

Cena 14,95 zł
(w tym 5% VAT)

Kukurydza

magazyn rolniczy

Agro Profil

publikacja specjalna



Agro Wydawnictwo Sp. z o.o.
ISBN 978-83-946130-7-5



9 788394 613075

Najnowsza genetyka polskich odmian kukurydzy sprawdzona w laboratorium PFHBiPM!



Odmiany
sprawdzone
w laboratorium
Federacji!



To już kolejny rok z rzędu, kiedy najnowsza genetyka odmian kukurydzy Hodowli Roślin Smolice trafiła do wnikliwej analizy nowoczesnego laboratorium Polskiej Federacji Hodowców Bydła i Producentów Mleka. Celem było zbadanie potencjału polskich odmian kukurydzy rekomendowanych przede wszystkim do uprawy na kiszonkę, jak i odmian ogólnoużytkowych.

Wyniki analiz świadczą o wysokiej przydatności pokarmowej badanych odmian. Wartość żywieniowa kukurydzy zmienia się wraz z dojrzewaniem, dlatego też przy doborze odmian do badania uwzględniono kryterium wysokiego plonu suchej masy oraz kolb. Im wyższy udział ziarna i skrobi w kisonce, tym lepsza jakość. Razem daje to wysoki plon wartościowej kisonki.

Poszczególne parametry w poniższej tabeli odnoszą się do kukurydzy przeznaczonej na kiszonkę dla krów mlecznych oraz bydła opasowego. Zapraszamy do zapoznania się z wynikami analiz kisonki. Mamy nadzieję, że pomoże ona w niełatwym doborze odmian.

Ostatnie odmiany kukurydzy HR SMOLICE są uzyskiwane nowoczesną metodą podwojonych haploidów. Dodatkowo czas potrzebny na wyhodowanie nowej odmiany jest skracany o połowę dzięki szkółkom w Meksyku i Chile, czyli w tym samym miejscu, gdzie największe firmy hodowlane prowadzą również swoje szkółki. Wszystko to daje wymierne efekty w postaci dużej liczby nowych, dobrze plonujących odmian (w 2015 oraz 2016 roku Hodowla Roślin SMOLICE zarejestrowała najwięcej nowych odmian spośród wszystkich firm ubiegających się o rejestrację odmian kukurydzy w Polsce). W ostatnich latach spora liczba smoliczych odmian plasowała się w czołówce plonowania w poszczególnych parametrach w doświadczeniach rejestrowych oraz PDO. Słowem, to zupełnie nowe pod wieloma względami kreacje genetyczne niż te rejestrowane przed laty.



odmiana	FAO	strawność	skrobia	NDF	ADF	pH	włókno surowe	białko ogólne	popiół surowy	JPM	JPŻ	rok rej.	plonowanie COBORU
SM Jubilat	220-230	73%	384	283	182	3,9	151	82	36	0,37	0,34	2016	
Juhas	230-240	73%	357	319	198	3,9	174	75	35	0,33	0,31	2015	100% wzorca w plonie suchej masy w PDO 2015
SM Hetman	240	72%	407	266	191	4	163	67	25	0,31	0,28	2016	
SM Hubal	240	72%	375	305	189	3,9	184	71	29	0,34	0,32	2016	najwyższy plon ogólny suchej masy w doświadczeniach rejestrowych w 2014 r. (108,2% wzorca), a w 2014-2015 średnio 105% wzorca
SM Finezja	240	73%	353	323	206	4	181	69	30	0,33	0,31	2016	1. miejsce w plonie suchej masy w doświadczeniach rejestrowych (107% wzorca); 1. miejsce (105% wzorca) w plonie suchej masy ogółem w PDO 2016
Kanonier	240	72%	375	305	189	3,9	184	71	29	0,34	0,32	2015	NEL: 6,8 MJ/kg suchej masy (zawartość powyżej 6,5 oznacza paszę bardzo dobrej do doskonałej jakości)
Koneser	260	73%	371	386	229	3,8	188	95	41			2015	wysoka zawartość suchej masy w plonie ogółem!
Bogoria	250	73%	346	289	184	3,9	154	76	35	0,3	0,28	2015	100% wzorca w plonie suchej masy w PDO 2015
SM Ameca	260	73%	399	267	179	3,9	138	72	28	0,32	0,3	2016	2. miejsce w plonie suchej masy (średnio 105% wzorca) w latach 2014-2015; typowa odmiana kisonkowa gwarantująca uzyskanie dużo i dobrej jakości paszy
Kosmal	260	73%	349	291	184	4,1	147	71	32	0,34	0,31	2013	1. miejsce w plonie suchej masy ogółem w PDO 2013

