

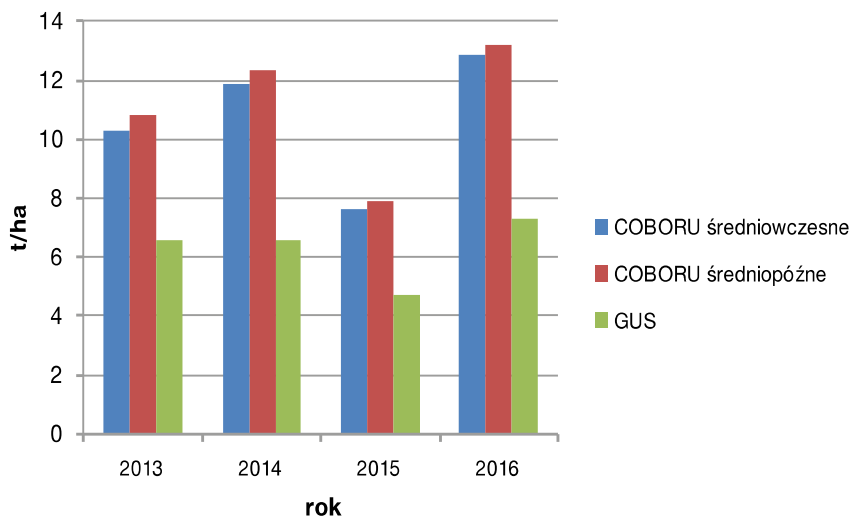
Wymagania kukurydzy

Sukces uprawy kukurydzy, bez względu na przeznaczenie biomasy, wymaga spełnienia określonych wymagań związanych z realizacją potencjału plonotwórczego. Czynniki decydujące o ostatecznym efekcie plonotwórczym należy rozpatrywać przynajmniej w dwóch wymiarach odniesionych do:

- właściwości agrochemicznych stanowiska,
- warunków meteorologicznych w krytycznych okresach kształtowania plonu.

Mówiąc o warunkach pogodowych, trzeba założyć dominującą rolę opadów, gdyż wyłączaając okres wschodów (ryzyko przymrozków), niemałe potrzeby cieplne odmian kukurydzy rekomendowanych do uprawy w naszej strefie klimatycznej są zwykle zaspokajane. W tym kontekście kluczowy jest wybór odmiany o określonej wczesności (liczba FAO), dostosowanej do regionu uprawy. Ze zrozumiałych względów wpływ rolnika na warunki wodne w glebie jest ograniczony, co jednak nie wyklucza możliwości takiej ingerencji w profil glebowy, która pozwoli na lepsze przystosowanie roślin do stresu abiotycznego, czyli związanego z pogodą. To z kolei wiąże się nie tylko z wyborem odpowiedniego stanowiska, lecz często także z koniecznością modyfikacji niektórych cech agrochemicznych gleby, takich jak odczyn i zasobność w składniki mineralne. W kolejnych akapitach zwrócę szczególną uwagę na te zagadnienia.

Spójrzmy na ryc. 1, pokazującą, jaki jest potencjał plonotwórczy kukurydzy w ostatnich latach (realne plony uzyskiwane w danym roku w doświadczeniach porejestrowych COBORU) w porównaniu ze średnią krajową (wg GUS). Z danych tych wynika, że wykorzystanie potencjału roślin kształtowało się na poziomie 57–59%. Przywołuję te dane tylko po to, aby uświadomić Czytelnikowi, że nie wszystko należy tłumaczyć złą pogodą. Przekaz jest następujący: skoro w danym sezonie vegetacyjnym



Ryc. 1. Plony ziarna kukurydzy (opracowano na podstawie danych COBORU i GUS).

