie stosowano dokarmiania. Wielu badaczy (Selke, Nehring, Terlikowski i in.) wykazuje dodatnie zmiany w jakości plonu wynikające z dodatkowo wniesionej do gleby dawki azotu.

Przy stosowaniu dokarmiania azotem wpływa jednak zasadniczy problem: kiedy je stosować, w jakim terminie, w jakiej fazie rozwojowej rośliny.

W celu wyjaśnienia tych zagadnień założono doświadczenie wazonowe. Miało ono na celu ustalenie najkorzystniejszego terminu stosowania dokarmiania azotem jęczmienia jarego. Miało również wykazać jak zmienia się plon i jego jakość pod wpływem dokarmiania azotem w poszczególnych fazach rozwojowych.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

M e t o d y k a

Doświadczenia dwuletnie (1952, 53) przeprowadzono w wazonach na glebie typu bielcowego, w hali vegetacyjnej Gleboznawstwa WSR Poznań. Wazony obsiane były jednakową ilością ziarn wynoszącą 15 sztuk na wazon. Schemat doświadczeń był w obu latach jednakowy. W roku 1953 wprowadzono drobne zmiany jak: zwiększenie nawożenia podstawowego azotu, fosforu, potasu i dokarmianie azotem.

N a w o ż e n i e p o d s t a w o w e

1952 r.

N — 0,3 g/wazon — jako NH_4NO_3
 P_2O_5 — 0,25 g „ — „ KH_2PO_4
 K_2O — 0,35 g „ — „ $\text{KCl} + \text{KH}_2\text{PO}_4$

1953 r.

N — 0,4 g/wazon — jako NH_4NO_3
 P_2O_5 — 0,3 g „ — „ KH_2PO_4
 K_2O — 0,4 g „ — „ $\text{KCl} + \text{KH}_2\text{PO}_4$

Dokarmianie azotem w obu latach stosowano w postaci roztworu NH_4NO_3 :

1952 r. — 0,25 g N na wazon,
 1953 r. — 0,3 g N na wazon.

Doświadczenia miały na celu znalezienie takiego terminu dokarmiania azotem jęczmienia jarego, który by najkorzystniej wpływał na plon. Dodatkowe dawki azotu zastosowano w trzech fazach rozwojowych, a mianowicie:

- 1) fazę krzewienia,
- 2) „ strzelania w źdźbło,
- 3) „ kłoszenia.

Dokarmianie wprowadzono w początkach powyższych faz, a w celu stwierdzenia jego wpływu założona została kombinacja porównawcza

tylko na nawożeniu podstawowym. Układ doświadczenia był w obu latach następujący:

kombinacja	nawożenie podstawowe	treść kombinacji
1	N P K	
2	N P K	+ N w fazie krzewienia
3	N P K	+ N w fazie strzelania w źdźbło
4	N P K	+ N w fazie kłoszenia

Za początek poszczególnych faz rozwojowych przyjmowano ten dzień, w którym około 10% roślin miało już widoczne cechy tej fazy.

Zebrany plon analizowano pod względem ilości suchej masy słomy i ziarna. Suchą masę słomy uzyskiwano odejmując plon ziarna od plonu ogólnego.

Przeprowadzono też oznaczenia ciężaru 1000 ziarn, a z podzielenia masy ziarn przez przeciętny ciężar ziarna wyliczono średnią ilość ziarn w kombinacjach.

Przy pomocy przesiewania plonu ziarn przez specjalne sita o odpowiednich średnicach otworów oznaczono procentową zawartość nasion pełnych (o średnicy ponad 2,5 mm) oraz pośludż (o średnicy 2,0—2,5 mm) w ogólnym plonie ziarna poszczególnych kombinacji.

Oznaczono również azot ogólny w ziarnie metodą Kiejdahla, a przez zastosowanie mnożnika dla białka wynoszącego 6,25 — otrzymano procentową zawartość białka ogólnego w ziarnie.

Plon ogólny białka uzyskano z przemnożenia procentowej zawartości białka w ziarnie przez plon ziarna danej kombinacji.

WYNIKI DOŚWIADCZEŃ I ICH OMÓWIENIE

Otrzymane rezultaty analiz laboratoryjnych i chemicznych zestawiono w tabeli 1.