Kukurydza (*Zea mays* L.) to obok rzepaku i pszenicy jedna z najważniejszych roślin rolniczych uprawianych w Polsce. Od 2012 r. areał jej zasiewów przekracza nieco ponad milion ha (ok. 1,2 mln ha), a prognozuje się, że w nadchodzących latach może wzrosnąć nawet do półtora miliona ha pod warunkiem, że ceny uzyskiwane za surowiec będą zadowalające. Powierzchnia zasiewów plasuje zatem kukurydzę w czołówce roślin uprawianych w Polsce, dlatego też jest to zboże o znaczeniu strategicznym.

Aby osiągnąć zadowalające efekty produkcyjne, konieczne jest przede wszystkim poznanie tej rośliny i jej wymagań, zwłaszcza co do stanowiska, warunków termicznych, pokarmowych i wodnych. Na najważniejszy parametr wpływający na powodzenie produkcji, tj. klimat i kształtowaną przez niego pogodę, człowiek, jak do tej pory, nie ma większego wpływu, a jak pokazują ostatnie lata, niektóre czynniki meteorologiczne mogą zniweczyć cały trud włożony w uprawę. Za pomocą więc innych działań podejmowanych przez plantatora należy w jak największym stopniu oddziaływać na rośliny, zwiększając ich zdolności produkcyjne. Już sam dobór odpowiedniej odmiany do siewu niemal w 30% decyduje o sukcesie uprawy, podobnie jak szeroko rozumiana agrotechnika, która aż w 40% wpływa na powodzenie produkcji.

Przy uprawie kukurydzy dąży się do tego, aby uzyskać wysoki plon o dobrych parametrach jakościowych, w tym wolny od obecności w nim groźnych dla człowieka i zwierząt mikotoksyn. Po zebraniu roślin z pola wiele także zależy od poprawności zagospodarowania plonu tak, aby w trakcie jego przechowywania nie następowały straty ilościowe i jakościowe.

Mając na uwadze duże i stale rosnące znaczenie gospodarcze kukurydzy, w tym podejmowania się jej uprawy przez nowych plantatorów, bardzo ważne jest stałe podnoszenie wiedzy o tej niesamowitej roślinie, tak aby wydobyć z niej pełen potencjał produkcyjny. Jest to o tyle ważne, że zagrożeń w produkcji nie brakuje, a wręcz przeciwnie – pojawia się ich coraz więcej, choćby wskutek oddziaływania obserwowanych zmian klimatycznych. Wychoząc naprzeciw oczekiwaniu praktyków, Agro Wydawnictwo we współpracy ze specjalistami reprezentującymi różne krajowe ośrodki badawcze przygotowało monografię pt. „Kukurydza”, w której poruszono najważniejsze zagadnienia związane z uprawą tej rośliny. Mamy nadzieję, że ta nowa pozycja wydawnicza na krajowym rynku pozwoli Państwu nie tylko zgłębić poszczególne zagadnienia, lecz zwłaszcza przenieść je do życia codziennego, tak aby wdrożone w gospodarstwach przyniosły wymierne efekty produkcyjne. Tego wszystkim naszym Czytelnikom serdecznie życzymy.

Wydawnictwo i Autorzy

magazyn rolniczy
Agro Profil

Autorzy

prof. dr hab. Tadeusz Michalski^{1, 2}
dr hab. Paweł K. Bereś, prof. nadzw.^{2, 4}
dr Łukasz Sobiech¹
dr hab. Witold Szczepaniak¹
dr hab. Jarosław Potarzycki¹
dr inż. Jacek Skudlarski⁵
dr inż. Zuzanna Sawinska¹
dr inż. Tomasz Piechota¹
mgr inż. Jagoda Strzelińska¹
mgr inż. Stanisław Świtek¹
mgr inż. Łukasz Siekaniec⁴
mgr inż. Kamil Kolan⁶
mgr Michał Dziubek⁴
mgr Karolina Piecuch⁷
mgr inż. Krzysztof Grzeszczyk⁸
mgr inż. Aleksandra Wieremczuk⁸
mgr inż. Anna Andrzejewska⁸
mgr inż. Adam Wachowski⁸
mgr inż. Paweł Żurawski⁸
mgr inż. Patryk Szychowiak⁸
mgr inż. Monika Grzanka¹
mgr inż. Dariusz Śmigieński⁸
Mateusz Wasak⁸
Paweł Rychter⁸

