

Pepó Péter

A NÖVÉNYI MODELLEK SZEREPE A NÖVÉNYTERMESZTÉS VERSENYKÉPESSÉGÉNEK A NÖVELÉSÉBEN

A növénytermesztés különleges helyet foglal el az agrárvertikumban. Ez az ágazat az, amelyben a primer szerves anyagokat megtermelik, a létrehozott növényi termékek pedig alapvető szerepet játszanak a humán táplálkozásban, az állattenyésztés takarmánybázisának biztosításában, egyre növekvő mértékben a különböző iparágak nyersanyagainak előállításában, valamint a megújuló energiatermelésben. A közvetlen termelés mellett azonban nem elhanyagolható az a szerep sem, amelyet a multifunkcionális növénytermesztés a vidékfejlesztésben, a vidéki lakosság foglalkoztatásában, a környezetvédelemben, a tájvédelemben tölt be. Az elmúlt évtizedekben jelentős különbségek alakultak ki a fejlett és a fejlődő országok növénytermesztésének céljai, azok megvalósításának módjai, az alkalmazott technológia modelljei között. A fejlett országokban a növénytermesztés átlagos, ill. intenzív input felhasználással, korszerű genotípusokkal, a termesztéstechnológia nagymértékű gépesítésével, precíziós agrotechnika alkalmazásával jelentős termésátlagokat ért el. Mivel ezen országok lakosságának száma stagnál vagy csak rendkívül mérsékelt ütemben növekszik, így a növényi termékek mennyisége nem csak fedezi, hanem meg is haladja a szükségleteket. A fejlődő országokban eltérő a helyzet. Növénytermesztési modelljük elsősorban a tradicionális földhasználatra, a kézi munkaerő kiterjedt használatára, a mérsékelt ipari input felhasználásra épül. Ugyanakkor esetükben nem csak azzal kell számolni, hogy a lakosság egy bizonyos része nem jut megfelelő élelmiszerhez, hanem azzal is, hogy a feltörekvő gazdaságú országok egy részében (pl. Kína, India stb.) olyan népességcsoportok alakultak ki, melyek a fejlett országok átlagpolgárának vásárlóerejével rendelkeznek, ennek megfelelő, minőségi növényi termékeket igényelnek.

Az emberiség előtt álló kihívások közül – sok egyéb mellett – kiemelten fontos, hogy a Föld gyorsan növekvő népességének élelmezését, és egyéb növényi termékekkel történő ellátását úgy tudjuk biztosítani, hogy az új növénytermesztési technológiák, modellek ne befolyásolják kedvezőtlenül a környezeti feltételeket. A Föld szántóterületének nagysága évtizedek óta alig növekszik. Jelenleg a szárazföldi terület mintegy 10–11%-át használjuk szántóföldi művelésre. En-