Rubryka pierwsza zestawiająca wielkości ogólnego plonu poszczególnych kombinacji wykazuje dużą jego zależność od okresu, w którym stosowano dokarmianie. Najwyższą masę ogólną otrzymano w wypadku dokarmiania azotem w fazie krzewienia. Daje się zauważyć, że im później po fazie krzewienia stosowano dodatkowe wprowadzenie do gleby azotu, tym efekt był mniejszy. Ta duża zmienność plonu ogólnego zależy, jak widać z rubryki 2, 3, 4, przede wszystkim od kształtowania się plonu słomy (rubryka 2). Jest on największy w kombinacji drugiej. Dokarmianie azo-

TABELA 1

Wpływ dokarmiania azotem na poszczególne elementy plonu jęczmienia

Kombinacja	Trzcina kombinacji	Plon ogólny w g	Plon słomy w g	Plon ziarna w g	Stosunek ziarna do słomy	Ciężar 1000 ziarn	Ilość ziarna na wazon	Ziarno		Białka w g	Plon białka w g
		1	2	3				podanych	poślęduich		
1	Kontrolna	42,8	26,2	16,6	1 : 1,58	40,4	415	61,5	38,5	10,5	1,73
2	+ N w fazie krzewienia	58,9	38,6	20,1	1 : 1,92	43,4	464	72,3	27,7	12,6	2,51
3	+ N w fazie strz. w żół.	52,8	32,1	20,7	1 : 1,55	41,9	507	62,5	37,5	14,4	2,93
4	+ N w fazie kłoszenia	43,8	25,9	17,9	1 : 1,45	43,1	416	70,7	29,3	15,7	2,75

tem w dalszych fazach rozwojowych wpłynęło już znacznie słabiej na plon słomy. Wyniki te są zrozumiałe, gdyż wzrost części wegetatywnych przypada na okres od wschodów do kłoszenia ze szczególnym nasileniem w fazie krzewienia i strzelania w źdźbło. Dobre więc zaopatrzenie azotowe roślin w fazach intensywnego wzrostu wpłynęło dodatnio na masę części wegetatywnych. Natomiast dokarmianie azotem w fazie kłoszenia nie podniosło plonu słomy, ponieważ w tej fazie wzrost jej był zakończony. Z rozpatrywania rubryki trzeciej wynika, że przez zastosowanie dokarmiania azotem w początkach fazy krzewienia lub strzelania w źdźbło uzyskano największy plon ziarna. Przewyższa on plon kombinacji kontrolnej o ponad 20%. Zjawisko to wiąże się z optymalnym zaopatrzeniem azotowym w okresach wzrostu i kształtowania się organów generatywnych, tak w pędach głównych jak i bocznych. Podczas krzewienia bowiem następuje intensywny wzrost stożka wzrostu, na którym wykształcają się zaczątki kłosek. W tej samej fazie następuje również zakładanie wzgórków kwiatowych oraz początek różnicowania się wzgórków kłosowych i bocznych pędów. Natomiast w fazie strzelania w źdźbło zachodzą dalsze zasadnicze procesy tworzenia się organów generatywnych, a mianowicie: dalszy ciąg różnicowania się wzgórków kłoskowych i bocznych pędów, a następnie zachodzi podział redukcyjny oraz wytworzenie się i rozdział ziaren pyłkowych z wydzieleniem komórki generatywnej, jak również dalszy rozwój woreczka zalążkowego. Właściwe więc stosowanie azotu w tych dwóch fazach rozwojowych wpływa bardzo korzystnie na powyższe przemiany. Dzięki dokarmianiu azotem w fazie krzewienia, stwierdzono lepsze wykształcenie organów generatywnych. Związuje się więcej kłosek oraz, jak z badań Cerlinga wynika, bardzo wydatnie zmniejsza się ilość pyłków sterylnych. Efekty oddziaływania różnego zaopatrzenia azotem na te skomplikowane procesy wychodzą na jaw w plonie ziarna oraz w przeciętnej ilości ziaren na wazon (rubryka 6). W tym ostatnim przypadku widać jak silnie podziało dokarmianie azotem — szczególnie w fazie strzelania w źdźbło — zwiększając ilość ziarn z 415 (kombinacja kontrolna) na 507 (kombinacja trzecia). Ilość ziaren więc wzrosła o ponad 20%. Dokarmianie podczas krzewienia podziało słabiej, a zastosowane w okresie kłoszenia nie wpłynęło już na ilość ziarna. Wytworzone jednak ziarna były większe i lepiej wykształcone. Wynika to z rozpatrywania tak ciężaru 1000 ziaren jak i ich wielkości oraz składu chemicznego (6—11). Dokarmianie w wyżej omawianej fazie nie mogło zwiększyć ilości ziaren, ponieważ procesy ich zawiązywania już były zakończone. Dziwne może się wydać, że w kombinacji trzeciej jest więcej ziaren niż w drugiej (patrz rubryka 6), należy jednak wziąć pod uwagę fakt, że dostatek azotu w tej fazie wpłynął korzystnie na formowanie się pyłków i woreczka zalążkowego, co w efekcie dało

