

Kukurydza

Czasopismo wydawane przez
Polski Związek Producentów Kukurydzy

1 (50) 2017

50.

numer czasopisma

(ostatni w wersji drukowanej)

CZYTELNIKÓW

tego oraz kolejnych numerów czasopisma
zapraszamy do lektury wersji elektronicznej
publikowanej nieodpłatnie na naszej stronie internetowej:

www.kukurydza.info.pl

Niektóre objawy zakłóceń rozwoju systemu korzeniowego kukurydzy widoczne na nadziemnej części rośliny

Nikogo nie trzeba przekonywać, że zdrowe i dobrze rozwinięte korzenie kukurydzy to podstawa do stabilnych i wysokich plonów, również w stresowych warunkach środowiska.

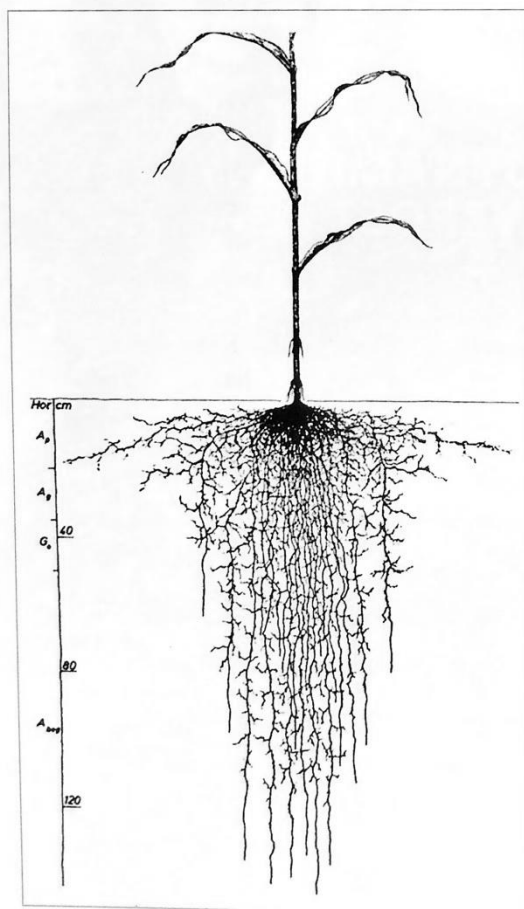
Kukurydza wytwarza **wiązkowy system korzeniowy**, który wyrasta głównie z pięciu węzłów (kolanek) poniżej powierzchni gleby. Korzenie wyrastające z kolanek nad powierzchnią gleby są nazywane **korzeniami podporowymi**, gdyż pomagają utrzymać roślinę w pionie. Wrastają one w glebę w pewnej odległości od pędu, dzięki czemu skuteczniej podpierają roślinę od korzeni wiązkowych. Korzenie podporowe mogą pobierać wodę i składniki pokarmowe, chyba że wierzchnia warstwa gleby jest zbyt sucha. Jeśli brakuje cukrów w roślinie to korzenie podporo-

we mogą rosnąć słabo lub wcale się nie rozwinąć. W przypadku silnych wiatrów kukurydza może wylegać, ale jeżeli nie ma żadnych problemów z silnym wiatrem w okresie wegetacji to brak korzeni podporowych nie ma większego znaczenia dla plonu.

System korzeniowy kukurydzy osiąga swoją maksymalną suchą masę w polskich warunkach w lipcu i można przyjąć, że stanowi on wagowo około 20% suchej masy części nadziemnej rośliny pod koniec kwitnienia. Sięga w głąb gleby nawet do 2 metrów, jednak większość jej korzeni znajduje się na głębokości do 60-70 cm. **Rośliny zużywają dużo energii** (cukrów z fotosyntezy) **do wzrostu i utrzymania systemu korzeniowego**. Objawy zakłóceń wzrostu systemu korzeniowego często możemy zaobserwować na części nadziemnej w różnych fazach rozwojowych kukurydzy, ale nie zawsze są one prawidłowo kojarzone z kondycją korzeni.

