XXXII. Nemzetközi Vegyészkonferencia 2026

Őszi búzafajták klorofilltartalmának időbeli változása a környezeti ózonterhelés és a meteorológiai tényezők összefüggésében, hegyközi medencében

KUZMAN Ildikó Hajnalka[1*,2], BOGA Réka[1], ZALÁN Zsolt[2]. SZÉP Róbert[1,3,4,5], KERESZTESI Ágnes[1,2,3,6]

[1]Vadgazdálkodási és Hegyvidéki Erőforrások Kutatási és Fejlesztési Intézet, Csíkszereda, Románia, [2]Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Agrár- és Élelmiszertudományi Doktori Iskola, Élelmiszertudományi Program, Budapest, Magyarország, [3]Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Kémia Doktori Iskola, Pécs, Magyarország, [4]Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Kar, Biomérnöki Tanszék, Csíkszereda, Románia, [5]„Alexandru Ioan Cuza" Egyetem, Geológiai Tanszék és Földtudományi Doktori Iskola, Iași, Románia., [6]Országos Környezetvédelmi Kutató- és Fejlesztőintézet, Bukarest, Románia.

Összefoglaló:

A felszínközeli ózon a levélbe jutva oxidatív stresszt válthat ki, elősegítve a klorofill lebomlását és a levélöregedést. Vizsgálatunkban 11 magyar nemesítésű őszi búzafajta klorofilldinamikáját követtük 2026-ban, atLEAF CHL BLUE mérésekből becsült SPAD-értékek alapján. Az ózonterhelést 7-28 napos gördülő időablakokban, a meteorológiai változókat 7 és 14 napos időszakokra értékeltük. Az átlagos becsült SPAD június 25-én 43,5±4,2 volt, majd folymatosan csökkent. Július 2-án az MV Felleg értéke volt a legmagasabb (30,5±4,9). Az ózonterhelés és a későbbi relatív SPAD-vesztés kapcsolata hosszabb időablakokban erősödött; a 28 napos EU-AOT40, MDA8 és maximális egyórás O_3-koncentráció esetében a Spearman-féle rangkorreláció ρ=0,90-0,95 volt. Eredményeink arra utalnak, hogy az őszi búza klorofilldinamikájának értelmezésében a többhetes környezeti ózonterhelést és a meteorológiai hátteret együttesen célszerű figyelembe venni.

Bevezetés:

A levél klorofilltartalma a búza élettani állapotának és öregedésének érzékeny jelzője. A felszínközeli ózon (O_3) fajtánként eltérő mértékben gyorsíthatja a klorofillvesztést és a levélöregedést (Harmens et al., 2019; Ma et al., 2024). Hatását a sztómákon keresztüli felvételt szabályozó meteorológiai viszonyok is befolyásolják (Pleijel et al., 2022). A Csíki-medencében a hőmérséklet, a napsugárzás és a relatív páratartalom az ózonkoncentráció alakulásában is meghatározó (Boga et al., 2021; Szép et al., 2017). A többnapos és többhetes ózonterhelés vizsgálata segítheti a kumulatív hatások feltárását, míg a szemtelítődés során tartósabb klorofillmegtartást mutató fajták azonosítása támogathatja az ellenállóbb genotípusok kiválasztását.

Célkitűzések:

Vizsgálatunk célja a búzafajták klorofilldinamikájának és klorofillmegtartásának összehasonlítása volt a Csíki-medencében, valamint ezek meteorológiai és ózonterhelési összefüggéseinek feltárása. Kiemelten vizsgáltuk a többhetes ózonexpozíció és a későbbi SPAD-vesztés kapcsolatát, a a klorofillcsökkenéssel és a levélöregedéssel összefüggő fiziológiai változások vizsgálata.

