

---

# A foszforellátottság hatásának vizsgálata a kukorica (*Zea mays* L.) fejlődésére

Pokovai Klára<sup>1</sup> – Kovács Géza János<sup>2</sup> –  
Nagy János<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,  
Mezőgazdaságtudományi Kar,  
Földműveléstani Tanszék, Debrecen

<sup>2</sup>MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest

## ÖSSZEFOGLALÁS

*A növényi egyedfejlődés kvantitatív leírása sarkalatos kérdés mindenütt, ahol számít, hogy az egyes fenológiai fázisok mikor következnek be. A modellezők fenológiai fázisoknak a környezeti tényezőkkel való összefüggéseit matematikai és logikai algoritmusokba foglalják. Ebben a folyamatban a tápanyag ellátottságnak az egyébként ismert hatásai sincsenek még kvantitatíve meghatározva. E cikk kísérleti megfigyelések alapján vizsgálja, hogy milyen hatással van a foszfor ellátottság a címerhányás időpontjára, a levélszámra, és a fillokron intervallumok hosszára. Főbb megállapításai a következők: 1. A foszfor-hiányos kukorica szignifikánsan nagyobb hősszeget használt fel a hímvirágzás eléréséhez, mint a foszforral jól ellátott kezelést társa. 2. A növények végső levélszáma nem különbözött szignifikánsan a foszforellátottság hatására egyik évben sem. A foszfor hatása a fejlődés sebességére nem a levélinicializálásban, hanem az egyes levelek megjelenéséhez szükséges hőidő nagyságában jelenik meg. 3. Az első 10 levél megjelenésének sebességét befolyásolja a foszforellátottság, míg a későbbiekét már nem.*

## SUMMARY

*Quantification of plant development is important in areas where the actual dates of certain phenological stages should be identified. The influences of different ecological factors are put into algorithms by crop modellers. In this process the effect of plant nutrients are not yet well quantified. This paper gives data on the effect of phosphorus on maize development prior to flowering stage. The main conclusions are as follows: 1. In lack of phosphorus more degree days are needed for flowering then in case of well P-supply. 2. The effect of P is seen not on leaf initialisation (i.e. final leaf number is the same) but rather on the phyllochron interval. 3. P effect on phyllochron interval can be observed at the younger stage (prior to leaf number 10) but not later.*

## BEVEZETÉS

A növényi egyedfejlődés kvantitatív leírása sarkalatos kérdés mezőgazdasági kutatás több ágazatában, pl.: szimulációs modellezés a növénytermesztésben, a távérzékelés alkalmazása a termésbecslésben, a növényvédelemben és mindenütt, ahol számít, hogy az egyes fenológiai fázisok mikor következnek be. Az egyedfejlődés kvantitatív leírásához a fenológiai fázisoknak a környezeti tényezőkkel való összefüggéseit matematikai és logikai algoritmusokba kell foglalni. A környezeti faktorok közül hazánkban az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek kitűnő alapot

szolgáltatnak a tápanyag ellátottság, illetve a műtrágyahatás, kiváltképp a foszfor műtrágyahatás vizsgálatához. A foszfor trágyázás növényi fejlődésre gyakorolt hatásáról mégis keveset olvashatunk.

A fejlődés környezeti hatásainak összefüggéseit illetően a nemzetközi szakirodalomban is csak bizonyos növényekről találunk információt, amit a következőkben foglaltunk össze. Lóhere (*Tr. Subterraneum* L.) vizsgálatánál a virág inicializáció késését tapasztalták (Rossiter, 1978). Búzáról azt állapították meg, hogy a levelek megjelenése és a növény fejlődése P hiány esetén rendszerint lelassul (Elliot és mtsai, 1997; Rodríguez és mtsai, 1994). Emellett a P-hiány csökkenti a levél elongáció rátáját (Radin és Eidenbock, 1984). Legátfogóbb ezen a területen Rodríguez (1998) tanulmánya. Ő búza és napraforgó P hiányos körülmények közötti természetesen során megfigyelte, hogy a levelek megjelenése a főhajtáson lassabban ment végbe, azaz a fillokron értéke növekedett, mivel mind a levél primordia inicializáció rátája, mind az egyedi levelek kiterjedésének és hosszirányú növekedésének üteme csökkent. Ennek következtében a P hiány növelte a keléstől a virágzásig eltelt időszak hosszát. Munkájuk összességében kimutatta, hogy a P hiány a szár növekedést 25%-kal csökkentette, és az egész növény felépítését szignifikánsan megváltoztatta a fillokron növelése révén. Eredményeik azt sugallják, hogy a pontos modellezéshez számításba kell venni a P hiány levél megjelenésre kifejtett hatását.

