VLIV DEFICIENCE MAKROBIOGENNÍCH PRVKŮ V ŽIVNÉM ROZTOKU NA RŮST ROSTLIN KUKUŘICE, FAZOLU A BOBU

RŮSTOVÁ ANALÝZA ROSTLIN, RŮSTOVÉ CHARAKTERISTIKY

Růstové charakteristiky představují veličiny růstové analýzy rostlin jako jsou např. relativní růstová rychlost (RGR), čistý výkon asimilace (NAR), produktivita (CGR), pokryvnost listová (LAI), poměrná listová plocha (LAR), specifická listová plocha (A_s), integrální listová plocha (LAD) aj. Její uplatnění má komplexní charakter a je významné zejména v produkčních studiích ve vztahu k fotosyntéze, minerální výživě a ke tvorbě výnosu hospodářských rostlin. Její rozbory nám poskytují údaje o distribuci látek v jednotlivých fenologických fázích. Jejím cílem je pak matematické modelování tvorby co největší funkceschopné listové hmoty a rozhodujících orgánů rostliny, co nejdelší životnosti, optimálně rozvinuté asimilační plochy, rychlý růst zásobních orgánů aj. Zemědělská praxe pak může využívat usměrňování hnojení, agrotechniky, závlahy aj.

Růstové charakteristiky mohou být nahrazeny jednodušími veličinami jako jsou např. čerstvá hmotnost a sušina, délka kořenů a velikost listové plochy, pro případ interpretace rozdílů mezi pokusmými variantami např. ve vodních kulturách. Takové náhrady se využije v praktickém cvičení.

VÝZNAM MAKROELEMENTŮ VE VÝŽIVĚ ROSTLIN

- **dusík** - přijímaný jako amoniakální a nitrátový ion, obsažen v mnoha organických sloučeninách (puriny, pyrimidiny- DNA, RNA, aminokyseliny - proteiny, enzymy, chlorofyl, biotin, thiamin, cytokininy, auxin, řada alkaloidů aj.), akumulace i ve formě nitrátů (vakuoly), při nedostatku zakrslý růst, chlorózy, při nadbytku intenzivní nárůst nadzemní hmoty, poléhání - méně mechanických pletiv
- **fosfor** - příjem ve formě hydrogenfosfátu a dihydrogenfosfátu, obsažen v DNA, RNA, makroergních sloučeninách, fosfatidy, fytin aj. Nezastupitelný význam v metabolismu (makroergní fosfát) a v biosyntézách pro jeho značnou reutilizaci, význam v signalizaci. V rostlinách se přednostně akumuluje v reprodukčních orgánech oproti vegetativním, jeho nedostatek se projevuje reprodukčními poruchami, krsnutím a fialovým zabarvením, projevy nadbytku nejsou charakteristické změnami habitu rostlin

PDF vytvořeno zkušební verzí pdfFactory www.fineprint.cz

- **draslík** - příjem jako draselný ion, rozpuštěný v buněčné šťávě, velmi mobilní, podporuje hydrataci a reguluje membránové přenosy a osmotické jevy, jeho nedostatek způsobuje poruchy vodní bilance
- **hořčík** - příjem jako hořečnatý ion, je rozpuštěný či vázaný v komplexech, výskyt v molekule chlorofylu, integruje ribozomální podjednotky, uplatňuje se při metabolismu fosfátů, nedostatek způsobuje intervenální chlorózy starších listů. Jeho nadbytek způsobuje nanismy rostlin.
- **vápník** - příjem jako vápenatý ion, rozpuštěný v solích, neutralizace org. kyselin ve vakuolách, součást chelátů, organicky vázaný v pektátech, význam v signalizaci (regulace činnosti kalmodulinu), regulace hydratace, regulace dlouživého růstu. Jeho nedostatek může zapřičinit zpomalení růstu kořenů, zasychání kořenů atd. Nadbytek vápníku indukuje deficienci železa a tím chlorózy.
- **síra** - příjem jako síranový ion, vyskytuje se v merkapto- či thio- organických sloučeninách, v bílkovinách (disulfidické můstky - cystein), methionin, thiamin, biotin, feredoxin, thioesterové vazby (koenzym A), výskyt v prchavých a siličnatých sloučeninách (alicin), nezastupitelné funkce v základním metabolismu, nedostatek-chlorózy mladých listů
- **železo** - rostlinami přijímáno výhradně ve formě chelátů (tzv. fytosiderofory – chelátory sekretované rostlinou vázající Fe^{III+} ionty), obsaženo v řadě org. sloučenin - feredoxin, nitrátreduktáza aj, význam pro biosyntézu chlorofylu, nedostatek způsobuje chlorózy, nadbytek může být nebezpečný pro produkci kyslíkových radikálů

