

# **AZ ÖKOLÓGIAI ADOTTSÁGOK ÉS A NÖVÉNYI TERMÉS KÖZÖTTI KAPCSOLAT MODELLEZÉSE**

**Huzsvai László**

*Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Kutatásmódszertan és Statisztika Tanszék, 4032  
Debrecen, Böszörményi út 138.  
E-mail: huzsvai.laszlo@econ.unideb.hu*

## **ÖSSZEFOGLALÁS**

Juhász-Nagy Pál értelmezésében az ökológia azzal foglalkozik, hogy miért nem élhetnek az élőlények bárhol, bármikor, bármekkora számban a Földön, az emberi populációt is beleértve. Egy terület népességeltartó képessége döntő mértékben az ökológia adottságoktól függ. Az adottságok kihasználását azonban a mindenkori technológia fejlettsége befolyásolja. Az időjárás elemei közül a csapadék a talaj közvetítésével hasznosul a növények számára. A talaj pillanatnyi nedvességekészlete befolyásolja a műtrágya hasznosulását is, és nem a lehullott csapadék mennyisége, ezért a környezeti tényezők közül ezt érdemes bevonni a modellezésbe. A tápanyag hasznosulásához vízre van szükség, több tápanyag több vizet igényel. Gyenge vagy közepes vízellátottságú esztendőekben a mérsékelt műtrágyaadagok hatékonyak, a jó vízellátottságú években a magasabb dózisok. A növénytermesztés során a hatékony műtrágyázás csak a talaj nedvességekészletének és a kiadagolt műtrágya mennyiségének összehangolásával, harmóniájával valósítható meg. Az Észak-alföldi régióban a kukorica agroökológiai potenciális termése (öntözés nélkül) 12-14 t/ha. A régió legjobb átlaga az elmúlt időszakban 7,5-8 t/ha körül alakult. Ebből adódóan az agroökológia potenciált jelenleg 60 százalékban használjuk ki. A többi gabonanövényünkénél hasonló a helyzet, azonban sok termesztett növényünkénél az agroökológiai potenciálnak csak a töredékét közelítjük meg.

## **BEVEZETÉS**

Juhász-Nagy Pál értelmezésében az ökológia azzal foglalkozik, hogy miért nem élhetnek az élőlények bárhol, bármikor, bármekkora számban a Földön, az emberi populációt is beleértve. Egy terület népességeltartó képessége döntő mértékben az ökológia adottságoktól függ. Az adottságok kihasználását azonban a mindenkori technológia fejlettsége határozza meg. A növények termését edafikus és klimatikus tényezők határozzák meg. Az edafikus tényezők közül a talaj tápanyag és vízszolgáltató képessége a döntő. A klimatikus tényezőkön belül a napenergia, hőmérséklet és csapadék a legfontosabb.

Mivel a növények a vizet a gyökerükön keresztül veszik fel, ezért nem a csapadék mennyisége, hanem a talajban található, növények számára hasznosítható víz mennyisége

a döntő. Természetesen ezt a mennyiséget a csapadék is erősen befolyásolja. A termés nagyságának megbecsléséhez ezért nélkülözhetetlen a talaj nedvességekészletének folyamatos ismerete.

### **A Észak-alföldi régió edafikus jellemzői**

A régió talajainak tápanyag-ellátottsági besorolásához az alábbi tényezőket vettem figyelembe: termőhelyi kategória, Arany-féle kötöttségi szám,  $\text{CaCO}_3$  tartalom %-ban, humusz,  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$  és  $\text{AL-K}_2\text{O}$ . A termőhelyi kategóriába sorolást a terület genetikus talajtérképének és a helyi talajtani sajátosságok ismeretének birtokában lehet elvégezni.

A nyugati részen főként csernozjomok és réti talajok találhatók, jelentős még a szikes területek kiterjedése. A nitrogénellátottság közepes vagy kismértékben jobb. A csernozjom és laza talajok fele jó, a réti és szikes talajok fele közepesen ellátott nitrogénnel. A foszforellátottság ezeken a területen jó. A réti és szikes talajok foszforellátottsága a területi átlagnak megfelelő, míg a csernozjom talajoké gyengébb, a laza talajok jobban ellátottak. A kálium ellátottság szintén jó. Az igen gyengén, gyengén és közepesen ellátott területek összességükben kisebbek, mint az igen jó ellátottságú talajok területe. Csernozjomok és laza talajok esetén az igen jó ellátottság a meghatározó, a nagyobb agyagtartalmú, kötöttebb réti és szikes talajok viszont csak közepesen jól ellátottak (BARANYAI et. al., 1987).