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

²Polski Związek Producentów Kukurydzy w Poznaniu

³Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu

⁴Instytut Ochrony Roślin – PIB, Terenowa Stacja
Doświadczalna w Rzeszowie

⁵Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

⁶KWS Polska

⁷Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych
w Słupi Wielkiej

⁸Magazyn rolniczy Agro Profil

Recenzent

prof. dr hab. Marek Korbas³

Autorzy fotografii:

Paweł K. Bereś., Małgorzata Bzowska, Łukasz Sobiech,
Witold Szczepaniak, Jarosław Potarzycki, Jacek
Skudlarski, Mateusz Wasak, Anna Andrzejewska,
Krzysztof Grzeszczyk, Adam Wachowski, Tomasz
Piechota, Aleksandra Wieremczuk, Patryk Szychowiak
Okładka: fot. Paweł K. Bereś

Wydawca

Agro Wydawnictwo Sp. z o.o.
ul. Bajkowa 4, 62-002 Suchy Las k. Poznania
www.agroprofil.pl, redakcja@agroprofil.pl
NIP 972 125 90 23
nr konta bank.: 37 1090 1463 0000 0001 3173 5550

Biuro

os. Jagodowe 5/2, 62-002 Suchy Las
tel. +48 61 881 88 99

Skład i łamanie

Agro Wydawnictwo

Korekta

Piotr Fliński, Aleksandra Wieremczuk

Wydawca nie odpowiada za treść reklam i ogłoszeń. Redakcja zastrzega sobie prawo skracania i adiacji tekstów, zmian oraz poprawek w nadsyłanych artykułach. Materiały niezamawiane nie są zwracane. Przedruk lub kopiowanie bez pisemnej zgody Wydawcy jest zabronione. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Nakład 10 000 egz.

ISBN 978-83-946130-7-5

Bibliografia

1. Arriola K.G. 2006. Effect of stay-green ranking, maturity and moisture concentration of corn hybrids on silage quality and the health and productivity of lactating dairy cows.
2. Baćmaga M., Kucharski J., Wyszowska J. 2007. Wpływ środków ochrony roślin na aktywność mikrobiologiczną gleby. J. Elementol. 12(3): 225–239.
3. Bereś P.K. 2013. Studium nad doskonaleniem integrowanej ochrony kukurydzy przed zachodnią kukurydzianą stonką korzeniową (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) i omacnicą prosowianką (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Rozprawy Naukowe Instytutu Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 29, 183 ss.
4. Bereś P.K. 2016. Omacnica prosowianka bez tajemnic. Kompendium wiedzy. Wyd. Hortpress, Warszawa, 128, 127 ss.
5. Bereś P.K. 2017. Zwalczanie chorób i szkodników kukurydzy. Zgodnie z zasadami integrowanej ochrony. Przedsiębiorca Rolny 4: 70–75.
6. Bereś P.K., Mrówczyński M. (red.). 2013. Metodyka integrowanej ochrony kukurydzy dla producentów. Wyd. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 67 ss.
7. Bereś P.K., Mrówczyński M. (red.). 2017. Metodyka integrowanej ochrony i produkcji kukurydzy dla doradców. Wyd. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 261 ss.
8. Bereś P.K., Pruszyński G. 2008. Ochrona kukurydzy przed szkodnikami w integrowanej produkcji. Acta Sci. Pol., Agricultura 7 (4): 19–32.
9. Bereś P.K., Szulc P., Idziak R., Sobiech Ł., Siekaniec Ł., Kolan K., Wachowski A. 2017. Kukurydza. Identyfikacja agrofagów oraz niedoborów pokarmowych. Wyd. Agro Wydawnictwo, Suchy Las, 159 ss.
10. Domagała-Świątkiewicz I. 2011. Wpływ działalności rolniczej na środowisko naturalne. Kraków. 57–71.
11. Gałązka A., Gawryłok K., Perzyński A., Gałązka R., Książek J. 2017. Changes in enzymatic activities and microbial communities in soil under long-term maize monoculture and crop rotation. Pol. J. Environ. Stud. 26(1): 39–46.
12. GUS. 2017. Wyniki produkcji roślinnej w 2016 r. Warszawa. 23–31.
13. Jezierska-Tys S., Frąc M., Bednarz J. 2014. Reakcja mikroorganizmów glebowych na Reglone 200 SL. Acta Agroph. 21(2): 153–164.
14. Lisowicz F., Tekiel A. 2004. Szkodniki i choroby kukurydzy oraz ich zwalczanie. s. 52–64. W: Technologia Produkcji Kukurydzy (A. Dubas, red.). Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 133 ss.
15. Mrówczyński M. (red.). 2013. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Zastosowanie integrowanej ochrony. Tom 2. Wyd. PWRiL, Poznań, 286 ss.
16. Natywa M., Selwet M., Maciejewski T. 2014. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. Fragm. Agron. 31(2): 56–63.
17. Piechota T., Zbytek Z., Kowalski M. 2016. Effect of strip tillage and mechanical weeding on yield of silage maize planted after winter cover crop. J. Res. Appl. Agric. Eng. 61(4): 120–123.
18. Piecuch K., Wstępne W. 2017. Wstępne wyniki plonowania odmian doświadczalnych porejestrowych. Porejestrowe Doświadczalnictwo Odmianowe. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych. Słupia Wielka. ss. 3–10.
19. Starzyk J., Niewiadomska A., Wolna-Maruwka A., Swędzińska D. 2013. Zmiany liczebności *Azospirillum* i *Azotobacter* w glebie pod uprawą kukurydzy (*Zea mays* L.) z zastosowaniem różnych nawozów organicznych. Fragm. Agron. 30(4): 147–155.
20. Sulewska H., Ptaszyńska G. 2007. Podatność odmian kukurydzy na płońkę zbożówkę (*Oscinella frit* L.) i omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (4): 220–223.
21. Sulewska H., Szymańska G., Pecio A. 2009. Ocena efektów stosowania użyźniacza glebowego UG max w uprawie kukurydzy na ziarno i kiszonkę. J. Res. Appl. Agric. Engng. 54(4): 120–125.
22. Sulewska H., Szymańska G., Ratajczak K., Panasiewicz K., Jazic P. 2016. The effect of annual application of natural fertilizers, straw or intercrop on the yield of maize cultivated for silage in long-term monoculture. Acta Sci. Pol. Agricultura, 15(3): 55–67.
23. Szulc P. 2013. Porażenie chorobami roślin dwóch typów odmian mieszańcowych kukurydzy w zależności od formy nawozu azotowego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 53 (1): 146–149.



