



2004-2006 m. Bendrojo programavimo dokumento 2 prioriteto „Žmogiškųjų išteklių plėtra“ 4 priemonė „Mokymosi visą gyvenimą sąlygų plėtra“

Projekto sutarties numeris: ESF/2004/2.4.0-K01-160/SUT-261

Projekto pavadinimas: **Inovatyvūs mokymosi metodai ir naujausios technologijos gamtos mokslų bakalauro rengimui**

BIO 221. AUGALŲ SISTEMATIKA IR FIZIOLOGIJA

Laboratorinis darbas

Anglies dioksido kiekio ir temperatūros poveikis fotosintezės intensyvumui

Teorinė dalis

Anglies dioksidas yra labai svarbus elementas augalų augimui. Jau ilgą laiką žemės ūkyje seniai naudojamas papildomas tręšimas anglies dioksidu šiltnamyje auginamoms kultūroms, siekiant kad jos duotų gausesnę derlių.

CO₂ atmosferoje yra apie 0,5 g/m³, ir dėl vis aktyvėjančios žmogau veiklos, kaip jau buvo minėta, kasmet jo dar padaugėja. Nors augalai prisitaikę prie tokios CO₂ koncentracijos, ištirta, kad ji augalams greičiau yra tik minimali negu optimali. Todėl CO₂ koncentracijai didėjant, taip pat intensyvėja fotosintezė ir didėja augalų derlius. Fotosintezė prasideda, kai aplinkoje yra 0,008 – 0,01 % CO₂, o intensyviausiai ji vyksta, kai CO₂ koncentracija būna 0,2 -0,3 %. Dėl to anglies dioksidas naudojamas kaip oro trąša šiltnamiuose, kur diena augalams jo labai trūksta (Borusas, 1991).

T_xCO₂ sąveika. Kaip žinome, augant CO₂ koncentracijai, išauga fotosintezės aktyvumas ir biomasės produkcija. Kokią įtaką augalų augimui turi temperatūra? Buvo įrodyta, kad kai kuriems augalams, optimali augimo temperatūra auga kartu su didėjančia

CO₂ koncentracija (McMurtrie, Wang, 1993). Dauguma C₃ augalų padidina savo optimalią augimo temperatūrą maždaug 5 °C, 300 ppm CO₂ praturtinus aplinkos orą. Taigi, tikimasi, kad kartu didėjant CO₂ koncentracijai bei temperatūrai, fotosintezės intensyvumas didės.

Atlikti tyrimai su ananasais rodo (Zhu et al., 1999), kad ananasai, auginti esant 700 ppm koncentracijai, kai dienos/nakties oro temperatūros režimas buvo 30/20 °C (tai optimali ananasų augimo temperatūra esant normaliai CO₂ koncentracijai), 30/25 °C ir 35/25 °C bendras anglies asimiliuotas kiekis buvo atitinkamai 15, 97 ir 84 % didesnis, negu tų, kurie buvo auginami esant įprastai CO₂ koncentracijai. Augalus auginant esant įprastai CO₂ koncentracijai, tačiau esant didesnėms temperatūroms (30/20, 30/25, 35/25 °C), bendras asimiliuotos anglies kiekis per 24 valandų laikotarpį, sumažėjo 43 ir 39 %.

Panašios tendencijos ir Taub (Taub et al., 2000) atliktame tyrime su agurkais. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad bendras fotosintezės intensyvumas buvo 3,2 kartus didesnis agurkų, augintų esant dvigubai didesnei negu įprasta CO₂ koncentracijai ir oro temperatūrai buvus 40 °C, negu kontrolinių augalų, kurie buvo auginami esant įprastai CO₂ koncentracijai, bet paliekant didesnę (40 °C) temperatūrą. Taigi, esant tokioms oro temperatūroms, kurios paprastai laikomos žalingos augalų augimui, fotosintezės intensyvumas paprastai būna žymiai didesnis augalų, augintų esant didesnei CO₂ koncentracijai, negu tų, kurie buvo auginami esant normaliai CO₂ koncentracijai.

Cowling ir Sage (Cowling and Sage, 1998) atliko tyrimus su jaunais pupelių augalais. Paaiškėjo, kad 200 ppm padidinus CO₂ koncentraciją ore, augalų augintų esant 25 °C fotosintezės intensyvumas padidėjo 58 %, o augintų 36 °C - 73 %.