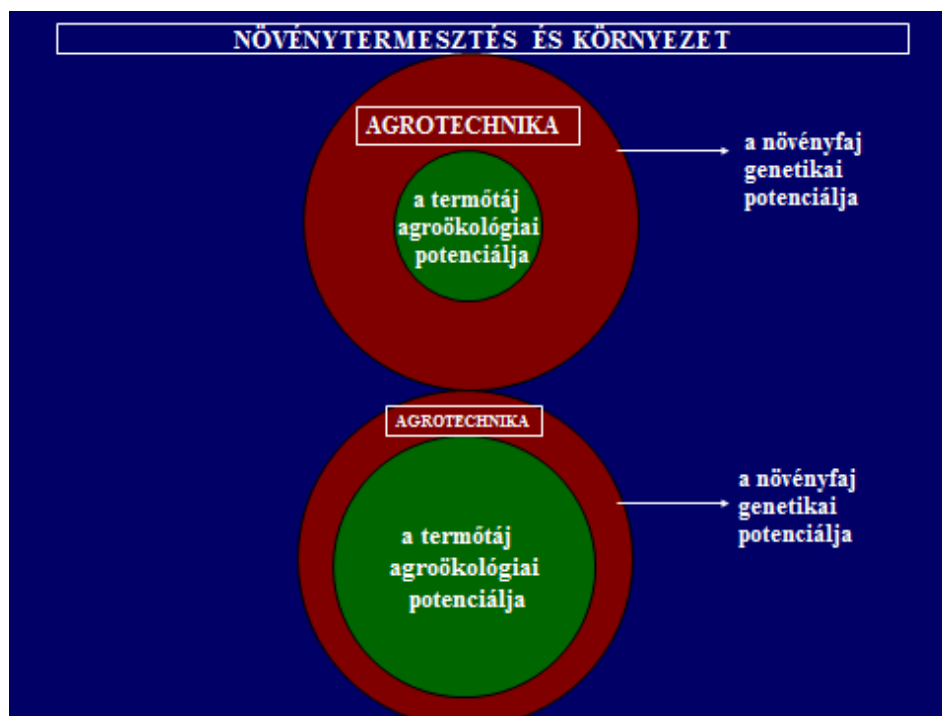
nek jelentős növekedése a jövőben sem várható. A világ népességének – döntően a fejlődő országokban bekövetkezett – gyors növekedése miatt az egy főre vetített szántóföld mennyisége az elmúlt 50–60 évben mintegy a felére csökkent (0,42 ha/főről 0,20 ha/főre). A csökkenés mértéke kontinensenként, ill. országonként eltérő nagyságú volt. Magyarország kifejezetten kedvező helyzetben van a szántóterületet illetően, mivel ez a fajlagos érték több mint kétszerese (0,46 ha/fő) a világtátlagnak. A termőföld a nemzeti vagyoni részét képezi, amelynek mennyiségi és minőségi megtartására kiemelt figyelmet kell fordítanunk mind a jelenben, mind a jövőben.

A Föld szárazulatának 10–11%-át hasznosítjuk szántóföldi művelésre, de ezen a területen számos kedvezőtlen ökológiai feltétel korlátozza a termelést. A világ szántóterületének mindössze 11%-a az, amelyen nincs termelést gátló tényező. A negatív ökológiai feltételek közül a szárazság, a tápanyag-stressz, a sekély termőréteg, a túlnedvesedés, a fagy jelenti a szántóföldi növénytermesztést korlátozó tényezőket (1. táblázat). Nem véletlen az az elmúlt évtizedekben kezdődött és a napjainkban egyre erőteljesebbé váló folyamat, amelyben a túlnedvesedett, vagy fejlett, de korlátozott szántóterülettel rendelkező országok egyre nagyobb földterületet vásárolnak meg, vagy bérelnék hosszú távra, elsősorban a fejlődő országokban.

Kontinens	Szárazság	Tápanyag-stressz	Sekély termőréteg	Túlbőnedvesedés	Állandó fagy	Nincsgátlótényező
Európa	8	33	12	8	3	36
Közép-Amerika	32	16	17	10		25
Észak-Amerika	20	22	10	10	16	22
Dél-Ázsia	43	5	23	11		18
Afrika	44	18	13	9		16
Dél-Amerika	17	47	11	10		15
Ausztrália	55	6	8	16		15
Délkelet-Ázsia	2	58	6	19		15
Észak- és Közép-Ázsia	17	9	38	13	13	10
Világtátlag	28	23	22	10	6	11

1. táblázat. A talaj termékenységét gátló főbb tényezők a Földön
(az összes terület %-ában)