POUŽITÍ VODNÍCH KULTUR

Metoda vodních kultur má nenahraditelné místo ve studiu **kořenové výživy** rostlin neboť eliminuje vlivy půdní nehomogenity. Živné roztoky umožňují přesnou kontrolu podmínek kořenové výživy. Obsahují v optimálních koncentracích makro- a mikroelementy, mohou být provzdušňovány. Systém kultivace může být průtokový či stacionární. Stacionární systémy vyžadují doplňování živného roztoku. Svůj význam má také vhodně upravené pH živného roztoku a jeho iontová síla. Vodní kultury umožňují studium ideálních situací "hladovění" rostlin po určitých prvcích tj. studium tzv. **deficiencí prvků**. Při přípravě takových roztoků je nutné dbát na to, aby s deficitem určitého prvku (soli) nepoklesla i koncentrace dalších iontů.

Živných roztoků byla vypracována celá řada a jejich použitelnost je specifikována pro jednotlivé druhy rostlin. Z nejznámějších jsou to například Hoaglandův, Knopův, Richterův aj.

Nevýhodou použití vodních kultur je to, že pouze popisují vliv nedostatku makroprvku bez interakce s jinými vlivy prostředí, a to především půdního prostředí. Recentní poznatky poukazují na řadu odlišností kořenové minerální výživy v kultrivačních substrátech, vodných roztocích, *in vitro* kulturách a přirozeném prostředí půdy. V řadě případů však vodní kultury našly uplatnění v hydroponických technologiích produkce zelenin.

PDF vytvořeno zkušební verzí pdfFactory www.fineprint.cz

SLOŽENÍ ŽIVNÉHO ROZTOKU A JEHO PŘÍPRAVA

Pro experiment je využito modifikace Knopova roztoku. V následující tabulce je uvedeno složení kompletního roztoku vedle variant deficitních v jednotlivých makroprvcích. Dle uvedeného množství v ml pipetujeme do destilované vody jednotlivé komponenty. Doplňujeme na 1 litr či na potřebné množství kultivačního roztoku. Upravíme pH na hodnotu 5,73 zředěnou HCl.

Složení jednotlivých variant kultivačního roztoku :

zásobní roztok	**ml zásobního roztoku na přípravu 1 litru roztoku**						
	kontrola	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-Fe
dusičnan vápenatý	10		10	12,5		10	10
dusičnan draselný	2,5		2,5		2,5	2,5	2,5
chlorid draselný	1,2	3,7	2,5		1,2	1,2	1,2
dihydrogenfosf. draselný	10	10			10	10	10
síran hořečnatý	5	5	5	5	5		5
síran vápenatý		20				5	
dusičnan sodný					10		
dihydrogenfosf. sodný				10			
chelát železa	1	1	1	1	1	1	
mikroelementy	1	1	1	1	1	1	1

Během odměřování zásobních roztoků doléváme koncentráty destilovanou vodou do určitého objemu, aby se odměřené koncentráty nesrážely. Vhodnými kombinacemi je možno vytvořit i varianty s nadbytkem makroelementů. Běžně se připravuje dvojnásobek živin – tento živný roztok je pak více koncentrovaný a má vyšší osmotický potenciál (negativnější hodnota).