Kellomaki, siekdamas išsiaiškinti padidėjusios CO₂ koncentracijos ir temperatūros įtaką augimui, medžiagų kaupimuisi bei jų pasiskirstymui, atliko eksperimentus su mažais beržų sodinukais (Kellomaki, 2001). Pastarieji buvo auginami vazonuose, patalpinti kontroliuojamos aplinkos kameroje (vandens, maistmedžiagių kiekis neribojamas), esant normalioms sąlygoms, didesnei CO₂ koncentracijai (apie 700 μmol mol⁻¹), didesnei temperatūrai (3°C didesnė negu temperatūra lauke) ar esant abiem veiksniais (didesnė CO₂ koncentracija ir temperatūra). Paaiškėjo, kad tiek didesnė CO₂ koncentracija, tiek didesnė temperatūra, žymiai padidino biomasės kaupimąsi, tačiau šis padidėjimas labai priklausė nuo sodinukų vystymosi (augimo) stadijos. Be to, remiantis teorija, tikėtasi teigiamo aukštesnės temperatūros poveikio CO₂ stimuliuojamam augimui, tačiau šio papildomo poveikio nebuvo. Analizuojant medžiagų patekimą (CO₂, azoto ir vandens naudojimą), sodinukų vystymąsi (augimą), lapo ploto našumą ir pasiskirstymo broožus, buvo nustatyta, kad, biomasės padidėjimas dėl CO₂, pirmiausia kyla dėl šios medžiagos

tręšimo poveikio, o tuo tarpu temperatūros sukeltas biomasės padidėjimas kilo dėl didesnio bendro anglies suvartojimo augimo sezono vidurio paskutinėse dalyse, taip pat dėl padidėjusio lapų ploto veiksmingumo (savybių) ir didesnio fotosintezės produktyvumo.

Darbo tikslas: ištirti skirtingų augalų fotosintezės intensyvumo reakciją į padidintą anglies dioksido (CO_2 koncentracija – $700 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$) ir aukštesnės temperatūros (3°C aukštesnė už aplinkos) poveikį.

Darbo priemonės: nešiojamas fotosintezės įrenginys LI-6400 (1 pav.); dvi pasirinktos augalų rūšys.

Darbo planas: siekiant įvertinti kiekvieno iš šių veiksnių poveikį, bei kompleksinį abiejų veiksnių poveikį, naudojamos tokios eksperimento sąlygos:

- **kontrolė** – įprasta CO_2 koncentracija ir normali temperatūra;
- **CO_2** - CO_2 koncentracija $700 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$, normali temperatūra;
- **T** - įprasta CO_2 koncentracija, temperatūra 3°C aukštesnė už aplinkos;
- **CO_2+T** - CO_2 koncentracija $700 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$, temperatūra 3°C aukštesnė už aplinkos.

Darbo eiga.

Paruoškite prietaisą matavimams. Atsitiktinai pasirinkite pilnai išsivysčiusį lapą, suspauskite lapo kameroje. Oro srovė: nustatykite oro srovės stiprumą $400 \mu\text{mol s}^{-1}$. Įrašykite lapo plotą ir žiotelių santykį.

Susikurkite naują failą, į kurį įrašysite eksperimento duomenis.