Nawożenie kukurydzy

- 4 | Wymagania kukurydzy
- 8 | Przygotowanie stanowiska pod kukurydzę
- 10 | Nawożenie podstawowe kukurydzy
- 17 | Nawożenie kukurydzy mikrogranulatami
- 19 | Nawożenie kukurydzy azotem
- 22 | Mikroelementy w nawożeniu kukurydzy
- 27 | Ile są warte resztki poźniwne kukurydzy?

Uprawa kukurydzy

- 29 | Innowacyjna uprawa kukurydzy
- 34 | Aktywność mikrobiologiczna gleby

Ochrona kukurydzy

- 36 | Zwalczanie chwastów w kukurydzy
- 45 | Monitoring występowania i sygnalizacja terminu zwalczania agrofagów kukurydzy
- 50 | Ochrona kukurydzy przed chorobami
- 55 | Ochrona kukurydzy przed szkodnikami
- 62 | Omacnica prosowianka – można skutecznie chronić przed nią plon
- 66 | Fungicydy – efekt nie tylko grzybobójczy
- 68 | Biopreparaty w zwalczaniu omacnicy prosowianki w kukurydzy

Odmiany kukurydzy

- 72 | Dobór odmian do siewu
- 82 | Kukurydza – roślina z przyszłością
- 85 | Plon ukryty w genach

Technika kukurydzy

- 87 | Oferta siewników do kukurydzy
- 92 | Siew kukurydzy w podwójnych rzędach
- 94 | Strip till na trójpunkcie
- 97 | Suszarnia na kołach
- 101 | Mechaniczne zwalczanie omacnicy prosowianki
- 104 | Nie tylko do kukurydzy
- 107 | Kukurydza na przystawce
- 110 | Sieczkarnie samobieżne