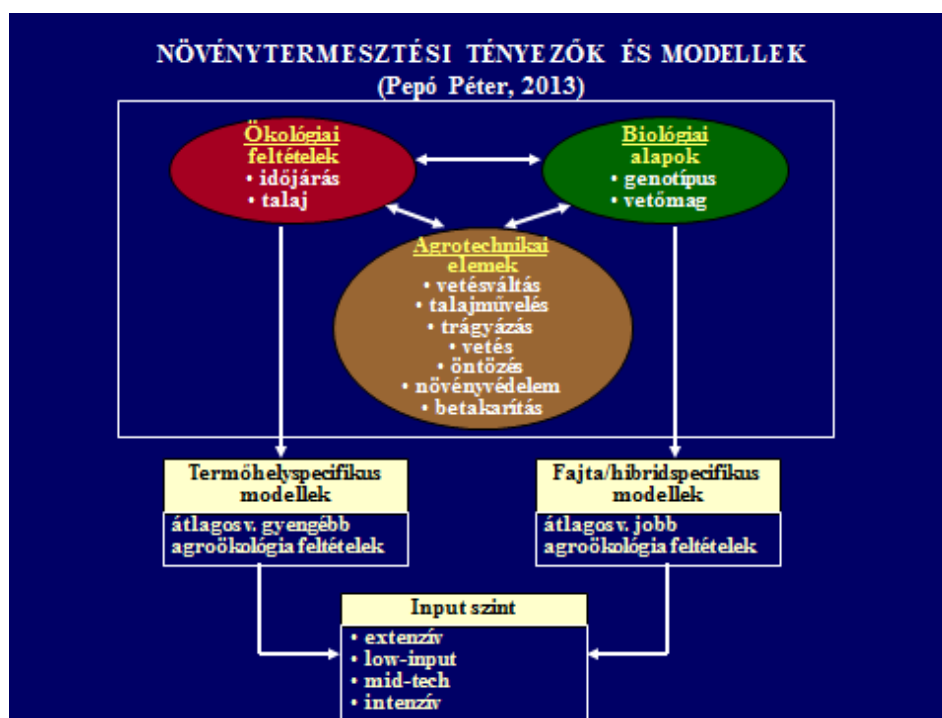
Általános megközelítésben a növénytermesztési technológiák olyan mesterséges ökológiai rendszerek, amelyben az antropogén beavatkozásokkal, mesterséges inputok bevitelével tartjuk fenn a számunkra kedvező, meghatározott termelési célokat szolgáló növényi populációkat. Ebből a szempontból különösen fontos, hogy adott ökológiai feltételek mellett milyen növényfajt, azon belül milyen genotípust választunk. A termesztett növényfaj terméspotenciáljának realizálásához több-kevesebb inputot kell a növénytermesztési folyamatban felhasználnunk. Minél inkább eltér a faj ökológiai optimum értékeitől a termőhely tényleges környezeti feltétele (időjárás, talaj, domborzat, gyomok, betegségek stb.), annál nagyobb agrotechnikai input felhasználására lesz szükségünk a termesztett növényfaj terméspotenciáljának a realizálásához. Ez jelentősen ronthatja a termesztéstechnológia agronómiai és ökonómiai hatékonyságát (1. ábra).



1. ábra

A növénytermesztési modellek kialakításánál a növénytermesztési folyamatban ható tényezők összhangjának megteremtésére szükséges törekednünk. Ezek a tényezők a következők: agroökológiai feltételek, biológiai alapok, agrotechnikai elemek. Minél kedvezőbb e tényezőcsoportok közötti interaktív harmonizáció, annál nagyobb termés mennyiséget, minőséget és termésbiztonságot lehet adott feltételek mellett realizálni. A növénytermesztési modellek kialakításánál különösen fontosak a környezeti, agroökológiai feltételek. Ha a környezeti feltételek az átlagosnál kedvezőtlenebbek, akkor ezeket a tényezőket kell döntő mértékben figyelembe venni részben a genotípus megválasztásánál (adaptív faj-