większą ilość zawiązanych ziaren. Następna rubryka (4) przedstawia kształtowanie się stosunku ziarna do słomy przy zmniejszającym się zaopatrzeniu w azot. Z punktu widzenia obaw przed wyleganiem, pożądany jest ciasny stosunek, to znaczy dużo ziarna a mało słomy. Z zestawienia wynika, że najkorzystniej przedstawia się to zagadnienie w kombinacji 4, przy dokarmianiu azotem w fazie kłoszenia. O ile jednak wziąć pod uwagę, że plon ziarna tej kombinacji nie jest wysoki, to można się zgodzić z tym, że kombinacja trzecia w tym wypadku daje najlepsze rezultaty. Przy wysokim bowiem plonie utrzymuje się tu względnie ciasny stosunek ziarna do słomy wynoszący 1:1,55, niewiele odbiegający od tegoż z kombinacji porównawczej. W kombinacji drugiej silny wzrost organów wegetatywnych liści i źdźbeł spowodował poszerzenie stosunku ziarna do słomy, z czym wiąże się największe niebezpieczeństwo wylegania.

Z analizy dalszych wyników, przytoczonych w rubrykach 5, 6, 7, 8, można wysunąć wnioski co do wartości nasion poszczególnych kombinacji, jako materiału siewnego. Z rubryki 5 wynika, że ziarna kombinacji drugiej i czwartej mają największy ciężar 1000 ziarn. Są więc najlepiej wykształcone, najlepiej nadają się do siewu. Należy jednak przypuszczać, że z tych dwu kombinacji (druga i czwarta) lepsze ziarna daje kombinacja druga, a to dlatego, że kształtowały się one na osobniku macierzystym rosnącym w sprzyjających warunkach. Kombinacja natomiast czwarta została obficie zaopatrzona w azot dopiero w okresie kłoszenia. Jej organy generatywne kształtowały się przy słabym zaopatrzeniu w azot. Nasiona kombinacji czwartej posiadają jednak lepsze zaopatrzenie w substancje zapasowe typu białkowego (rubryka 9), których znaczny przyrost należy zawdzięczać dokarmianiu azotem. Wartość siewną ziarn ilustruje także sam procentowy skład nasion pełnych i poślednich. Okazuje się, zgodnie zresztą z logicznymi przesłankami z rubryki piątej, że najmniej ziarna pośledniego dają kombinacje: druga i czwarta. Duża ilość ziarna pośledniego w kombinacji trzeciej wynika ze specyfiki okresu, w którym zastosowano tu dokarmianie. Mianowicie azot z dokarmiania pobrany był w fazie strzelania w źdźbło, w czasie kiedy kształtowały się pyłki i woreczek zalążkowy. Sam proces zapylenia i zawiązywania się ziarna również zachodzi przy wysokim poziomie azotu. To wszystko dodatnio wpłynęło na ilość ziarn (rubryka 6), roślina miała jednak ograniczoną zdolność asymilacji na skutek poprzednich warunków (patrz rubryka 2 — masa słomy — a tym samym powierzchnia asymilacyjna). Zadecydowały one o ciężarze 1000 ziaren, o procencie ziaren poślednich oraz o ich wartości siewnej.