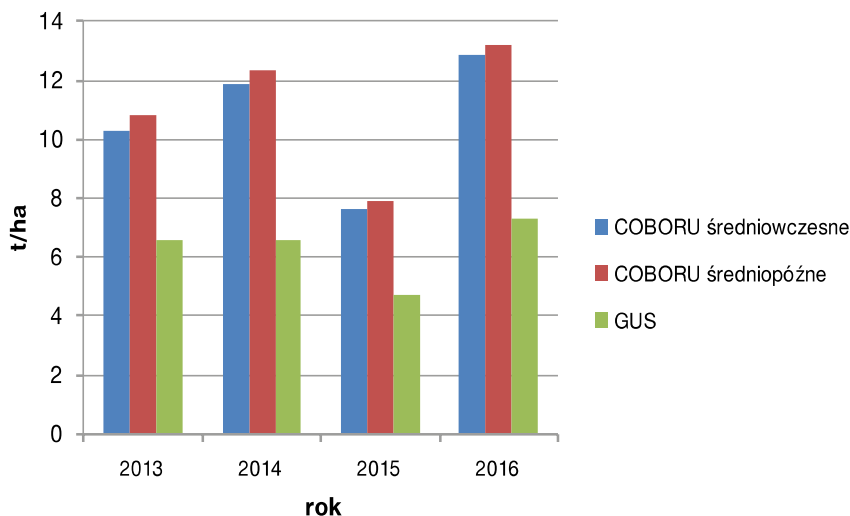
Wymagania kukurydzy

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 wyłączając 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 doświadczalniach 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).

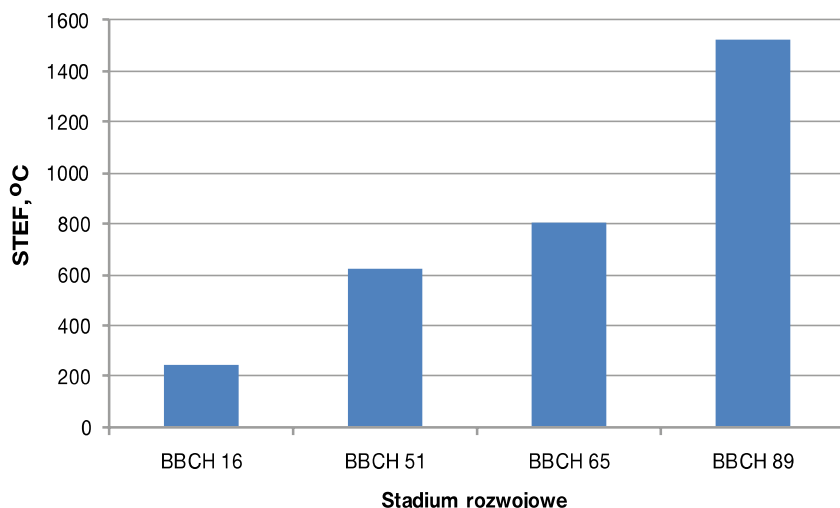
na polach COBORU można uzyskać satysfakcjonujące plony, to w moim gospodarstwie w tym samym roku też można. Przejdźmy teraz do szczegółów, rozpoczynając od warunków meteorologicznych.

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.

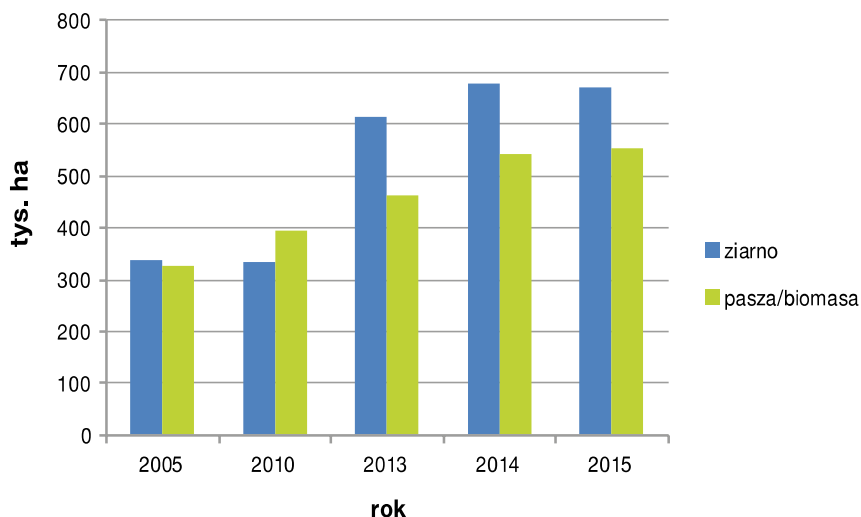
Ogólnie rzecz biorąc, zapotrzebowanie na wodę nie jest takie samo w okresie wegetacji. Śledząc dynamikę pobierania wody w pierwszych tygodniach wzrostu roślin, zauważymy, że potrzeby w tym zakresie nie są nadzwyczajnie duże. Nie oznacza to jednak, że wystąpienie suszy glebowej w maju nie ma wpływu na 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-burdach 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 obligatoryjnie 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. Wyraźnie 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). ■