ta/hibrid), részben az agrotechnika (pl. vetésváltás, talajművelés, tápanyagellátás stb.) kialakításánál. Kedvező ökológiai feltételek esetén a növényi termelést jelentősen korlátozó környezeti feltételek kevésbé jelentkeznek, ennek következtében olyan nagy terméspotenciálú genotípus megválasztása indokolt, amelynek speciális agrotechnikai igényét, reakcióit (pl. műtrágya-, tőszám-, vetésidő-, öntözési-reakció stb.) vesszük elsődlegesen figyelembe. Ezek az előbbieken ismertetett termőhely- és fajtaspecifikus növénytermesztési modellek a gyakorlatban az esetek döntő hányadában nem tisztán, hanem vegyesen kerülhetnek alkalmazásra, mindig mérlegelve az ökológiai és biológiai feltételeket (2. ábra). Ezek a növényi modellek eltérő input felhasználási szinten valósulhatnak meg (extenzív, low-input, mid-tech, intenzív).



2. ábra

A növényi modellek kialakítása a szántóföldi növénytermesztési technológiák esetében több szempontból is indokolt:

- A változatos ökológiai adottságokhoz történő jobb adaptáció, a természeti erőforrások hatékonyabb kihasználása.
- Eltérő üzemi méretek, műszaki-technikai feltételek, szellemi-szakmai tudásszint.
- A fajtaportfólió bővülése.

- Növekvő piaci igények a magas szintű és differenciált minőségű növényi termékek iránt.
- Környezetvédelmi feltételek teljesítése.
- A minőségbiztosítás, az élelmiszer- és takarmánybiztonság szigorodó előírásainak betartása.
- Versenyképesség, jövedelmezőség javítása.

Az elmúlt évtizedekben különösen intenzíven foglalkoztak a kutatók növényi modellek készítésével. Ha teljesen leegyszerűsítjük a növényi modellek csoportosítását, akkor alapvetően két típusát különböztethetjük meg:

- számítógépes növényi modellek
- agronómiai növényi modellek.

A számítógépes növényi modellek különböző input adatok (pl. időjárási, talajtani, növényi, agrotechnikai stb.) felhasználásával, speciális software segítségével képezik le leegyszerűsített módon a növénytermesztési térben lejátszódó folyamatokat. Általában két modul (talaj és növény) futtatásával generálja azokat az output adatokat, amelyek a képződött biomasszára, a termés mennyiségére, minőségére, a talaj tápanyag- és vízforgalmára stb. vonatkoznak. A számítógépes modellek (CERES, DAISY, SOILN stb.) egyre fejlettebbek, egyre inkább megközelítik a növénytermesztési térben lejátszódó rendkívül összetett ökológiai és biológiai folyamatokat. Nem nélkülözhetik azonban azokat az inputokat, amelyek reális értékei nélkül a számítógépes software futtatása nem ad hasznosítható eredményt.