Do omówienia pozostają dwie ostatnie rubryki obrazujące wartość konsumpcyjną i przemysłową ziarna. Skład chemiczny ziarna wykazuje ściśle powiązanie z okresami, w których stosowano dokarmianie. Otrzymano tym większy procent białka w ziarnie, im później stosowano dokar-

mianie azotem. Ze względu na wartość konsumpcyjną wydaje się najcenniejsza kombinacja czwarta, która posiada aż 15,7% białka w ziarnie. Omawiane badania wykazują jednak ujemny wpływ dokarmiania na wartość przemysłową ziarna. Wiadomo bowiem, że im niższy procent białka w ziarnie jęczmienia, tym ma ono większą wartość dla przemysłu browarnego.

Ostatnia rubryka powstała z danych rubryki 3 i 10. Charakteryzuje się ona szeroką rozpiętością wyników. Tak np. w kombinacji trzeciej plon ogólny białka przewyższa pod tym względem kombinację kontrolną o 70%, nieco niższy efekt otrzymano przy dokarmianiu w fazie kłoszenia, a najniższy przy kombinacji drugiej, gdzie azot był dodany w początkach fazy krzewienia.

Zastosowane dokarmianie azotem podniosło w każdym jednak przypadku plon białka ogólnego, co jest tym cenniejsze, że przypada ono w dużym stopniu na białko przyswajalne.

WNIOSKI

Reasumując osiągnięte wyniki można wysunąć z przeprowadzonych dwuletnich badań następujące wnioski:

Najbardziej korzystne wydaje się stosowanie dokarmiania azotem w fazie krzewienia, wzrasta przy tym znacznie

- a) plon ziarna,
- b) jakość siewna ziarna,
- c) plon białka.

W warunkach polowych azot wprowadzony w tej fazie do gleby ulega wolniejszemu przemieszczeniu w głąb gleby niż w doświadczeniu wazonowym, a tym samym nie wpływa tak silnie na wzrost masy wegetatywnej, w konsekwencji czego zmniejszają się obawy przed wyleganiem.

Dokarmianie azotem powinno się raczej stosować przy uprawach jęczmion prowadzonych dla celów spożywczych.

Badania przeprowadzono przy Katedrze Fizjologii Roślin WSR w Poznaniu, pod kierunkiem prof. Wojciechowskiego, któremu na tym miejscu składam podziękowanie za cenne uwagi i wskazówki.

SUMMARY

Pot experiment were carried out with the aim of defining the most effective time for nitrogenous fertilization of spring barley. The conclusions from the experiments lasting two years are as follows:

1. It seems that the most advantageous time for supplying nitrogen is the stage of spreading, as then

- a) the grain crop is higher,
- b) the seed quality of grain is better, and
- c) the protein crop increases.

2. Under field conditions nitrogenous fertilizers do not penetrate into the soil as rapidly as in pot experiments and therefore, fertilization at that stage has less effect on the increase of the vegetative mass which reduces the risk of lodging.

3. Nitrogenous fertilization ought to be applied mainly to barley grown for food and not for seed.

LITERATURA

1. Barbacki S., 1947, Dalsze badania nad dziedziczeniem i zmiennością zawartości azotu w ziarnie jęczmienia, R. N. R. L. 49.
2. Bachtiejew F. H., 1955, Jęczmień, Sielhozgiz.
3. Cerling W. W., 1952, Wlijanie usłowij azotnowo pitania na formirowanie urożaja jarowich chlebow, Tr. Pocz. In.-ta, 35.
4. Mosołow I. W. i Aleksandrowska W., 1954, Wlijanie azota i fosfora na gydroliz krochmala w prorastajuszczych siemienach pszenicy, D. A. N. SSSR-95 (6).
5. Nehring K., 1940, Der Einfluss später Stickstoffdüngung auf die Eiweissbildung bei Hafer und sommerweizen, Bodenk. u. Pflanzener, 18.
6. Schropp W. u Arenz B., 1941, Feldversuche über die Eiweissandreichung des Getraides durch zusätzliche späte stickstoffzufuhr, Bodenk. u. Pflanzener 24.
7. Terlikowski F., 1947, Późne dawki azotu jako czynnik wzmagający produkcję białka w roślinie, R. N. R. L. 49.