Anyag és módszer:

A vizsgálatot 2026-ban, a csíkszeredai ICDCRM bemutatóparcelláin (46,3926° É; 25,8026° K), 11 őszi búzafajtán végeztük. A relatív klorofilltartalmat május 28. és július 10. között hét alkalommal (GS43–GS87), atLEAF CHL BLUE műszerrel mértük, majd a leolvasásokat becsült SPAD-értékekké alakítottuk (Zhu et al., 2012). A HR-01 állomás adataiból az ózonterhelést AOT40, MDA8, átlagos és maximális egyórás O_3-koncentrációval jellemeztük, a méréseket megelőző 7–28 napos időablakokban. A meteorológiai változókat (hőmérséklet, relatív páratartalom, vízgőznyomás-hiány, csapadék, napsugárzás intezitása) 7 és 14 napra összegeztük. Spearman-féle rangkorrelációval vizsgáltuk kapcsolatukat az aktuális SPAD-értékkel és a következő mintavételig bekövetkező relatív SPAD-csökkenéssel.

Eredmények:

Klorofilldinamika: a fajták átlagos becsült SPAD-értéke június 25. és július 10. között 43,5±4,2-ről 10,8±3,3-ra csökkent. Július 2-án az MV Felleg őrizte meg a legmagasabb értéket (30,5±4,9): az előző héthez viszonyított csökkenése 14,7% volt, míg a GK Aratóé 79,0%, az MV Koloé 83,9%. A megfigyelt eltérések a klorofillvesztés fajtánként különböző ütemét jelzik.

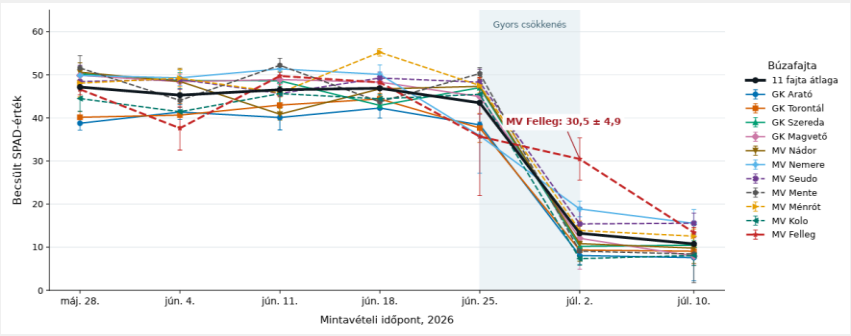
Az ózonterhelés és a klorofillindex kapcsolata: különböző időtartamú ózonexpozíciók összehasonlítása arra utal, hogy a búza klorofilltartalmának csökkenése szorosabban kapcsolódhat a hosszabb időszak alatt felhalmozódó terheléshez, mint a rövid távú koncentráció változásokhoz. A 28 napos AOT40, MDA8 és maximális egyórás O_3-koncentráció erős pozitív korrelációt mutatott a következő mintavételig bekövetkező relatív SPAD-veszteséggel (ρ= 0,88-0,89).

Meteorológiai tényezők szerepe: a meteorológiai változók elemzése során a 14 napos átlaghőmérséklet és az átlagos napi maximum hőmérséklet fordított kapcsolatot mutatott a SPAD-értékekkel (ρ= -0,82). Ezzel szemben a következő mintavételig bekövetkező klorofillcsökkenés a 14 napos relatív páratartalommal mutatta a legerősebb pozitív korrelációt (ρ= 0,94). A meteorológiai paraméterek közötti jelentős szoros korreláció arra utal, hogy a növények fiziológiai állapotának változása több, egymással összefüggő környezeti tényező együttes hatásával hozható kapcsolatba.

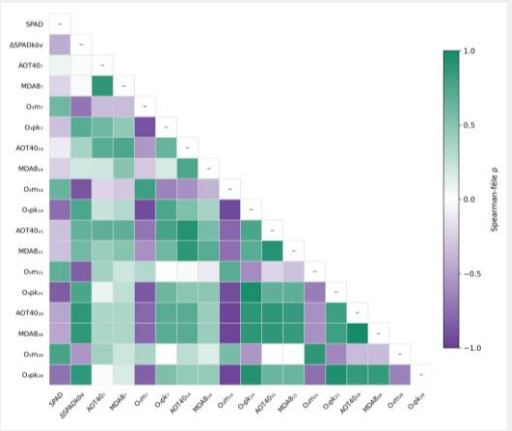
Következtetések:

A vizsgált őszi búzafajták klorofillindexének időbeli alakulása jelentős fajtaspecifikus különbségeket mutatott, különösen a június végén meginduló gyors levélöregedés során. Az MV Felleg a többi fajtához képest kedvezőbb klorofillmegtartást mutatott. A hosszabb időablakokban számított ózonterhelési mutatók és a későbbi SPAD-veszteség közötti pozitív összefüggések a többhetes környezeti expozíció lehetséges jelentőségére utalnak. A meteorológiai változók közötti szoros korrelációk ugyanakkor rámutatnak arra, hogy az ózonterhelés szerepe a hőmérsékleti és páratartalmi viszonyoktól, valamint a természetes levélöregedéstől nem különíthető el egyértelműen.

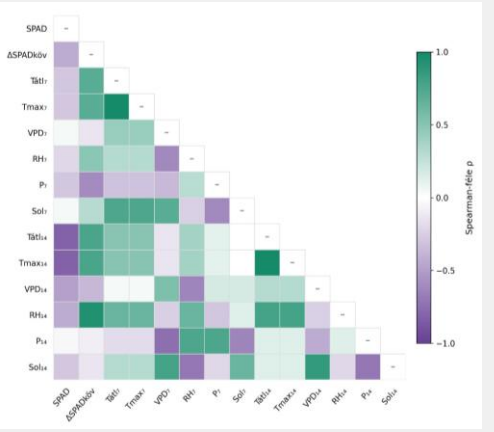
Köszönetnyilvánítás: A kutatást a Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Minisztérium támogatta az ADER 5.1.5 számú, „ A burgonyakultúrák fenológiai változásainak vizsgálata hegyvidéki területeken az éghajlatváltozás összefüggésében. " című projekt keretében.



1.ábra: Őszi búzafajta becsült SPAD-értékeinek időbeli változása a Csíki-medencében (2026; átlag ± SD)



2.ábra: Környezeti ózon gördülő ablakok Spearman-korrelációs hőtérképe, ahol ΔSPAD a következő mintavételig számított relatív SPAD-veszteség; a napi nyolcórás mozgóátlagok közül a legmagasabb O_3-koncentráció és AOT40- a 40 ppb feletti felhalmozott O_3-expozíció. Az alsó index a gördülő ablak hosszát (nap) jelöli.



3.ábra: Meteorológiai gördülő ablakok Spearman-korrelációs hőtérképe, ahol ΔSPADköv a következő mintavételig számított relatív SPAD-veszteség; T-hőmérséklet, VPD-a páranyomás hiány, RH-relatív páratartalom, P-csapadék, Sol-a napsugárzás intenzitása. Az alsó index a gördülő időablak hosszát (nap) jelöli.

Irodalomjegyzék:

Ma és mtsai (2024). *Az antioxidáns enzimek aktivitásának és a sztómazáródásnak a fajtaspecifikus szabályozása elősegíti a búza emelkedett ózonszinttel szembeni toleranciáját: ötfajtás, kétéves szabadföldi vizsgálat.* Plant Stress, 12, 100479.

Pleijel és mtsai (2022). *A fitotoxikus ózondózis (POD) index alkalmazásának előnyei a búza termésveszteségét leíró dózis–válasz összefüggésekben.* Atmos. Environ., 268, 118797.

Zhu és mtsai (2012). *A SPAD- és atLEAF-értékek összehasonlítása termesztett növényfajok klorofilltartalmának becslésére.* Can. J. Soil Sci., 92, 645–648.

Boga és mtsai (2021). *Az emelkedő léghőmérséklet és a napsugárzás hatása a troposzférikus ózonra a romániai Csíki-medencében.* Rom. J. Phys., 66, 805.

Szép és mtsai (2017). *A relatív páratartalom hatásának vizsgálata a troposzférikus ózonkoncentráció változásaira a romániai Csíki-medencében.* Rev. Chim., 68, 642–645.