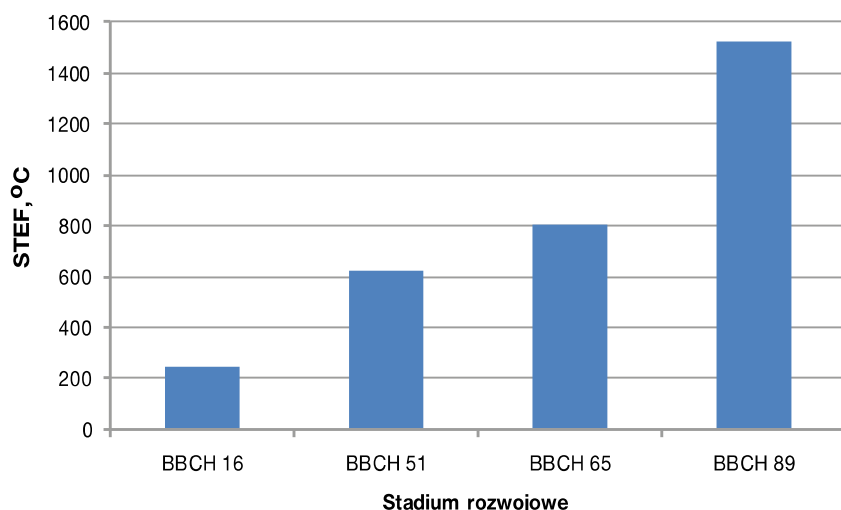
na polach COBORU można uzyskać satysfakcjonujące plony, to w moim gospodarstwie w tym samym roku też można. Przejdźmy teraz do szczegółów, rozpoczynając od warunków meteorologicznych.

Temperatura i woda – czynniki definiujące plon

Kukurydza ma bardzo duże wymagania cieplne wynikające z pochodzenia tego gatunku. Jest trawą wyposażoną w wydajny mechanizm metabolizmu węgla typu C_4 . Rośliny o takim typie fotosyntezy pochłaniają znacznie większe ilości ciepła. Szybkość następowania kolejnych stadiów rozwojowych kukurydzy warunkują tzw. sumy temperatur efektywnych fizjologicznie (STEF). W rozważaniach tych jako wartość bazową (graniczną) przyjmuje się temperaturę ok. 8°C . Zakłada się, że na okresy wzrostu wegetatywnego (do kwitnienia) i generatywnego (rozwój ziarniaków) przypada po 50% potrzeb ciepłych (ryc. 2). Sumaryczne wartości STEF są różne dla poszczególnych odmian. Przypomnę, że im większa liczba FAO określająca klasę wczesności, tym większa wartość STEF, co przekłada się na długość wegetacji. Przykładowo dla odmian średniowczesnych, zależnie od

przeznaczenia biomasy, suma efektywnych temperatur waha się w przedziale $1310\text{--}1370^{\circ}\text{C}$, a dla odmian późnych najczęściej wynosi $1420\text{--}1480^{\circ}\text{C}$, choć może być większa. Uruchomienie i sprawne funkcjonowanie mechanizmu C_4 następuje zwykle po przekroczeniu temperatury 25°C i jest warunkowane dużymi potrzebami pokarmowymi, szczególnie w odniesieniu do pierwiastków odpowiedzialnych za aktywność fotosyntetyczną liści. Jest to kluczowa informacja, którą trzeba uwzględnić przy opracowywaniu strategii nawożenia kukurydzy.

Intensywny wzrost i budowa dużej biomasy nadziemnej powodują, że mimo względnie małego współczynnika transpiracji, kukurydza ma bardzo duże zapotrzebowanie na wodę. Dla odmian średniowczesnych uprawianych w Polsce potrzeby wodne kształtują się na poziomie $520\text{--}620\text{ mm}$. Zróżnicowanie wartości wynika zarówno z poziomu zakładanego plonu, jak i budowy profilu glebowego, związanej z przepuszczalnością warstw stanowiących tzw. podglebie. Oddzielną kwestią jest produktywność jednostkowa wody, która w Polsce nawet w latach z optymalnym dla kukurydzy rozkładem opadów nieznacznie przewyższa $1\text{ kg ziarna/m}^3\text{ wody}$. Jest to wartość zbyt



Ryc. 2. Sumy temperatur efektywnych fizjologicznie (STEF) w różnych stadiach rozwojowych kukurydzy (opracowano na podstawie Grzebisz 2012).

niska dla uzyskania plonów na poziomie potencjału plonotwórczego. W tym miejscu sygnalizują tylko, że wynika to m.in. z niedostatecznego zaopatrzenia roślin w składniki odpowiedzialne bezpośrednio za budowę APARATU pobierania wody, czyli systemu korzeniowego (P, Ca i Zn), pośrednio (Mg i S) oraz gospodarkę wodną (K i B). Pamiętajmy zatem o przygotowaniu roślin do efektywnego gospodarowania zasobami wodnymi poprzez utrzymanie lub poprawę odpowiedniego poziomu żyzności gleby, o czym będzie jeszcze mowa.