Az Észak-alföldi régió középső részén a csernozjom típusú talajok vannak túlsúlyban, jelentős még a harmadik termőhelybe tartozó réti jellegű talajok is. A laza, homokos és kötött, szikes talajok részesedése kicsi. Az egyes termőhelyek térben is jól elhatárolhatók (hajdúsági löszhát, bihari rét, szikes területek, stb.). A nitrogénellátottság átlagban közepesen jó. A csernozjomok ellátottsága egyértelműen jó. A kötött réti talajok ellátottsága közepesen jó, a szikeseké változó (közepestől igen jóig terjed). A laza homokos területek nitrogénellátottsága döntően gyenge-közepes. A foszforellátottság már kevésbé kedvező, azonban még így is zömében közepes és jó. Az igen gyengén ellátott területek elhanyagolhatóan kicsik. A csernozjomok és a kötött réti talajok ellátottsága közel azonos módon alakul, a közepes és jó kategóriák a meghatározók. A homoktalajoknál a jó, a szikes talajoknál az igen jó ellátottság képviseli a legnagyobb területi arányt. A káliumot illetően már kedvezőbb a helyzet. Az átlagos ellátottság jó. A csernozjom talajok káliumellátottsága jó, a réti talajoké közepes, míg a szikeseké gyenge-

közepes. A laza homoktalajokon a közepes, jó és igen jó ellátottságú területek részesedése közel azonos (BARANYAI et. al., 1987).

A régió keleti részén a talajok fizikai összetétele nagyon heterogén képet mutat. A legnagyobb részarányúak a laza homoktalajok és a réti talajok. A nitrogénellátottság az országban itt a leggyengébb. Az erdőtalajok nitrogénellátottsága a leggyengébb. A homok és csernozjom talajok ellátottsága igen gyenge, gyenge, a réti talajoké jobb, gyenge-közepes. A foszforellátottság közepes-jó. A csernozjom talajoknál közepes, a lazatalajoknál jó, az erdőtalajoknál a jó és igen jó ellátottság a meghatározó. A réti talajok ettől eltérnek, mivel az igen gyenge kategóriát kivéve a többi közel azonos részarányban fordul elő. A káliumellátottság a foszforénál rosszabb, de kiegyensúlyozottan közepes-jó. Az erdőtalajok és csernozjom jellegű talajok közepes-jó, a réti talajok gyenge-közepes ellátottságúak. A többi termőhely káliumellátottsága erősen szóródik. A magnéziumellátottság az egész régió területén jó (BARANYAI et. al., 1987).

A fentiek alapján elmondható, hogy a régió nyugati részén zömében közepes és jó, a középső részén jó, a keleti részén viszont gyenge a nitrogénellátottság. A régió talajainak átlagos foszforellátottsága jó. A káliumellátottság viszont nyugatról kelet felé haladva csökken. A nyugati részen jó illetve igen jó ellátottsági kategóriákba tartoznak a talajok, a középső részen közepes, jó és keleti részen zömében csak közepes káliumellátottságra számíthatunk.

### **A Észak-alföldi régió klimatikus jellemzői**

Az éghajlat nagyfokú változékonysága a termelés egyik legnagyobb kockázati tényezője, amellyel folyamatosan számolni kell a korszerű mezőgazdaság keretén belül is. Évtizedeken, esetleg évszázadokon át az éghajlat állandóságát tételezték fel, amely természetesen ellentmond minden természeti törvénynek, hiszen miként a Föld mint égitest, úgy maga a légkör is folyamatos átalakuláson megy keresztül, csupán a változás üteme rendkívül csekély, és nehezen mérhető. Ez a magyarázata annak, hogy korábban a klímát állandó tényezőnek tekintették. Napjainkra ez a nézet módosult, egyre gyakrabban esik szó az éghajlatváltozásról. A különböző években az eltérő hőmérséklet és csapadékmennyiség, valamint annak eloszlása közel azonos természeti feltételek esetén is jelentősen befolyásolhatja a termésmennyiségét. A régióra jellemző utóbbi harminc év átlagos meteorológiai jellemzőit mutatja az 1., 2. és 3. táblázat.