Wydajne zboże słabych gleb pod warunkiem dostatecznych opadów deszczu

Mówi się o kukurydzy, że działa jak „odkurzacz w glebie”, gdyż skuteczniej niż inne rośliny pobiera składniki pokarmowe i dlatego często jest uprawiana na słabych stanowiskach. Niestety na słabszych glebach (mają one mniejszą połowę pojemność wodną), znacznie wcześniej niż na żyzniejszych, występują objawy braku wody – np. widoczne jako rolowanie liści kukurydzy. Objawy skręcania się liści są interpretowane jako obrona kukurydzy przed suszą, ale są też wskaźnikami, że korzenie nie mogą pobrać dostatecznej ilości wody ani składników pokarmowych. Dość często widzimy różnice wyglądu roślin na sąsiednich plantacjach obsianych tą samą odmianą lub w różnych miejscach na tym samym polu. Dość często przyczyna tych różnic jest dość prozaiczna: różna głębokość systemu korzeniowego, jego rozmieszczenie w glebie i sprawność funkcjonowania. Nie należy oczywiście zapominać o zbilansowaniu nawożenia, gdyż wpływ na zwiększoną tolerancję jednych plantacji na suszę w porównaniu do innych ma również właściwe odżywienie roślin potasem.



Rys. 1. Schemat systemu korzeniowego kukurydzy (źródło: Wurzelatlas, Kutschera i inni)

Niektóre czynniki ograniczające rozwój korzeni kukurydzy

Zbyt niska temperatura gleby, jej nadmierne uwilgotnienie lub przesuszenie, obecność podeszwy płuźnej, płytko wymieszane nawozy z glebą, obecność szkodliwych jonów glinu i manganu, szkodliwe pozostałości herbicydów, niewłaściwe (czasem nadmierne) nawożenie rzędowe, rodzaj nawozów azotowych... Jak widzimy czynników ograniczających wzrost korzeni może być wiele i pomijam tu szkodniki i patogeny. Na niektóre z nich mamy bezpośredni wpływ, choćby poprzez agrotechnikę, czy dobór nawozów.

Temperatura gleby

Optymalna temperatura gleby do wzrostu korzeni kukurydzy to około 20-25°C. Poniżej 10°C ich wzrost jest prawie całkowicie zahamowany. Niskie temperatury gleby wiosną silnie hamują wzrost korzeni i pobieranie składników pokarmowych, co objawia się **jasnozielonymi** (generalnie zahamowanie pobierania składników, głównie azotu) **lub purpurowymi liśćmi** (niedostępność lub unieruchomienie fosforu hamuje transport cukrów z liści do korzeni; nadmiar cukrów w tkankach pobudza produkcję antocyjanów w efekcie czego liście zabarwiają się na purpurowo).

Gleby niezaorane z dużą ilością resztek poźniwnych na powierzchni wolniej się ogrzewają wiosną, niż gleby zaorane. Bardziej wilgotne gleby są zwykle zimniejsze od przesuszonych. Nawożenie startowe fosforowo-amonowe umożliwia kukurydzy pobieranie fosforu również w niższych temperaturach gleby, a co za tym idzie lepszy rozwój systemu korzeniowego, gdyż cukier produkowany w liściach jest na bieżąco transportowany do rosnących korzeni.

Silne ochłodzenie gleby może zahamować, mimo dostępności łatwo przyswajalnych jonów trójfosforanowych w pobliżu korzeni, rozwój korzeni na tyle, że rośliny purpurowieją. W takich warunkach może pomóc dokarmianie nalistne fosforem, aby nie dopuścić do okresu zahamowania wzrostu korzeni w okresie ochłodzenia gleby.