VYUŽITÍ ANALÝZY RŮSTU

Cíl: tvorba co největší funkce schopné listové plochy
rychlý růst zásobních orgánů, resp. rozhodujících orgánů
co nejdelší životnost asimil. plochy

Využití: ekofyziologické studie
fenologické studie
agroekologické studie

Relativní růstová rychlost "RGR" je rychlost růstu na jednotku rostlinné hmoty za čas

$$RGR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \quad [\, g \,.\, \check{c}as^{-1}]$$

W…hmotnost sušiny
t… čas

PDF vytvořeno zkušební verzí pdfFactory www.fineprint.cz

Čistý výkon asimilace "NAR" je průměrná rychlost přírůstku celkové hmoty sušiny na jednotku plochy asimilujícího povrchu pro daný časový úsek

$$NAR = \frac{W_2 - W_1}{A(t_2 - t_1)} \quad [\, g \,.\, m^{-2} .\, čas^{-1}]$$

A…velikost listové plochy

Produktivita "CGR" udává přírůstek produkce sušiny za určité období na jednotku plochy porostu

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{P\,(t_2 - t_1)} \quad [\, g \,.\, m^{-2} \,.\, čas^{-1}\,]$$

P…velikost plochy porostu

Pokryvnost listová "LAI" - poměr listové plochy porostu k ploše půdy tohoto porostu

$$LAI = \frac{A}{\text{plocha půdy}}$$

Význam - organizace porostu spon sázení

Poměrná listová plocha "LAR" -poměr listové plochy k celkové hmotě sušiny rostliny

$$LAR = \frac{A}{W}$$

Specifická listová plocha "A_S" - poměr listové plochy k hmotnosti sušiny listů (W_e)

$$A_S = \frac{A}{W_e}$$

Integrální listová plocha "LAD" - vyjadřuje schopnost rostlin udržet listovou plochu a tak zabezpečit co nejdéle využití sluneční energie a krytí plochy pozemku

Vzájemné vztahy

- Ø význam pokryvnosti listů na produktivitu
  CGR = LAI . NAR
- Ø význam relativní mohutnosti asimilačního aparátu pro relativní růstovou rychlost
  RGR = LAR . NAR

Praktické provedení úlohy

PDF vytvořeno zkušební verzí pdfFactory www.fineprint.cz

1. Experimentální záměr a pokusné varianty

Cílem úlohy je sledovat růst rostlin kukuřice, fazolu a bobu za nedostatku makroprvků v živném roztoku. Dále je cílem se naučit rozlišit rostliny kontrolní a z deficientních roztoků pomocí měření a statistického zpracování. Budou založeny následujícívarianty – kontrolní, deficience N, P, K, Ca, Mg, Fe a dvojnásobek živin v živném roztoku (8 variant). V průběhu praktika po dobu pěti týdnů (tj. pravidelně každý týden) budou sledovány následující parametry: délka kořenů a stébla a velikost listové plochy rostliny, a dále čerstvá hmotnost a sušina kořenů, stébla a listů rostlin kukuřice, včetně pH hodnoty kultivačních roztoků. Z jedné rostliny bude tedy zjištěno celkem 9 údajů (parametrů). Ty budou zaznamenávány do tabulek, které umožní jejich statistické vyhodnocení – viz příloha). Tabulky budou vyplněny pro jednotlivé týdny. Pro důslednější statistické hodnocení lze naměřená data pro jednotlivé varianty slučovat z práce většího počtu pracovních skupin (tj. s daty z jiných praktik). Na závěr budou do protokolu graficky znázorněny časové závislosti parametrů ve srovnání s kontrolní variantou. Uvedené grafy budou diskutovány s ohledem na známé fyziologické skutečnosti. V průběhu praktika bude možno pořídit fotodokumentaci (po domluvě s vyučujícím) a doložit ji do protokolu.

! Organizace práce bude následující – pracovní skupiny po dvojcích či trojicích studentů zakládají a ošetřujují (doplňují živný roztok, měří pH, odebírají rostliny, zpracovávají a hodnotí) vždy jednu z daných variant. Při každém odběru se zpracovávají 3 rostliny (to odpovídá celkem počtu 27 naměřených dat + hodnota pH). !

Pokyny pro práci studentů s odebranými rostlinami

- při přenosu rostlin ze skleníku, nesmějí rostliny zavadnout či pomrznout (použití sáčku, tašky atd.)
- nejprve zjistit čerstvou hmotnost jednotlivých částí rostlin, poté je změřit (délky a plochy) a poté je dát vysušit
- vysušení provést v papírovém sáčku, označeném variantou, číslem odběru číslem rostliny, částí rostliny (doporučuje se uvést i jména zpacovatelů, studujní skupinu)
- v průběhu týdne se dostavit pro stanovení (zvážení) sušiny (nezapomenout zapsat !!)
- všechna data pravidelně zaznamenávat

2. Založení vodní kultury a kultivační podmínky

1. Připravit koncentrát kultivačního roztoku (na 5 – 6 litrů objemu kultivační nádoby), doředit vodou v kultivační nádobě a označit variantu.