Mi a hazai növénytermesztésben fontos szerepet játszó kukorica P hiányos körülmények közötti fejlődésének vizsgálatát tűztük ki célul. A kukorica fenológiai tanulmányok, csakúgy, mint a fentebb említett búza és napraforgó fenológia tanulmányok javarészt a látható jellemvonásokon alapulnak. Ilyen pl.: levél megjelenés (Hanway, 1963). A levél megjelenés vizsgálata a növény fejlődési rátájának mérésére és a növény fejlődésének valamely környezeti tényezőre adott válaszreakciójának meghatározására igen előnyös. A vizsgálat egyszerű és nem destruktív, továbbá a levél megjelenés eseménye a vegetatív életszakasz folyamán sokszor előfordul. A levél megjelenést a hasznos hőidő (°Cd) függvényében ábrázolva, illetve az így készített görbe meredekségének az inverzét véve valamennyi levél megjelenéséhez szükséges hőidőt meghatározhatjuk. Ezt nevezik fillokron-nak. Kukoricára 8°C-os bázis hőmérsékletet alapul véve szűk intervallumban mozognak a mért fillokron értékek, 38-45 °Cd esik egy levélcsúcs megjelenésre. Értéke meglehetősen stabil az egyes termesztési

helyek között kivéve, ha globális zónákat hasonlítunk össze. A trópusi, a meleg-mérsékelt és a hideg-mérsékelt szélességi zónák között már változó, tipikus esetben 30%-kal hosszabb a fillokron intervallum a trópusi, mint a mérsékeltövi területeken (Kiniry és Bonhomme, 1991).

E cikk kísérletes vizsgálatai a következő kérdéskörökre terjednek ki:

1. A P ellátottság hatása a hímvirágzás időpontjára
2. A P ellátottság hatása a levélszáma
3. A P ellátottság hatása a fillokron intervallum hosszára

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálat helyileg a Debreceni Egyetem Karcagi Kutató Intézetében 2001-2002. években történt. Az OMTK kísérletek B17 jelű változatát egységes irányelvek szerint 1967 őszén állították be. A szabadföldi kisparcellás kísérlet elrendezése split-plot, a kezelések száma 20, az ismétlések száma 4, növényi sorrendje őszi búza – kukorica – kukorica – őszi búza. A kísérlet talaja mély humuszrétegű, mélyben szolonyeces réti csernozjom. A talajképző kőzet vályogos agyag fizikai féleségű infúziós lösz. A feltalaj kémhatása gyengén savanyú, a 0-40 cm rétegben azonban jelentős hidrolitos aciditást mutat, amely a szénsavas mész megjelenésével a 40-50 cm-es rétegtől megszűnik. Az Arany-féle kötöttségi szám alapján a kísérlet talaja Stefanovits (1981) szerint vályog, agyagos vályog fizikai féleségbe sorolható. A humusztartalom alapján a kísérlet talajának N-ellátottsága közepes. Az AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- és K<sub>2</sub>O-tartalom alapján a talaj P-ellátottsága igen gyenge, K-ellátottsága pedig közepes. Éghajlata a kifejezett kontinentalitás jellemző (Zsigrai, 1999).