1. táblázat: Az Észak-alföldi régió napsütéses órái. Forrás: Országos Meteorológia Szolgálat

hónap	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
napsütés	55	82	146	191	239	250	282	261	201	160	70	45

Az utóbbi száz évben jelentősen megnőtt az aszályos és a túlzottan csapadékos évek száma. Mindkettő károsan befolyásolja a szántóföldi növénytermesztést, és annak tervezhetőségét. LÁNG (1976) és MÁRTON (2002) felhívták a figyelmet az időjárás termés meghatározó szerepére. BERÉNYI (1956) is meghatározó tényezőnek tulajdonította a csapadék mennyiségét. Kutatási eredményei alapján megállapította, hogy a természetes vízellátottság 55-75 %-ban határozta meg a termések nagyságát. Szoros kapcsolatot állapítottak meg az „évhatás” és a növények tápanyag-ellátottsága és a termés között (CSATHÓ et al., 1991; KÁDÁR, 1992; JOLÁNKAI et al., 1999; MÁRTON, 2000).

2. táblázat: Az Észak-alföldi régió havi hőmérsékletei (°C). Forrás: Országos Meteorológia Szolgálat

hónap	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
közép	-2,6	0,2	5,1	10,7	15,8	18,7	20,3	19,6	15,8	10,3	4,5	-0,2
maximum	0,6	4,1	10,4	16,6	21,7	24,6	26,5	26,1	22,4	16,5	8,5	2,6
minimum	-5,5	-3,0	0,6	5,4	10,1	13,1	14,4	13,7	10,3	5,3	1,3	-2,8

Az időjárás - mivel szabályozza a termőhely hő- és nedvességellátottságát - hatással van a talajban lejátszódó anyagátalakulásra, a növények növekedésére, tápanyagfelvételére, így a trágya érvényesülésére is.

3. táblázat: Az Észak-alföldi régió havi csapadék adatai (mm). Forrás: Országos Meteorológia Szolgálat

hónap	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
csapadék	37	30	34	42	59	80	65	61	38	31	45	44

## Az ökológiai adottságok és a növényi termés közötti kapcsolat

Jelen tanulmányban egy egyszerű, általam fejlesztett, kapacitív modellt ismertetek, mely jól használható a régió egyik jellemző és meghatározó talajtípusa, a csernozjom talaj és a növényi termés közötti kapcsolat elemzésére. A modell segítségével meghatározható a növények számára felvehető nedvességkészlet. A mérleg módszeren alapuló számítás során a napi meteorológia adatok ismeretében naponta határoztam meg a 110 cm-es talajszelvény felvehető vízkészletét.

A számításhoz ismerni kell: a talajszelvény átlagos szabadföldi vízkapacitását, holtvíztartalmát, a potenciális és tényleges evaporációt. A potenciális párolgás meghatározásához SZÁSZ (1971) módszerét, a tényleges evaporációhoz általam kidolgozott algoritmust használtam.

A modell validálását a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ Látóképi Kísérleti Telepén, közép kötött mészlepedékes csernozjom talajon beállított többletgyezős kísérletben végeztem 1990 és 2004-es adatokon.