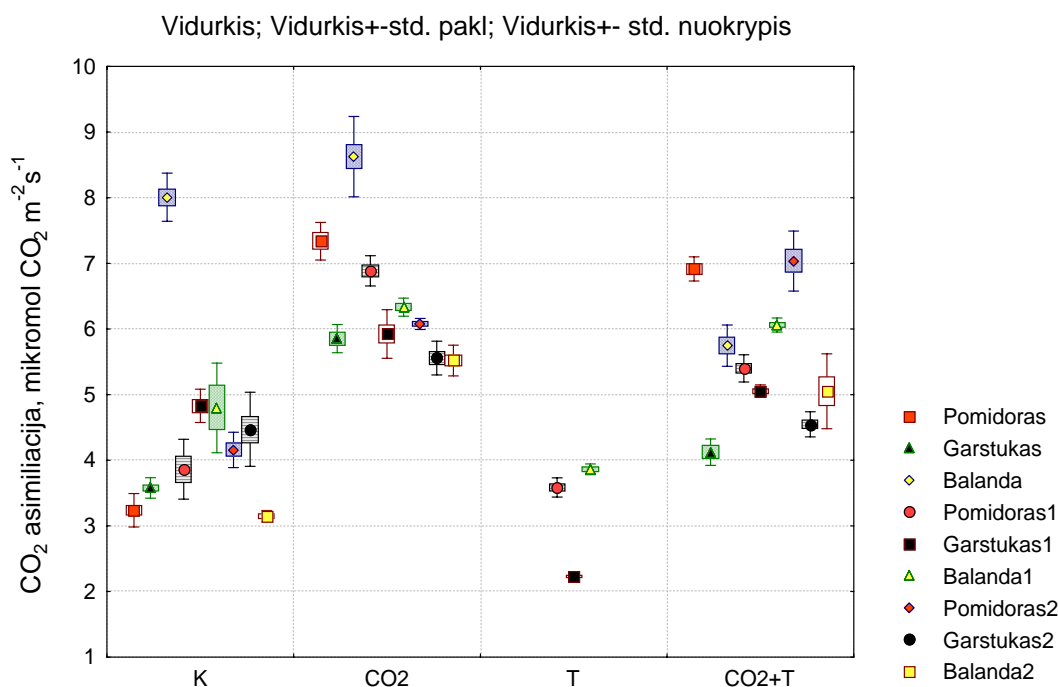
Kontrolės eksperimentas. Nustatykite CO_2 mikserio koncentraciją lygią $350 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$. Nustatykite, kad palaikytų pastovią aplinkos temperatūrą (temperatūros parodymai H eilutėje). Palikite kelioms minutėms, kad procesai nusistovėtų. Įrašyti duomenis galite paspausdami Log mygtuką arba galite pasirinkti automatinį įrašymą, kuris truktų kelias minutes (įrašykite kelis parodymus, kad galėtumėte apskaičiuoti paklaidas). Nepamirškite prieš pradėdami matuoti pasirašyti (*add remark*) koks bandymas bei kokį augalą matuojate. Norėdami gauti tikslesnius rezultatus, pasikeitus eksperimento sąlygoms ar augalui, prieš pradėdami matuoti atlikti suderinimo procedūrą (*Match mode*). Atliekant šią procedūrą CO_2 ir H_2O parodymai ekrane turi būti pastovūs (A eilutė ekrane).

Analogiškai atlikite likusius (CO_2 , T ir CO_2+T bandymus). Kiekvieno bandymo sąlygos pateiktos eksperimento plane. Kadangi fotosintezės intensyvumas labai priklauso

nuo šviesos kiekio, stebėkite, kad šis visų bandymų metu būtų maždaug toks pat (parodymai G eilutėje - *ParOut μ mol*).

Rezultatų tvarkymas bei klausimai savarankiškam darbui

Kaip įvairias žemės ūkio kultūras veikia klimato kaita: didėjantis anglies dioksido kiekis atmosferoje bei temperatūra? Kodėl esant aukštesnei temperatūrai fotosintezės intensyvumas sumažėja?



7 pav. Fotosintezės intensyvumas skirtinguose augaluose ,esant padidintam CO₂, padidintai temperatūrai arba abiem veiksniams kartu

Nubraižykite grafikus, kurie parodytų kaip kinta fotosintezės intensyvumas augaluose esant didesnei anglies dioksido koncentracijai, aukštesnei temperatūrai bei (7 pav.)abiem veiksniams kartu . Paaiškinkite gautus rezultatus.

Literatūra

1. **Taub D. R., Seeman J. R., Coleman J. S.** (2000). Growth in elevated CO₂ protects photosynthesis against high-temperature damage. *Plant, Cell & Environment*. Vo. 23, p. 649-656.
2. **Zhu J., Goldstein G., Bartolomew D. P.** (1999). Gas exchange and carbon isotope composition of *Ananas comosus* in response to elevated CO₂ and temperature. *Plant, Cell & Environment*. Vo. 22, p. 999-1007.

3. **Borusas S.** (1991). *Augalų fiziologija*. Vilnius: Mokslas, 420 p.
4. **Cowling S. A., Sage R. F.** (1998). Interactive effects of low atmospheric CO₂ and elevated temperature on growth, photosynthesis and respiration in *Phaseolus vulgaris*. *Plant, Cell & Environment*. Vo. 21, p. 427-435.
5. **Kellomaki S., Wang K. Y.** (2001). Growth and Resource Use of Birch Seedlings Under elevated Carbon Dioxide and Temperature. *Annals of Botany*. No. 87, p.669-682.
6. **McMurtrie R. E., Wang Y.-P.** (1993). Mathematical models of the photosynthetic response of tree stands to rising CO₂ concentrations and temperatures. *Plant, Cell & Environment*. Vo. 16, p. 1-13.