PDF vytvořeno zkušební verzí pdfFactory www.fineprint.cz

2. Vybrat naklíčené obilky kukuřice z perlitu a omýt je, kořínkem (neporušeným, neulomeným) vložit do kultivačních nádob. Zkontrolovat ponoření kořenů v roztoku, obdobně dbát, aby obilky nebyly příliš potopené v roztoku.

3. Po 2 - 4 týdnech pravidelně doplňovat kultivační roztok, dle příslušné deficience prvku, pravidelně měřit pH kultivačního roztoku.

Kultivace bude probíhat ve skleníku pavilonu F při teplotě 20 ^{o}C, při osvětlení o intenzitě 200 μmol . cm^{-2} . s^{-1} s fotoperiodou 14/10.

Kultivace rostlin bobu, fazolu a kukuřice ve vodní kultuře





3. Stanovení růstových charakteristik

Bude stanovena čerstvá hmotnost a sušina [g] pro kořeny, stéblo a listy, dále celková délka kořenů [cm], délka stébla [cm] a velikost listové plochy [cm^2]. Tyto parametry budou stanoveny každé cvičení pro každou variantu a kontrolu vždy u 3 rostlin (tj. pro 3 statistická opakování).

Stanovení velikosti listové plochy

Stanovení velikosti listové plochy provedeme metodou vážení kopie listu ze standardního papíru. Velikost listu obkreslíme na standardní papír a kopii vystřihneme a zvážíme. Ze stejného papíru vystřihneme čtverec o straně 10 cm a zvážíme. Na základě hmotnosti čtverce vypočítáme plochu listu (trojčlenka).

Stanovení celkové délky kořenů

Celkovou délku kořenů můžeme zjistit pomocí lineárně síťové průsečíkové metody. Po osušení se kořeny rozloží rovnoměrně po ploše s vyznačenou čtvercovou mřížkou a spočítají se průsečíky kořenů se všemi přímkami, jak horizontálními, tak vertikálními. Pak platí:

$$R = (a/1{,}25) \cdot N$$

kde R = celková délka kořenů, N = počet průsečíků, a = strana elementárního čtverce

PDF vytvořeno zkušební verzí pdfFactory www.fineprint.cz

Záznam růstové analýzy kukuřice

datum	délka kořenů	délka stébla	vel list. plochy	č. hm. kořenů	č. hm. stébla	č. hm. listů	sušina kořenů	sušina stébla	sušina listů
1									
2									
3									
průměr									
střední chyba									

datum	délka kořenů	délka stébla	vel list. plochy	č. hm. kořenů	č. hm. stébla	č. hm. listů	sušina kořenů	sušina stébla	sušina listů
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
průměr									
střední chyba									

Uvedeny jsou 2 typy tabulek pro možnost záznamu výsledků a naměřených dat.

Zpracování výsledků a vypracování protokolu

Další pokyny pro průběžné stanovení hodnot

- studenti si musí připravit čtvercovou síť pro měření délky kořenů (formát A4, síť po celé ploše formátu, strana čtverce nejlépe 1,25 cm)
- nezbytné bude nosit kalkulačku pro statistické výpočty
- v průběhu praktika bude provedeno proškolení pro statistické zpracování dat na kalkulačce a PC
- zpracování grafů a grafiku protokolu se musí studenti naučit sami
- průběžně si musí studenti předávat hodnoty z měření

Protokol

V protokolu budou uvedena data měření včetně průměrných hodnot a středních chyb. Každá varianta se srovnává s kontrolou. Bude zaznamenáná dynamika 10 parametrů (9 hodnot z rostlin + hodnota pH živného roztoku) pro danou variantu deficience a kontrolu (v tabulkách a grafech – typ grafu spojnicový). Zpracovatelé kontrolní varianty budou do protokolu zaznamenávat situaci ve čtvrtém týdnu pro všechny pokusné varianty a všechny parametry (typ grafu – histogram).

PDF vytvořeno zkušební verzí pdfFactory www.fineprint.cz