Gleba zbyt sucha wiosną

Jeśli wierzchnia warstwa gleby jest bardzo sucha to utrudniony jest rozwój młodych korzeni przybyszowych. W takich warunkach może wystąpić purpurowienie liści kukurydzy, które nie jest wskaźnikiem niedoboru lub blokady fosforu, ale oznaką zahamowania wzrostu korzeni, które nie zużywają cukrów, a te w nadmiarze odkładają się w liściach. Zwykle po opadach deszczu kolor liści zmienia się na zielony.

Gleba zbyt wilgotna

W takiej glebie **może brakować tlenu**, gdyż powietrze zostało wyparte z gleby przez wodę. Nadmiar wilgoci w glebie wiosną jest znacznie większym problemem dla rozwoju korzeni kukurydzy, niż niedostateczna wilgotność gleby (fot.2). Każdy zapewne widział jak wyglądają rośliny w miejscach zastoisk wodnych. Nadziemna część roślin pokazuje to co się wtedy dzieje pod powierzchnią ziemi. Brakuje tam tlenu potrzebnego korzeniom roślin i mikroorganizmom glebowym. Korzenie kukurydzy potrzebują tlenu do oddychania, podziału komórek i wchłaniania składników odżywczych. Podmokła gleba stwarza warunki dla rozwoju niekorzystnych mikroorganizmów (wiele patogenów roślin to beztlenowce lub takie które rozwijają się w warunkach ograniczonego dostępu tlenu)



Fot. 1. Typowe objawy purpurowienia liści – niskie temperatury unieruchomiły fosfor i cukier produkowany w liściach nie jest transportowany do korzeni, które nie rosną w takich warunkach

i powstają warunki do gnicia korzeni. Oczywiście skutkiem długotrwałych podtopień mogą być niższe plony.

Zbyt wilgotna gleba jest zwykle też zimna, gdyż wolniej się ogrzewa, co dodatkowo spowalnia wzrost korzeni.

Jeśli widzimy, że na polu występują placowo purpurowe rośliny w miejscach podtopień, to po obeschnięciu powierzchni gleby może pomóc napowietrzenie jej poprzez spulchnienie międzyrzędzi. Należy jednak zrobić to ostrożnie, aby jak najmniej uszkadzać korzenie kukurydzy. Po tym zabiegu jest duża szansa, że korzenie zaczęną rosnąć, a liście odzyskają zielony kolor. Jeśli na polach są miejsca, gdzie często po opadach deszczu zatrzymuje się na powierzchni gleby woda to może być skutkiem uszkodzeń melioracji lub podeszwy płuznej.

Podeszwa płuzna

Podeszwa płuzna oraz zagęszczenie warstwy podornej mają największy wpływ na mechaniczne ograniczenie rozwoju korzeni. Na takich glebach system korzeniowy kukurydzy jest płytki i zdeformowany. Rośliny takie wcześniej pokazują objawy braku wody w glebie

i plonują niżej. Pierwszymi objawami jest rolowanie się liści na plantacji, a jednocześnie na innych polach wokół rośliny mają liście rozłożone. Może to być oznaką płytszego systemu korzeniowego.

Podeszwa płuzna tworzy się w wyniku naciśnięcia na glebę kół ciągnika, maszyn rolniczych i środków transportu. Również wieloletnia uprawa roli na jednakową głębokość oraz wykonywanie orki w warunkach wysokiej wilgotności gleby powoduje zagęszczenie dna bruzdy przez koła ciągnika i lemiesz pług. Podeszwa płuzna stopniowo narasta również w wyniku wypłukiwania z wierzchniej warstwy gleby najdrobniejszych cząstek gleby (tzw. części sypialne) w tę zagęszczoną część gleby, gdzie zatrzymują się nasilając efekt zagęszczenia. W ten sposób tworzy się różnej grubości zagęszczona warstwa, która zakłóca rozwój kukurydzy również na dobrych glebach.