Przygotowanie stanowiska pod kukurydzę

Polska charakteryzuje się średnimi warunkami glebowo-klimatycznymi. Częsty problem stanowi niekorzystny przebieg pogody, głównie zbyt niskie i nieregularne opady atmosferyczne prowadzące do ograniczenia plonowania roślin. Jedną z podstawowych wad polskich gleb jest niewystarczająca naturalna zasobność w główne składniki pokarmowe, takie jak azot, fosfor i potas. Innym ważnym czynnikiem ograniczającym produkcję roślinną jest zbyt niski odczyn gleb, w skrajnych wypadkach powodujący ujawnienie się toksycznego glinu, co w konsekwencji prowadzi do silnej dewastacji stanowiska produkcyjnego. W celu ograniczenia wspomnianych czynników należy prowadzić odpowiednią gospodarkę nawozową, obejmującą racjonalne nawożenie roślin uprawnych i regulację odczynu gleby poprzez stosowanie odpowiednich nawozów wapniowych.

8

Potencjał plonowania kukurydzy

Mimo dużego postępu genetycznego potencjał plonotwórczy kukurydzy jest niedostatecznie wykorzystany. Według GUS, średnie plony ziarna dla tego gatunku w Polsce kształtują się na poziomie około 7 t/ha, podczas gdy w doświadczeniach COBORU zbiera się 10–11 t ziarna z hektara.

Udział kukurydzy w strukturze zasiewów w ostatnich latach znacznie się zwiększył, stąd konieczność uprawy kukurydzy także na stanowiskach o mniejszej naturalnej żyzności gleby. Szczególnie w tych warunkach wykorzystanie potencjału plonotwórczego współczesnych odmian kukurydzy wymaga odpowiedniego zbilansowania składników mineralnych, którego celem jest zwiększenie efektywności azotu nawozowego i pobieranego z zasobów glebowych.



Fot. P. Szychowiak

Optymalny odczyn pod uprawę kukurydzy mieści się w przedziale pH 5,5–6,5.

Stanowisko pod kukurydzę

Kukurydza zaliczana jest do grupy roślin tolerujących lekko kwaśny odczyn oraz dobrze reagujących na nawożenie fosforem, ale słabo – potasem.

Kukurydza uprawiana jest zarówno dla wysokiego plonu kiszonki, jak również dużych plonów ziarna. Dobór stanowisk jest często przypadkowy – od klasycznego w zmianowaniu, po wymarzniete oziminy (jęczmień, rzepak, rzadziej pszenica), świeżo wydzierżawione pola, a także często tam, gdzie nie udają się inne uprawy.

Gleba przeznaczona pod uprawę kukurydzy powinna charakteryzować się uregulowanym odczynem w zakresie pH 5,5–6,5, tylko taki odczyn zapewnia optymalne warunki wzrostu i dobre zaopatrzenie rośliny w składniki mineralne, zwłaszcza w fosfor. Należy pamiętać, że nawet wysokie zaopatrzenie w składniki pokarmowe przy nieuregulowanym odczynie gleby nie pozwoli na efektywne pobieranie składników (głównie dotyczy

to fosforu). W glebie o kwaśnym odczynie bardzo słabo rozwijają się mikroorganizmy glebowe, które odpowiadają za mineralizację obornika, gnojowicy i słomy. Według badań, wzrost pH gleby z 5,2 do 6,5 zwiększa ilość przyswajalnego fosforu w glebie o 50%, a potasu o 10%. Odpowiedni odczyn gleby pozwala kukurydzy wykształcić głęboki system korzeniowy, dzięki któremu roślina bardziej efektywnie pobiera składniki pokarmowe, a w okresie czasowego niedostatku wody pozwala przetrwać suszę. Wapnowanie stanowiska pod uprawę kukurydzy ma dwa cele: pierwszy to zmniejszenie ilości toksycznego glinu, natomiast drugi to zwiększenie ilości przyswajalnego fosforu.

Najlepszy czas na wapnowanie

Najlepszym okresem pod wapnowanie jest okres od zbioru zbóż do zimy. Wynika to z faktu, że rozpuszczalność wap-

Zapamiętaj!

Wapnowanie stanowiska pod uprawę kukurydzy ma dwa cele:

- pierwszy to zmniejszenie ilości toksycznego glinu,
- drugi to zwiększenie ilości przyswajalnego fosforu.

na wzrasta wraz ze spadkiem temperatury. Ważne są także opady, dokładniej mówiąc ich ilość. Wysoki poziom uwilgotnienia gleby sprzyja rozprowadzaniu się wapna, w rezultacie odkwaszaniu gleby. Przy stosowaniu wapna należy pamiętać o tym, że zakwaszanie gleby ma charakter przestrzenny i tylko poprzez wielokrotne wymieszanie nawozu z glebą powstają warunki do uzyskania maksymalnego kontaktu cząstek wapna z glebą. Dlatego też wczesne zastosowanie wapna nawozowego pozwala na wykonanie kilku zabiegów mieszania, co jest istotne dla realizacji założonych celów tego zabiegu.