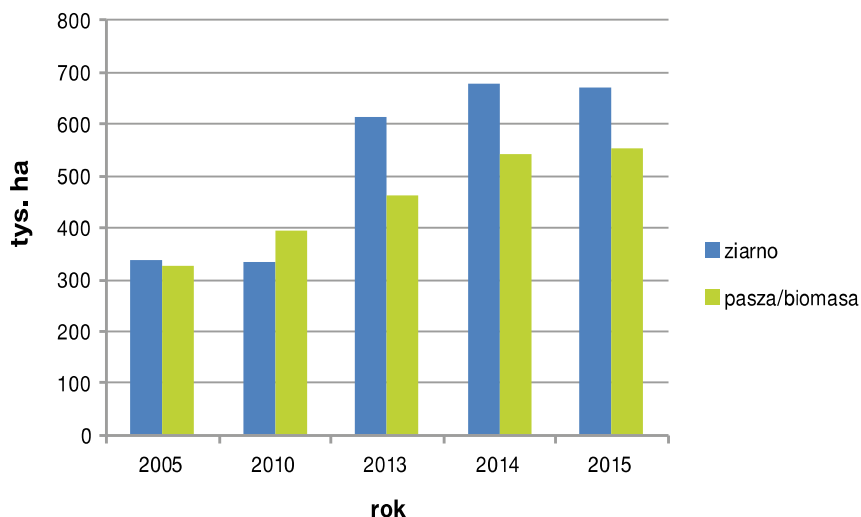
Ogólnie rzecz biorąc, zapotrzebowanie na wodę nie jest takie samo w okresie wegetacji. Śledząc dynamikę pobierania wody w pierwszych tygodniach wzrostu roślin, zauważymy, że potrzeby w tym zakresie nie są nadzwyczajnie duże. Nie oznacza to jednak, że wystąpienie suszy glebowej w maju nie ma wpływu na przyszły plon. Począwszy od stadium 5–6 liści (BBCH 15–16), potrzeby wodne kukurydzy wzrastają systematycznie do stadium wiechowania (BBCH 51). W tym okresie następuje jednocześnie intensywny przyrost biomasy nadziemnej, co wiąże się z dużą

akumulacją potasu oraz składników pobieranych z prądem transpiracyjnym, w tym zwłaszcza azotanów. Po osiągnięciu maksimum, krótko przed kwitnieniem, obserwowana jest stabilizacja w akumulacji wody przez łan na wysokim poziomie, wynoszącym ok. 10 mm/dzień. Okres ten trwa do stadium dojrzałości wodnistej ziarniaków (BBCH 71). W kolejnych tygodniach występuje zmniejszenie potrzeb wodnych, przy czym w wypadku odmian typu „stay green” (długo zielonych), ze względu na dużą aktywność fizjologiczną liści i korzeni w okresie nalewania ziarna, ujemna reakcja plantacji na niedobór wody jest wyraźnie większa. Niezależnie od gatunku gospodarka wodna i potrzeby żywieniowe rośliny uprawnej powinny być rozpatrywane łącznie z uwzględnieniem struktury plonu. Plon kukurydzy jest wypadkową liczby ziarniaków w kolbie (uziarnienia) i ich masy (MTZ). W literaturze okres od wiechowania (BBCH 51) do stadium BBCH 71 określany jest mianem okna krytycznego. Termin ten odnosi się do utrzymania ustalonej wcześniej pierwotnej struktury kolby. Nawet niewielki deficyt wody w tkankach roślinnych w stadium wiechowania i w czasie kwitnienia spowoduje utratę plonu wynikającą z mniejszej liczby ziarniaków w rzędzie, często obserwowanej w wierzchołkowej części kolby.



Fot. J. Potarzycki

Kolby kukurydzy z poletek niedostatecznie nawożonych fosforem (A) i nawożonych pełną dawką fosforu (B) – to samo doświadczenie.



Ryc. 3. Powierzchnia uprawy kukurydzy w zależności od kierunku użytkowania (opracowano na podstawie danych GUS).