A kísérlet kezeléseit közül a tervezett vizsgálatokhoz a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>= 0 kg ha<sup>-1</sup> és a 120 kg ha<sup>-1</sup>-os foszfor szintek hatásait hasonlítjuk össze egymással a N= 150 kg ha<sup>-1</sup> és a K<sub>2</sub>O= 0 kg ha<sup>-1</sup> trágyaszintek mellett négy ismétlésben. A mintavételhez parcellánként 3 szomszédos sort választottunk ki, s az abban található valamennyi növény, kb. 25 db/sor, összességében kezelésként mintegy 300 növény fejlődését figyeltük meg egyedileg. A 2001. évben a kukorica kelése és címerzése között két alkalommal, 2002. évben egy alkalommal felvételeztük a levélszámot, illetve címerezéskor a végső levélszámot. A növények címerzését a címerhányás időszakában 10 napon át figyeltük meg, s a növény címerzésének idejét a címer virágzásakor feljegyeztük.

A levélszámok felvételezési időpontjai és a hímvirágzás időpontja közötti intervallumokat a meteorológiai mérési adatok ismeretében hasznos hőösszegekre átszámítottuk (Ritchie és NeSmith, 1991). Abból, hogy a felvételezésekig mennyi hőösszeget gyűjtött a növény, és addig mennyi levele jelent meg, kiszámítottuk az egyes stádiumokra jellemző átlagos fillokron értékeket. A két eltérő kezelést kapott csoport közötti különbség szignifikanciáját az NCSS 6.0 statisztikai programcsomag segítségével, páros t-próbával határoztuk meg.

## EREDMÉNYEK

Az 1. táblázatból látható, hogy a foszfor-hiányos kukorica szignifikánsan nagyobb hőösszeget használt fel a hímvirágzás eléréséhez, mint a foszforral jól ellátott kezelésű társa. A hatás nagysága évenként változóan bizonyult. Szembetűnő, hogy a foszfor hiányos növények hímvirágai a két évben azonos hasznos hőösszegnél virágoztak. Ezzel szemben a jó foszfor ellátottságú növények hímvirágzása a 2002. évben 47 °Cd-gel később következett be, mint 2001. évben. Megjegyezzük, hogy a 2002-es évben lehullott csapadék a címerzés időpontjáig mindössze 60 százalékat érte el a 2001-es évinek. Szárazságban a foszforral megtrágyázott parcellák növényeinek fejlődési sebessége a nedvesebb év foszforhiányos parcelláikéhoz kezdett hasonlítani. Ez arra enged következtetni, hogy a szárazság gátolta a foszfor felvehetőséget ezért a növények valójában enyhén foszforhiányosak lehettek a trágyázás ellenére.

1. táblázat

P-hatás a hímvirágzás időpontjára (°Cd) két évben

Év(1)	P-ellátottság(2)	Hőösszeg(3)	P-hatás (Δ°Cd)(4)
2001	Hiányos(5)	815	64.0*
	Jól ellátott(6)	751	
2002	Hiányos(5)	815	17.0*
	Jól ellátott(6)	798	

A táblázatban a „\*“ α= 5%-on szignifikáns eltérést jelez.(7)

Table 1: The effect of P on the date of tasseling (Cd) year(1), P-supply(2), the sum of degree(3), P-effect(4), deficient(5), well supplied(6), \* means that the value was significant on 5% probability level(7)

A növények végső levélszáma nem különbözött szignifikánsan a foszforellátottság hatására egyik évben sem. Sőt az évek között a foszfortól függetlenül sem volt eltérés, 2001. és 2002. években a végső levélszám a vizsgált kukoricafajtánál (STIRA) egységesen 18 körül volt. Ezek szerint a foszfor hatása a fejlődés sebességére nem a levélinicializálásban, hanem az egyes levelek megjelenéséhez szükséges hőidő nagyságában jelenik meg.