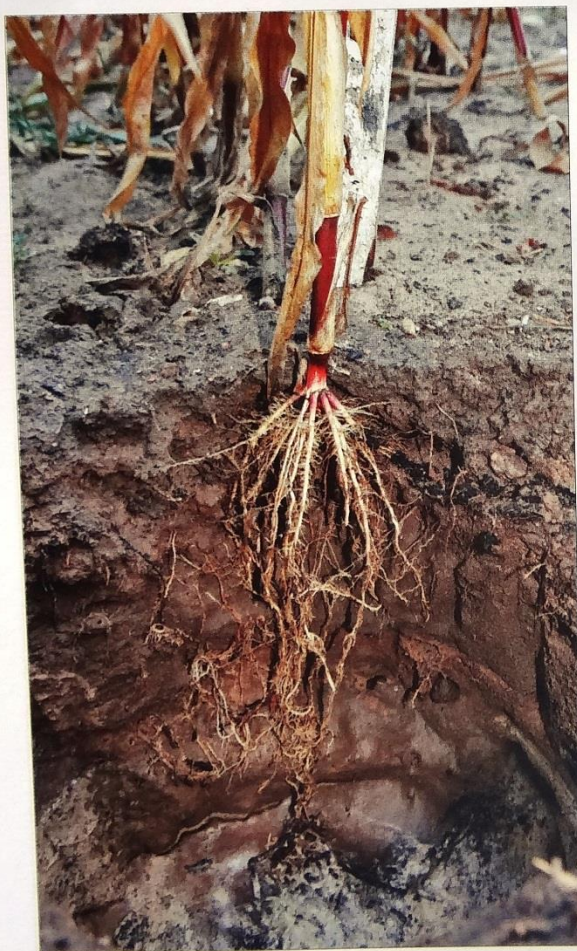
Na glebach o głębokiej warstwie ornej podeszwę płuzną można zlikwidować poprzez wykonanie orki pogłębionej. Najczęstszym sposobem likwidowania podeszwy płuznej jest głęboszowanie na głębokość ok. 10 cm poniżej podeszwy płuznej. Nie należy głęboszować gleby



Fot. 2. Rośliny z tego samego pola. W glebie nadmiernie wilgotnej brakuje tlenu i korzenie nie rosną, nadziemna część rośliny też jest wyraźnie mniejsza – dla porównania roślina z niepodtopionego miejsca na polu ze znacznie dłuższymi korzeniami



Fot. 3. W tym miejscu, gdzie widzimy mniejsze rośliny o purpurowych liściach było zastoisko wody po opadach deszczu. Woda wyparła powietrze z gleby i korzenie kukurydzy rosną tam bardzo słabo lub wcale



Fot. 4. Prawidłowo rozwinięty system korzeniowy kukurydzy (pod koniec wegetacji) na słabej glebie bez podeszwy płużnej. Widoczne cienkie korzenie na dużej głębokości gleby

„w ciemno”, gdyż prowadzi to do zniszczenia naturalnej, prawidłowej struktury oraz poniesienia niepotrzebnych nakładów. Zaleca się wykonać odkrywkę glebową i ocenić stan fizyczny gleby na głębokości 30-40 cm.

Głęboszowanie gleby, w której nie występuje podeszwa płużna prowadzi do zniszczenia naturalnej, prawidłowej struktury oraz poniesienia niepotrzebnych nakładów. Efektem tego jest spadek plonu roślin uprawnych w kolejnych latach.

Efekt zbliżony do pracy głębosza daje użycie pogłębiaczy w postaci płaskownika (4-6 cm) przyspawanego do pięty pługa. Umożliwia to zerwanie podeszwy płużnej bez wydobywania martwicy i naruszania struktury warstwy ornej. Wadą głęboszowania i pogłębiaczy jest krótkotrwały efekt przerywania podeszwy płużnej, gdyż wszystkie najdrobniejsze cząstki gleby pozostają w tym samym miejscu i dlatego wkrótce znów tworzy się tam zbita, nieprzepuszczalna warstwa.