Warunki glebowe – niełatwy wybór

Kukurydza jest rośliną o umiarkowanych wymaganiach glebowych, co nie oznacza jednak, że pod uprawę tego gatunku należy wybierać gorsze stanowiska. Idealnym rozwiązaniem byłaby uprawa na glebach kompleksów pszenno-burdaka bardzo dobrego i dobrego, lecz w praktyce sytuacja taka zdarza się rzadko. Wynika to z faktu, że najlepsze stanowiska w gospodarstwie przeznacza się pod rośliny bardziej wymagające – burak cukrowy i rzepak ozimy, a spośród zbóż jęczmień lub pszenicę. Decyzji o wyborze stanowiska nie ułatwia także wzrastający udział kukurydzy w strukturze zasiewów (ryc. 3). Dość powszechny jest zatem siew na glebach o mniejszej żyzności.

Dla kukurydzy należy wybierać gleby z dobrze wykształconym poziomem próchnicznym, lecz jednocześnie przewiewne, najlepiej z gliną w podglebiu. Im więcej związków próchnicznych i cząstek spławianych, tym szybciej nagrzewa się gleba w okresie siewu i wchodów. Ma to ogromne znaczenie dla rozpuszczalności związków fosforu i możliwości pobierania tego składnika przez siewki kukurydzy. Pamiętajmy, że w glebach lekkich (piaszczystych) podsiątek kapilarny związany z przemieszczaniem się wody kapilarnej do wyżej położonych warstw profilu glebowego jest mniejszy. Dlatego podkreślając rolę poziomu próchnicznego, zwracam uwagę na dużą pojemność wodną kwasów próchnicznych. Kukurydza nie znosi

jednak gleb ciężkich, nadmiernie zagęszczonych i podmokłych.

Jeśli jesteśmy skazani na uprawę kukurydzy w słabym stanowisku, musimy zwrócić szczególną uwagę na stan zasobności gleby nie tylko w podstawowe makroskładniki (PK), lecz także w składniki drugoplanowe (Mg i S) oraz mikroelementy, w tym obowiązkowo w cynk. To pozornie oczywiste stwierdzenie opiera się na licznych danych doświadczalnych, z których wynika, że akumulacji składników mineralnych nie należy sprowadzać wyłącznie do zaspokojenia potrzeb żywieniowych rośliny. Równie ważne jest budowanie odporności na stresy środowiskowe. Roślina dobrze odżywiona jest lepiej przygotowana morfologicznie (korzenie) i fizjologicznie (liście) do funkcjonowania w trudnych warunkach glebowych. W takich stanowiskach nie wolno lekceważyć nawożenia magnezem, lecz niestety jest to powszechne. Naturalne zasoby magnezu w glebach lekkich i zakwaszonych są zwykle niewystarczające, nawet dla uzyskania plonu na poziomie średniej krajowej. Antystresowe działanie magnezu ujawnia się w przemieszczaniu asymilatów produkowanych w procesie fotosyntezy między organami nadziemnymi, a także w kierunku korzeni. Jest

to jeden z mechanizmów pozwalający na zachowanie równowagi w rozdziale suchej masy w całej roślinie. Silny i głęboki system korzeniowy pozwala na pobieranie wody z podglebia, co w wypadku gleb przepuszczalnych i zdegradowanych jest przecież normą. Z kolei w dobrze uwodnionych tkankach efektywniej przebiegają procesy życiowe, które zależą także od obecności kationów magnezowych. W literaturze cykl niepożądanych zdarzeń zachodzących w roślinie, związanych z niedoborem magnezu, opisywany jest jako tzw. spirala degradacji procesów życiowych. Wspominając o roli magnezu, nie sposób pominąć znaczenia tego składnika w neutralizacji toksycznego glinu, który uaktywnia się w glebach kwaśnych i działa destrukcyjnie na młode korzenie. Magnez aktywuje syntezę kwasów organicznych, które wydzielane przez system korzeniowy wiążą kationy Al^{3+} i $Al(OH)^{2+}$. Charakteryzując wymagania glebowe, celowo tak dużo miejsca poświęciłem roli magnezu – jako przykład pozytywnego działania nawożenia w niwelowaniu niekorzystnego wpływu stanowiska na wzrost kukurydzy.