A 2. táblázatban a 2001. évi részletesebb megfigyeléseink alapján összehasonlítjuk a levelek megjelenési sebességeit, vagyis annak reciprokait, a fillokron intervallumokat egy korábbi és egy későbbi fejlődési szakaszban. Amint látható az első 10 levél megjelenésének sebességét befolyásolja a foszforellátottság, míg a későbbiekét már nem. Ezért indokolt a fillokron intervallum fejlődési szakaszonként eltérő értékének figyelembe vétele a modellezési munkákban. Megfigyelhető az is, hogy a foszforhiányos kezelésben nincs lényeges eltérés a fiatalabb kori és a későbbi levelek fillokronjai között. Ez a megfigyelés is közvetlenül hasznosítható – megfelelő további igazolás után – a foszforhatásnak a fejlődési modellbe való beépítésénél.

P-hatás a fillokon hosszára ( $^{\circ}\text{Cd}$ )

P-ellátottság(1)	Effektív hőösszeg a megfigyelés napjáig ( $\sum^{\circ}\text{Cd}$ )(2)	Effektív hőösszeg a szakaszokban ( $\sum^{\circ}\text{Cd}$ )(3)	Levélszám a megfigyeléskor(4)	Fillokon ( $\sum^{\circ}\text{Cd}/\text{leaf tip}$ )(5)	P-hatás ( $\Delta^{\circ}\text{Cd}$ )(6)
Hiányos(7)	319	319	9,4	38,1	5,5*
Jól ellátott(8)	319	319	10,8	32,6	
Hiányos(7)	504	185	14,4	37,0	-0,7
Jól ellátott(8)	504	185	15,7	37,6	

A táblázatban a „\*”  $\alpha=5\%$ -on szignifikáns eltérést jelez.(9)

Table 2: The effect of P on phyllochron interval (Cd)

P-supply(1), the observed parameters are: the sum of effective degree. day till the date of observation ( $\sum^{\circ}\text{Cd}$ )(2), the sum of effective degree.day during the observed phases ( $\sum^{\circ}\text{Cd}$ )(3), leaf number(4), phyllochron ( $\sum^{\circ}\text{Cd}/\text{leaf tip}$ )(5), P-effect(6), deficient(7), well supplied(8), \* means that the value was significant on 5% probability level(9)

## IRODALOM

- Elliot, D. E.-Reuter, D. J.-Reddy, G. D.-Abbot, R. J. (1997): Phosphorus nutrition of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) I. Effects of phosphorus supply on plant symptoms, yield, components of yield, and plant phosphorus uptake. *Aust. J. of Plant Physiol.*, 6. 149-164.
- Hanway, J. J. (1963): Growth stages of corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.* 55. 487-492.
- Kiniry, J. R.-Bonhomme, R. (1991): Predicting maize phenology, in *Predicting Crop Phenology*, Hodges, T., Ed., CRC Press, Boca Raton, FL, chap. 10.
- Radin, J. W.-Eidenbock, M. P. (1984): Hydraulic conductance as a factor limiting leaf expansion of phosphorus deficient couon plants. *Plant Physiol.* 75. 372-377.
- Ritchie, J. T.-NeSmith, D. S. (1991): Temperature and Crop Development, in *Modeling Plant and Soil Systems – Agronomy Monograph*, 31. 5-29.
- Rodríguez, D. (1998): Understanding growth limitattion in wheat and sunflower under low phosphorus conditions. PhD thesis Wageningen Agricultural University, The Netherlands
- Rodríguez, D.-Santa Maria, G. E.-Pomar, M. C. (1994): Phosphorus deficiency affects the early development of wheat plants. *J. Agron. And Crop Sci.*, 173. 69-72.
- Rossiter, R. C. (1978): Phosphorus deficiency and flowering in subterranean clover (*Tr. Subterrannum* L.) *Ann. Bot. (London)* [N.S.] 42. 325-329.
- Stefanovits P. (1981): Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Zsigrai Gy. (1999): A műtrágyázás hatása a talaj néhány kémiai tulajdonságára és a kukorica termésére tartamkísérletekben. Doktori értekezés, Debrecen