Podeszwę płużną ograniczają również rośliny wysiewane w międzyplonie ścierniskowym („naturalny głębosz”). Korzenia się głęboko rośliny poplonowe wytwarzają naturalne kanałki odprowadzające wodę i napowietrzające warstwę orną. Ponadto wysiewane w międzyplonach rośliny wzbogacają życie mikrobiologiczne gleby, co pozwala uzyskiwać wyższe plony kukurydzy w następnych sezonach.

Głębokość wymieszania nawozów z glebą i przypadki przenawożenia

Generalnie zaleca się aby większość nawozów mineralnych i organicznych zastosować przed siewem kukurydzy jesienią lub wiosną. W tym miejscu zajmiemy się wiosennym dawkowaniem dużych ilości nawozów, które po rozsypaniu na polu nie zostaną głęboko wymieszane z glebą. Oczywiście ma to swoje uzasadnienie, że nie chcemy zbytnio spulchnić gleby (przesuszenie i przerwanie kapilar), tak aby po siewie występował podsiąk kapilarny wody w strefę ziarna, jednak wadą płytkiego wymieszania z glebą dużych ilości nawozów, czasem w połączeniu z pomiotem kurzym czy też gnojowicą jest silne zakwaszenie i zasolenie górnych warstw gleby. Jakie objawy będziemy obserwować na takich, często przenawożonych plantacjach, zależy głównie od wilgotności gleby: jeśli wody jest pod dostatkiem, to możemy nie zauważyć nic szczególnego (rośliny mogą mieć ciemnozielone i bujne liście, co zwykle nie wzbudza niepokoju, lecz wręcz przekonuje nas, że dobrze zrobiliśmy), ale gdy zaczyna jej brakować rośliny mogą placowo zamierać (fot. 5), gdyż silnie stężony roztwór glebowy wyciąga wodę z roślin. Dzieje się tak dlatego, że stężenie soku komórkowego w roślinie może być niższe, niż roztworu glebowego. Na takich plantacjach

rośliny zamierają i wypadają placowo – wcześniej tam, gdzie albo były rozrzucone/rozlane większe ilości nawozów organicznych lub gdzie gleba jest słabsza (mozaika glebowa) i zatrzymuje mniej wody.

Czasem na takich przenawożonych plantacjach w warunkach umiarkowanej wilgotności gleby możemy zauważyć purpurowe przebarwienia liści, czyli możemy się domyślać, że z jakiegoś powodu cukier gromadzi się w liściach. A skoro gromadzi się cukier to korzenie nie rosną tak jak należy. Przyczyną zahamowania wzrostu korzeni może być silne zasolenie i zakwaszenie wierzchniej warstwy gleby, które uruchamia w glebie toksyczny dla korzeni glin (aluminium) i mangan. W efekcie działania toksycznych jonów zostaje przyhamowany wzrost korzeni, które zużywają mniej cukrów, niż produkują liście.

Niski odczyn gleby – aktywne szkodliwe jony aluminium (glinu)

Długotrwały niski odczyn gleby na skutek zaniedbania regularnego wapnowania i używania zakwaszających glebę nawozów mineralnych lub chwilowe zakwaszenie gleby dużymi dawkami nawozów może uruchomić w glebie toksyczny glin, który uszkadza stożki wzrostu korzeni. Przystają one rosnać, a my widzimy purpurowe liście kukurydzy i często



Fot. 5. Na tym polu rośliny skielkowały w warunkach wysokiej wilgotności gleby po siewie, ale później wraz z osuszeniem się gleby placowo zamierały na skutek zbytniego zasolenia gleby i słabo rozwiniętych płytkich korzeni

myślimy, że to objawy braku fosforu. Kukurydza i żyto, to rośliny, które dość dobrze znoszą niski odczyn pH gleby, ale zawsze na kwaśnych glebach wykorzystanie makroskładników z nawozów jest mniejsze, niż w odczynie gleby zbliżonym do neutralnego lub zalecanego jako optymalny dla danego rodzaju gleby. Na takiej plantacji może dojść do zahamowania wzrostu korzeni u większości roślin i mogą się one zabarwiać na purpurowo i generalnie rosnąć słabo.