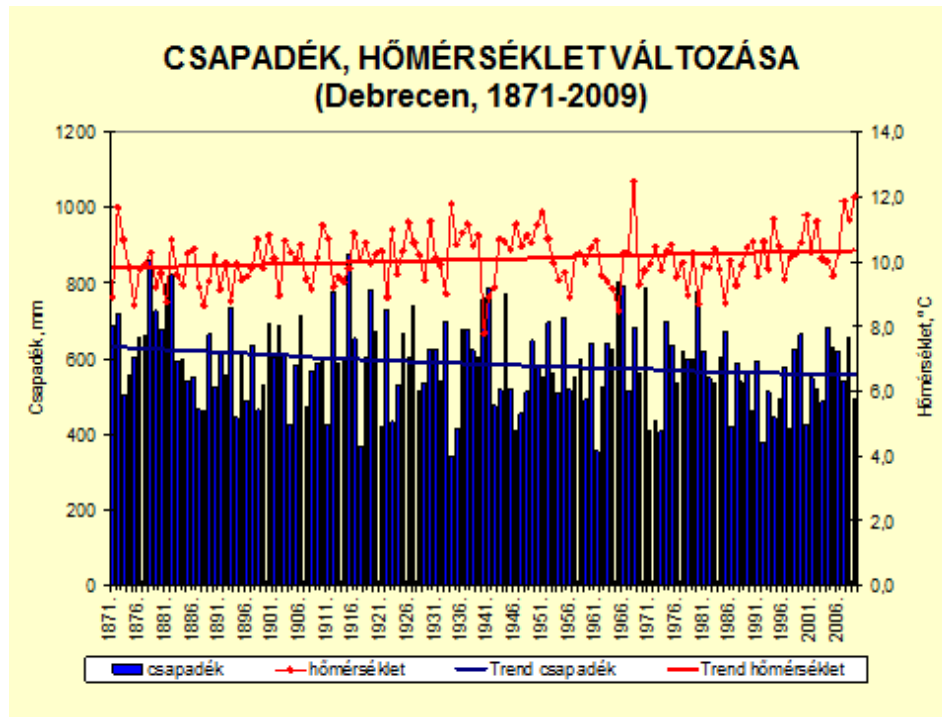
Az agronómiai típusú növényi modellek nélkülözhetetlenek a termesztéstechnológiák továbbfejlesztéséhez. Ezek alapját olyan tartam- és egyéb kísérletek jelentik, amelyek a növénytermesztési térben lejátszódó valós folyamatok eredményeinek (termés mennyisége, minősége, agronómiai, növényegészségügyi paraméterek stb.) meghatározására alkalmasak. Különösen fontosak a tartamkísérletek, amelyek az ökológiai, biológiai és agrotechnikai tényezők interaktív hatásainak meghatározását teszik lehetővé. Ilyen polifaktoriális kísérleteket folytatunk több évtizede a Debreceni Egyetem MÉK Növénytudományi Intézetében eltérő termőhelyeken. Ezek lehetőséget biztosítanak arra, hogy különböző szántóföldi növényi kultúrák jelentős számú növényi modelljét össze tudjuk hasonlítani.

A hazai vetésszerkezetre a gabonanövények túlsúlya jellemző. A kalászos gabonák és a kukorica együttes vetésterülete a szántóterület több mint 2/3-a (67–68%). Ezt a gabona túlsúlyt kisebb mértékben ellensúlyozza az olajnövények 20%-os aránya. A hazai rendkívül leegyszerűsödött vetésszerkezetet jól mutatja, hogy a 4 legnagyobb területen termesztett növényünk (búza, kukorica, napraforgó, repce) együttes vetésterülete 80–85%-ot foglal el. Ugyanakkor ezek a növények nem csak nagy területűek, hanem jellegzetesen eltérő ökológiai és agrotechnikai igényekkel jellemezhetők. Ezek a növények tehát kiválóan megfelelnek olyan modellnövényeknek, amelyek kutatási eredményei széleskörűen adaptálhatóak (2. táblázat):

Növény	Ökológiai adaptáció	Input szint	Kritikus agrotechnikai elem
Búza	átlagos – jó	extenzív – intenzív	tápanyag, növényvédelem
Kukorica	gyenge – átlagos	átlagos – intenzív	öntözés, tápanyag
Napraforgó	jó	extenzív – átlagos	vetésváltás, növényvédelem
Repce	gyenge	intenzív	talajművelés, vetés, regulátor

2. táblázat. Modell növények (Pepó Péter, 2013)