Najlepsze efekty uzyskuje się w momencie, gdy niewielka ilość nawozu zostanie zastosowana na ścierr i wymieszana z cienką warstwą gleby. W ten sposób powstaje mulcz mineralno-wapniowo-organiczny. Po upływie kilku tygodni mieszamy powtórnie tę warstwę, lecz głębiej. Dopiero podczas orki warstwę gleby wzbogaconą wapnem rozmieszczamy w taki sposób, aby znaczna część znalazła się w głębszej warstwie. W taki sposób stymulujemy proces wymywania w czasie zimy cząstek wapna w głębsze warstwy gleby.

Takie postępowanie sprzyja także odkwaszaniu głębszych warstw gleby.

Wapnowanie pod kukurydzę należy przeprowadzić bezpośrednio po zbiorze przedplonu, pod podorywkę lub jesienią pod orkę zimową, stosując nawozy tlenkowe lub tlenkowo-magnezowe na gleby średnie i ciężkie. Na gleby lekkie należy stosować 2/3 zalecanej dawki nawozów tlenkowych lub nawozów mieszanych tlenkowo-węglanowych. W każdym z wymienionych terminów nie wolno stosować nawozów wapniowych jednocześnie z obornikiem.

■ Nawożenie pogłównie

Dopuszczalne jest wapnowanie na wiosnę, najpóźniej na 2 tygodnie przed sianiem kukurydzy – w obniżonej dawce o 30–50%. Wyjątkowo na zakwaszonych stanowiskach można również zastosować wapno pogłowne (do fazy 5.–7. liścia), ale tylko w formie węglanowej.

Przy zabiegu wapnowania należy pamiętać, że nie wykonujemy go tylko na jeden sezon. Dlatego warto pomyśleć o roślinie następczej. Kukurydza jest przede wszystkim przedplonem zbóż jarych i kukurydzy w monokulturze. Jęczmień jary po kukurydzy wymaga wapnowania gleby już przy pH poniżej 6,0. Pełną dawkę zalecanego nawozu tlenkowego należy rozsiać na ścierr, a następnie wymieszać z glebą na 10–15 cm lub przyorać. Pszenica jara po kukurydzy wymaga wapnowania przy pH poniżej 5,5. Po zbiorze

Zapamiętaj!

1. Odczyn gleby trzeba kontrolować, nie wolno dopuszczać do pojawienia się toksycznego glinu.
2. Podstawą zasadą kontroli toksycznego glinu jest wapnowanie, najpóźniej przed uprawą rośliny wrażliwej.
3. Wapnowanie pogłowne jest możliwe pod warunkiem wczesnego wykonania zabiegu.
4. Siarczan wapnia lub/i siarczan magnezu stanowi alternatywę dla wapnowania, można je stosować w pełni wegetacji.

kukurydzy zabieg wapnowania należy wykonać w takiej dawce nawozu tlenkowego, aby wiosną osiągnąć odczyn co najmniej pH 6,0. Dla kukurydzy uprawianej w monokulturze wapnowanie jest wskazane przy odczynie poniżej 6,0, a koniecznie poniżej 5,5.

Racjonalne ustalenie dawki opiera się na pomiarze odczynu w laboratorium agrochemicznym. Uzyskany wynik należy odnieść do dwóch cech agrochemicznych gleby:

- kategorii agrochemicznej,
- wartości pH gleby.

■ Jednorazowe dawki wapna

Ze względów ekonomicznych i organizacyjnych najlepiej byłoby zastosować całą dawkę jednorazowo. Jednak musimy pamiętać, że takie postępowanie nie jest wskazane ze względów na intensywność oddziaływania dużych dawek na procesy geochemiczne i glebowe. Jednym z argumentów jest fakt, że w glebie dochodzi do przyspieszonej mineralizacji materii organicznej (zachodzi tzw. spalanie próchnicy). Stan ten może doprowadzić do nadmiernego uwolnienia azotanów, co na słabych stanowiskach w okresie zimowym prowadzi do ich wymycia z gleby. Dotyczy to również stanowisk, które posiadają zawartość próchnicy poniżej standardowej dla danej gleby. Kolejnym zagrożeniem jest już wcześniej wspomniane uwstecznianie się fosforu. Przemiany wapna nawozowego powodują problemy z pobieraniem magnezu i potasu. Wraz ze wzrostem pH spada także dostępność części mikroskładników. ■



Fot. P. Szychowiak

Najlepszym okresem pod wapnowanie jest okres od zbioru zbóż do zimy.