Pozostałości herbicydów po innych uprawach lub ich wmycie po zabiegu w samej kukurydzy

W przypadku przesiewów wymarznionych ozimin, które były odchwaszczane jesienią konieczne jest sprawdzenia, czy plantacja przed siewem kukurydzy powinna być zaorana, gdyż istnieje ryzyko, że pozostałości herbicydów mogą uszkadzać rośliny następcze. W przypadku, jeśli się nie zastosujemy do zaleceń producen-

ta herbicydu z etykiety może dojść do poważnych uszkodzeń rośliny następczej. Poniżej przykłady dwóch sąsiadujących ze sobą plantacji kukurydzy tej samej odmiany zasianej po wymarznionej pszenicy ozimej po wymarznieniach zimą 2011/2012, na której jesienią użyto do odchwaszczania herbicydu z pendimetaliną i izoproturonem. Producent herbicydu w przypadku przesiewów takich plantacji kukurydzą zaleca zaoranie pola na 15 cm i dokładne wymieszanie gleby. W tym gospodarstwie jedno pole zaorano przed siewem kukurydzy, a drugie tylko płytko stalerzowano. Na polu po „talerzówce” kukurydza miała zahamowany wzrost korzeni i silne purpurowe przebarwienia liści.

Na skutek nieprzewidzianej zmiany pogody i gwałtownych opadów deszczu w krótkim okresie po zabiegu herbicydowym substancja aktywna herbicydów może zostać wplukana bezpośrednio na korzenie kukurydzy. Na skutek tego najczęściej widoczne są deformacje korzeni podporo-



Fot. 6. Dwie plantacje kukurydzy tej samej odmiany po zlikwidowanej wymarznionej pszenicy ozimej (3 czerwiec 2012 r.): plantacja na dolnym zdjęciu została zasiana po zaoraniu wymarznionej pszenicy ozimej, a druga tylko po talerzówce i płytkiej uprawie przedsięwzięj; na obu plantacjach była taka sama dawka nawozu startowego fosforanowo-amonowego.



Fot. 7. Przykłady uszkodzeń herbicydowych korzeni kukurydzy

wych (staśmienienia, rosną do góry, nekrozy), a takie rośliny wylegają. Gdy wykopimy takie rośliny ostrożnie z gleby to system korzeniowy jest często w zupełnym zaniku lub odrywa się od pędu.

Brak lub niewłaściwe nawożenie rzędowe

Nawożenie rzędowe (startowe) nawozem fosforano-amonowym to powinien być standard w warunkach zimnej polskiej wiosny, jednak jeszcze wielu plantatorów wysiewa kukurydzę bez nawozu startowego.

Wszyscy, którzy uprawiają kukurydzę na pewno widzieli, jak wyglądają rzędkie kukurydzy, które na skutek błędu nie zostały zasilone nawozem startowym – rośliny są zwykle mniejsze i jaśniejsze lub purpurowe – związane jest to też ze słabszym systemem korzeniowym, który rozwija się wolniej, gdy przez niedobór fosforu zakłócony

jest w roślinie transport cukrów do korzeni, a ponadto w tych rzędkach bez nawozu nie ma również łatwo przyswajalnej formy amonowej azotu w pobliżu rośliny.