A műtrágyázott parcellák termésbecsléséhez először a nem trágyázott kukorica termését modelleztem a vízkészlet függvényében. Az egyszerű számíthatóság miatt a májusi, júniusi, júliusi és augusztusi havi átlagos könnyen felvehető nedvességkészletet határoztam meg a talaj egyméteres szelvényében. Mivel a termés hónapról-hónapra a száraanyag felhalmozódása során alakul ki, ezért egy egyszerű additív lineáris függvényt választottam, amely az alábbi volt:

$$Y = b_0 + b_1 DV_V + b_2 DV_{VI} + b_3 DV_{VII} + b_4 DV_{VIII}$$

ahol:

$Y$  : termés (t/ha)

$b_0 \dots b_4$  : a regressziós egyenes együtthatói

$DV_V \dots DV_{VIII}$  : diszponibilis vízkészlet májustól augusztusig (mm)

4. táblázat: A regresszió-analízis eredménye. Forrás: Saját számítás

	Unstandardized Coefficients B	Std. Error	Standardized Coefficients Beta
b0	3,142	,496	
b1	8,975E-03	,005	,263
b2	-2,163E-03	,010	-,071
b3	1,658E-02	,009	,651
b4	6,387E-06	,005	,000

Az illesztés eredményét a 4. táblázat mutatja. A standardizált értékek alapján az évenkénti termésingadozást legnagyobb mértékben a július havi talaj nedvességekészlet, majd a májusi vízellátottság határozza meg. A júniusi és augusztusi talaj nedvességekészlet a vizsgált időszakban (1990-2004) nem változott olyan mértékben, hogy az évenkénti termésingadozás leírásához érdemes lenne bevonni őket a modellbe. A regressziós egyenes segítségével a havi talaj nedvességekészletek ismeretében az elmúlt tizenöt évben kialakult kukoricatermést 570 kg/ha pontossággal tudtam meghatározni, ez 10%-on belüli hibát jelent, a többszörös r-érték: 0,805. Ellenőrzésként a számításokat elvégeztem a havi lehullott csapadék mennyiségével is. A becslés hibája ekkor közel háromszorosára, 1 650 kg/ha-ra nőtt. Ez is igazolja, hogy a növények termését döntő mértékben nem a csapadék mennyisége, hanem a talaj vízszolgáltató képessége határozza meg.

Több évtizedes tartamkísérletek eredményei alapján tudjuk, hogy a műtrágyázás termésmenvelő hatása évről-évre változik, melyet döntő mértékben szintén a talaj vízszolgáltató képessége határoz meg. Amikor alacsony a termés – amikor nem kedvező a vízellátottság a kukorica számára – a nagyobb műtrágyaadagok gyakran termésdepressziót okoznak. Jó vízellátottságú esztendőkből a magasabb műtrágyaadagok tovább fokozzák a termést, csak ritkán vagy egyáltalán nem lép fel depresszió, a görbe nem hajlik vissza. A gyakorlatban sokszor alkalmazott másodfokú függvény helyett ebben az esetben az összefüggés telítődési függvénnyel írható le pontosabban.

Vajon létezik-e univerzális módszer, amely a vizsgált időszakban elfogadható pontossággal írja le a műtrágyázás termésre gyakorolt hatását?

Az általánosan használt másodfokú függvényt ezért átalakítottam, figyelembe vettem a talaj évenként, ill. havonként erősen változó vízkészletét is. A módosított függvény az alábbi alakú volt:

$$Y = b_1 DV_V + b_2 DV_{VII} + b_3 N + b_4 N^2$$

ahol:

$Y$  : a trágyázott kukorica termése (t/ha)

$b_1 \dots b_4$  : a regressziós egyenes együtthatói

$DV_V \dots DV_{VII}$  : diszponibilis vízkészlet május és július (mm)

$N$  : nitrogén műtrágya mennyisége (kg/ha)

Az 5. táblázat a regresszió-analízis eredményét mutatja. A regressziós függvény segítségével a trágyázott parcellák terméseit átlagban 1 t/ha-os pontossággal tudjuk

megbecsülni. Ez jóval nagyobb hiba, mint a nem trágyázott parcelláknál kapott eltérés, a többszörös r-érték: 0,72.

Ennél sokkal pontosabb eredményt (a becslés hibája ilyenkor 100-200 kg/ha-ra is csökkenhet) akkor kapunk, ha évente határozzuk meg a másodfokú függvény paramétereit, de ebben az esetben nem általánosítható a megoldás, nem használható jövőbeli előrejelzésre a modell.

Az előzőek alapján elmondható, hogy az időjárás napjaink modern termesztéstechnológiája mellett is jelentősen módosítja az agrotechnikai beavatkozások hatását, hatékonyságát. Hosszú időszakokra is érvényes összefüggés leírására, ha egyszerű funkcionális modellt használunk, egyelőre az előrejelzés pontossága nem csökkenthető kukorica esetében 1 t/ha alá.