W ten sposób dotykamy jednej z najważniejszych kwestii dotyczących jakości stanowiska, a mianowicie odczynu gleby. Jak zawsze w takiej sytuacji, konieczna jest diagnoza. Optymalny zakres odczynu dla kukurydzy mieści się w przedziale 5,5–6,5 (w 1M KCl). Podany zakres jest związany w pierwszej kolejności z dostępnością fosforu, pierwiastka o ogromnym znaczeniu dla kukurydzy. Zakładając zlokalizowany system stosowania fosforu (wraz z siewem), można pokusić się o stwierdzenie, że kukurydza wykazuje relatywnie dużą plastyczność w reakcji na zakwaszenie. Decydując się na siew roślin w glebie o pH poniżej 5,5 (do 5,0), podstawowym zabiegiem musi być wprowadzenie do gleby związków neutralizujących glin, takich jak siarczany magnezu i/lub wapnia. Wyrażnie podkreślam jednak, że są to tylko działania doraźne, a podstawowym zabiegiem

Tab. 1. Pobranie jednostkowe składników przez kukurydzę*, kg/t (opracowano na podstawie danych różnych autorów)

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca	S
22–26	9–10	18–20	4	5	3–4

* dotyczy ziarna wraz z odpowiednią ilością plonu pobocznego.



Reakcja roślin na złe zbilansowanie azotu i potasu w zdegradowanym stanowisku.

w glebach zakwaszonych zawsze musi być wysiew nawozu wapniowego, ściśle odkwaszającego – z wszystkimi pozytywnymi aspektami związanymi z regulacją odczynu. Po szczegółowe informacje na ten temat odsyłam Czytelników do oddzielnego artykułu (w tym samym numerze).

Potrzeby pokarmowe muszą być dobrze rozpoznane

Kukurydza w krótkim czasie tworzy ogromną biomasę, a to wiąże się z określoną akumulacją składników mineralnych. W tabeli 1 zamieszczono pobranie jednostkowe makroskładników (przypadające na produkcję jednej tony plonu ziarna wraz z odpowiednią biomasą wegetatywną).

Są to dane, które należy uwzględnić podczas ustalania potrzeb pokarmowych, pamiętając o wyznaczeniu zakładanego poziomu plonu. Ze zrozumiałych względów musi to być poziom realny, możliwy do zrealizowania. W przeciwnym razie nastąpi niekontrolowane rozpraszanie składników w środowisku,

o efekcie ekonomicznym nie wspominając. W dobrym stanowisku, spodziewając się zbiorów na poziomie potencjału plonotwórczego i większych (powyżej 10 t/ha), należy założyć mniejsze pobranie jednostkowe azotu, lecz większy udział potasu, magnezu i siarki w dawkach nawozowych. W tym miejscu zwracam uwagę na to, że potrzeby pokarmowe to nie to samo, co potrzeby nawozowe. Pierwsze pojęcie odnosi się do ilości składników, które muszą być pobrane (zakumulowane) przez rośliny, bez przesądzania o źródle pochodzenia. Potrzeby nawozowe określają natomiast ilości, jakie należy wprowadzić do gleby z nawozami po to, by uzyskać określony plon. Prawidłowe wyznaczenie dawki nawozu wymaga zatem znajomości zasobności gleby, co w wielu gospodarstwach ciągle stanowi problem, a jest to przecież podstawa budowania strategii nawożenia. Jak zaznaczyłem wcześniej, spośród roślin uprawnych kukurydza określana jest mianem gatunku o największej wrażliwości na niedobór fosforu, natomiast potas (kluczowy składnik kształtujący gospodarkę wodną roślin) w wielu regionach

kraju stanowi czynnik minimum produkcji roślinnej. Stąd tak ważne jest rozpoznanie zasobności gleby i odpowiednie zbilansowanie składników.

Jak wynika z danych publikowanych przez GUS (2015), w Polsce udział gleb o bardzo niskiej i niskiej zasobności w przyswajalny potas wynosi ok. 41% gruntów ornych. Dla gleb lekkich przeznaczonych pod zasiew kukurydzy zasobność w fosfor i potas powinna być przynajmniej średnia. Dla gleb średnich dopuszczalna (nie zalecana) jest niska zawartość obu składników, jednak pod warunkiem ustalenia dawek na podstawie bieżących potrzeb pokarmowych rośliny i uwzględniających regulację zasobności gleby. Jeśli okaże się, że konieczna jest duża korekta zasobności, warto rozważyć aplikację nawozów fosforowych i/lub potasowych w dwóch terminach, przy czym pierwszy z nich powinien przypadać jeszcze w okresie jesieni. Szczegółowe dane w tym zakresie i sposób postępowania diagnostycznego zamieszczam w artykule „Nawożenie podstawowe” (w tym samym numerze). ■