Od czasu do czasu spotykam jednak plantacje, gdzie w rzędkach obok ziarna podano w czasie siewu nawet 450 kg/ha wieloskładnikowego nawozu. Wg mnie takie działanie nie jest do końca rozsądne, gdyż stymuluje syndrom „leniwego korzenia”: kukurydza przerasta wiązkowym systemem korzeniowym przez ten płytko wysiany nawóz – ma większość składników „pod nosem” i nie ma powodu aby ich szukać w głębszych warstwach gleby... Dopóki w glebie jest dostatek wody to nie widzimy problemów i rośliny rozwijają się normalnie, ale pamiętajmy, że w przypadku braku wody górna warstwa gleby, gdzie jest nawóz startowy (10-15 cm głębokości) przesyca



Fot. 8. Mniejsze rośliny w rzędkach bez nawozu startowego fosforowo-amonowego na żyznej glebie.

i rośliny pokażą wcześniej objawy braku wody i na pewno, jeśli niedobór wody będzie się pogłębiać, to zauważymy tam spadek plonu.

Niektórzy z plantatorów zapominają o podstawowej sprawie: aby roślina pobrała z gleby składniki pokarmowe to, pomijając wiele innych czynników, muszą być one rozpuszczone w wodzie. W warunkach pogodowych Centralnej Europy górna 10 cm warstwa gleby jest średnio przesuszona przez 1 miesiąc w sezonie wegetacji i stamtąd rośliny nie mogą ani wody ani składników pokarmowych. Przy okazji tematu przesuszenia gleby należy dodać, że górna warstwa gleby (do 3 cm) jest przesuszona znacznie dłużej (nawet do 100 dni w roku) i o tym należy pamiętać, gdy zasilamy kukurydzę drugą dawką azotu, że może on być niedostępny dla korzeni kukurydzy, aż do czasu większych opadów deszczu.

Rodzaj nawozów azotowych(forma azotu) a wzrost korzeni kukurydzy

W poprzednim wydaniu „Kukurydzy” opisałem formy azotu i ich wpływ na rozwój korzeni, ale przypominam, że nadmiar formy azotanowej (saletrzaney) hamuje wzrost na głębokość drobnych korzeni. System korzeniowy jest płytszy a korzenie grube. Jednak wtedy nad ziemią widzimy ładnie rozwinięte rośliny o silnych i ciemnozielonych liściach. Można powiedzieć, że to oznaki zdrowej rośliny i w czym

tu się dopatrywać problemu? Trochę w tym momencie odbiegam od tematu artykułu, ale warto jest to zapamiętać: forma azotanowa w nadmiarze ogranicza poprzez fitohormony wielkość zawiązka kolby. Natomiast widocznym efektem nadmiaru formy azotanowej wiosną są często wybujale rośliny w fazie kilku liści. Niestety często takie wybujale wegetatywnie rośliny są koszone na kiszonkę lub ziarno z mniejszymi kolbami, niż na plantacjach, które były mniej wybujale wiosną.

Zahamowanie wzrostu korzeni późną wiosną

W czerwcu, gdy mamy już najczęściej za sobą okres chłódów wiosennych możemy spotkać w warunkach braku wody plantacje, które mają częściowo purpurowe liście. Jeśli wiemy, że w glebie nie brakuje fosforu to przyczyną purpurowienia liści w tej fazie należy szukać w zahamowaniu z powodu suszy systemu korzeniowego (korzenie rozpoczynają swój wzrost w górnej warstwie gleby) i w liściach gromadzą się cukry.

Zapewne temat zakłóceń rozwoju korzeni i widocznych tego objawów na części nadziemnej rośliny nie został wyczerpany. Moim celem było przedstawienie i wyjaśnienie sytuacji, czasem trudnych do jednoznacznego wytłumaczenia, z którymi spotkałem się w ostatnich sezonach na plantacjach kukurydzy w Polsce.

dr Adam Majewski

Agroservice Kukurydza KWS Polska Sp. z o.o.



Fot. 9. Utrudniony wzrost korzeni z powodu silnej suszy glebowej w czerwcu. Na roślinach widoczne objawy zatrzymania cukru w liściach (purpurowienie liści)