5. táblázat: A regresszió-analízis eredménye. Forrás: Saját számítás

	Unstandardized Coefficients B	Std. Error
b1	0.0283	0.00782
b2	0.0137	0.00679
b3	0.1092	0.01394
b4	-0.0005	0.00008

Azonban már egy ilyen egyszerű modell segítségével is jól jellemezhető az ökológiai adottság és a termés közötti kapcsolat.

## KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az időjárás elemei közül a csapadék a talaj közvetítésével hasznosul. A talaj pillanatnyi nedvességekészlete befolyásolja a műtrágya hasznosulását is, és nem a lehullott csapadék mennyisége, ezért a környezeti tényezők közül ezt érdemes bevonni az analízisbe. A tápanyag hasznosulásához vízre van szükség, több tápanyag több vizet igényel. Gyenge vagy közepes vízellátottságú esztendőkből a mérsékelt műtrágyaadagok hatékonyak, a jó vízellátottságú években a magasabb dózisok. A növénytermesztés során a hatékony műtrágyázás csak a talaj nedvességekészletének és a kiadagolt műtrágya mennyiségének összehangolásával, harmóniájával valósítható meg.

Az Észak-alföldi régióban a kukorica agroökológiai potenciális termése (öntözés nélkül) 12-14 t/ha. A régió legjobb átlaga az elmúlt időszakban 7,5-8 t/ha körül alakult. Ebből adódóan az agroökológia potenciált jelenleg 60 százalékban használjuk ki. A többi

gabonanövényünkénél hasonló a helyzet, azonban sok termesztett növényünkénél az agroökológiai potenciálnak csak a töredékét közelítjük meg.

## **IRODALOMJEGYZÉK**

- BARANYAI F. – FEKETE A. – KOVÁCS I., 1987: A magyarországi talajtápanyag-vizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 189 p.
- BERÉNYI, D, 1956: A cukorrépa termésátlaga és az időjárási elemek közötti összefüggés. (Correlation between sugar beet yield averages and weather components.) Acta Univ. Debr. L., 3, 229-249.
- CSATHÓ, P., LÁSZTITY, B., SARKADI, J., 1991: Az "évjárat" hatása a kukorica termésére és tennéselemeire P-műtrágyázási tartamkísérletben. (Effect of year on yield and yield elements of maize in P-fertilization long-term trial.) Növénytermelés, 40, 4: 339-351.
- JOLÁNKAI, M., MENYHÉRT, Z., SZÉLL, E., 1999: Fajtaérték a növénytermesztésben. (Value of varieties in crop production.) In: Ruzsányi, L., Pepó P. (eds.), Növénytermesztés és környezetvédelem. MTA, Budapest.
- JUHÁSZ-NAGY P., 1984: Beszélgetések az ökológiáról, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- KÁDÁR, I. (1992): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. (Basic Principles and Methods of Plant Nutrition.) MTA TAKI, Budapest, 398.
- LÁNG, G., 1976: Szántóföldi növénytermesztés. (Field Crop Production.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- MÁRTON, L., 2000: Az NPK műtrágyázás hatása a burgonya (*Solanum tuberosum* L.) termésére. (Effect of NPK fertilization on the yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). PhD Thesis, VE, Keszthely, 136 p.
- MÁRTON, L., 2002: Az évhatás elemzése az északkelet-magyarországi, nyírlugosi műtrágyázási tartamkísérletben. A természetes csapadék és a tápanyagellátottság hatása a burgonya (*Solanum tuberosum* L.) termésére. (Analysis of year effect in a long-term fertilisation experiment in Nyírlugos (North-East Hungary). Effect of rainfall and nutrient supplies on the yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). Növénytermelés, 51, 71-87.
- SZÁSZ, G., 1971: A természetes csapadékviszonyokra épülő növénytenyésztés agrometeorológiai kérdései Magyarországon. (Agrometeorological questions involved in crop production based on natural precipitation in Hungary.) MTA X Oszt. Közl., 4, 187-198.