Nawożenie podstawowe kukurydzy

Do pełnego wykorzystania potencjału współczesnych odmian kukurydzy nie wystarczą już składniki podstawowe NPK. Uzyskanie odpowiedniego poziomu plonów, co ważne stabilnych w latach, wymaga uwzględnienia w strategii nawożenia także składników określanych mianem drugoplanowych (Ca, Mg i S). Żeby być precyzyjnym, do zbudowania struktury plonu gwarantującej zbiory w granicach 10–11 t/ha ziarna potrzebne są jeszcze mikroelementy, zwłaszcza cynk. Problematyka związana z azotem i mikroelementami jest poruszona w innym miejscu. W dalszych rozważaniach na temat nawożenia podstawowego skupimy się więc na pięciu ważnych składnikach, a mianowicie fosforze, potasie, magnezie, wapniu i siarce. Omówione zostaną zagadnienia związane z funkcjami fizjologicznymi każdego z pierwiastków, zapotrzebowaniem oraz źródłami, a także technikami ich stosowania. Zrozumienie znaczenia składników mineralnych w funkcjonowaniu rośliny na każdym etapie wzrostu

musi być punktem wyjścia do świadomego nawożenia. W przeciwnym razie nawet najlepsze zalecenia nawozowe mogą okazać się tylko zbiorem informacji, po przeczytaniu których Czytelnik stwierdzi, że są pisane pod konkretny nawóz, a nie o to przecież chodzi. Orientując się – przynajmniej w zarysie – dlaczego dany składnik jest ważny, łatwiej podejmujemy decyzję o wyborze określonego produktu. Nie po raz pierwszy, odniosę się także do konieczności rozpoznania gleby pod względem zasobności.

■ Najpierw fosfor i potas

Trudno wyobrazić sobie nawożenie bez fosforu i potasu, to prawda. Zdarza się jednak, że padają od rolników pytania o to, który z nich jest ważniejszy. W domyśle, z którego ewentualnie mogą zrezygnować. W porównaniu z innymi uprawami w wypadku kukurydzy odpowiedź jest dużo łatwiejsza. Po pierwsze – nie ma innego gatunku o takiej wrażliwości na niedobór fosforu jak kukurydza.

Po drugie – w warunkach gleb polskich nawozowym czynnikiem minimum jest potas. O lekceważeniu tych składników na plantacji kukurydzy nie może być więc mowy.

Rola fosforu w rozwoju rośliny jest związana z funkcjami budulcowymi (obecność w ścianie komórkowej i błonach cytoplazmatycznych) oraz metabolizmem. Warto przypomnieć, że fosfor jest składnikiem budowy kwasów DNA i RNA, czyli odpowiada za przekazywanie informacji genetycznej i syntezę białek. Jest głównym składnikiem związków, w których roślina magazynuje energię (ATP i NADPH). Integralną częścią ziarniaka jest fityna, czyli materiał zapasowy bogaty w fosfor. To właśnie z tych zasobów będzie korzystała roślina w czasie kielkowania. Rośliny odpowiednio zaopatrzone w fosfor rozwijają rozległy system korzeniowy, z większą liczbą włosników. W ten sposób roślina staje się lepiej przystosowana do pobierania wody i składników mineralnych z głębszych warstw profilu glebowego, co w wypadku kukurydzy, rośliny o dużych potrzebach wodnych w okresie lata, jest kluczowe. Dynamika pobierania fosforu w sezonie wegetacyjnym nie jest stała. Pierwszy okres dużej wrażliwości na niedobór fosforu przypada na początek wegetacji, gdy roślina buduje system korzeniowy. Druga faza krytyczna związana ze wzmożoną akumulacją fosforanów przypada na koniec wegetacji i wiąże się ze znaczeniem fosforu w rozwoju ziarniaków. Rozpoznanie niedoboru fosforu na roślinach nie jest trudne. Zawsze objawów należy szukać na starszych liściach w postaci fioletowych (antocyjanowych) przebarwień. Zdarza się, że przebarwienia mają także intensywnie czerwony kolor. W tym miejscu konieczne jest jednak zwrócenie uwagi, że rozpuszczalność związków fosforu i przemieszczanie w kierunku korzeni zależy od temperatury. W niskich temperaturach procesy te są ograniczone. Dlatego w okresie wschodów kukury-



Fot. J. Potarzycki

Fioletowe (antocyjanowe) przebarwienia – objaw niedoboru fosforu.