A növényi modellek összeállításának egyik alapvető feltétele a növénytermesztési tér ökológiai feltételeinek egzakt ismerete. Hazánk mérsékelt égövi, kontinentális klímája jelentős szélsőségekkel jellemezhető, melyek közül különösen meghatározó jellegű a vízellátás. Hazánk időjárásában a szélsőséges hidrológiai feltételek gyakran előfordulnak. Ezeket az időjárási szélsőségeket csak fokozza a klímaváltozás miatti átalakulás. A hazai elemi károk 42%-át az aszály, 18%-át pedig a belvíz idézte elő az elmúlt évtizedek során. Sajnálatos módon a hidrológiai szélsőségek megjelenésének a földrajzi körzete jelentős mértékben egybeesik. Az elmúlt időszakban az aszály és a belvíz a legnagyobb gyakorisággal az Alföldön fordult elő ezt csak kisebb mértékben tudták kompenzálni az ezeken a területeken található kedvező vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező talajok. A klímaváltozást jól jellemzik az adott régióban bekövetkező csapadék- és hőmérsékleti változások. A régiókban, Debrecenben a több évtizedes évi csapadékmennyiség az 1870–1890-es évek 634 mm-ről napjainkban 504 mm-re csökkent, miközben ugyanebben az időszakban az évi középhőmérséklet $+0,4^{\circ}\text{C}$ -kal növekedett (3. ábra). A csapadék mennyiségének éves csökkenése mellett komoly gondot okoz annak kedvezőtlen eloszlása. Különösen fontos a növényi modell kialakításánál a talajtípusoknak és tulajdonságaiknak az ismerete. Hazánk talajadottságai változatosak, általában kedvezőek. A változatosság, a sokféle talajgenetikai típus mellett növénytermesztési szempontból a másik jellemző tényező a mozaikosság, azaz egy-egy táblán belül eltérő talajtípusok/altípusok fordulnak elő, melyek eltérő agrotechnikai beavatkozásokat igényelnek (precíziós növénytermesztés). A növényi modellben ökológiai oldalról tehát kulcskérdés a vízellátás. A vízellátást az agrotechnikai elemek direkt és indirekt módon befolyásolhatják, az egyes agrotechnikai elemek között összetett interaktív hatások működnek, melyek egzakt meghatározásához rendkívül fontosak a tartamkísérletek.



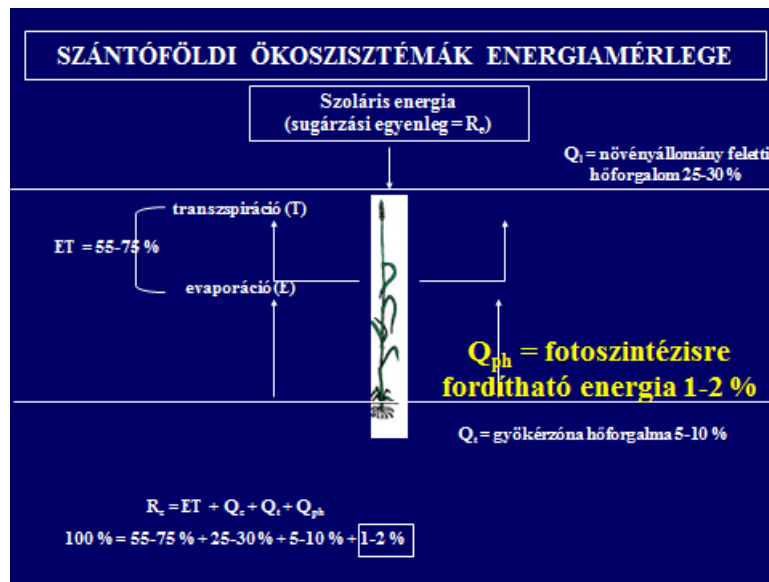
3. ábra

A növényi modell kialakításánál az ökológiai feltételek mellett rendkívül fontos a biológiai alapok helyes megválasztása. Hazánk évtizedek óta nyitott fajta-politikájának következtében a meghatározó szántóföldi növényi kultúrák államilag elismert fajtáinak/hibridjeinek a száma rendkívül bőséges. A búza esetében 100 körüli, a kukoricánál közel 400, a napraforgónál közel 100, a repcénél a 100-at meghaladja a minősített fajták/hibridek száma. Napjainkban sokkal nehezebb annak eldöntése, hogy adott ökológiai feltételek közé, adott intenzitási szintre melyik genotípust válasszuk. A fajta/hibrid-szám növekedése nem csak kvantitatív változásokat, hanem a portfólió kvalitatív átalakulását is jelentette párhuzamosan.

Az ökológiai és biológiai feltételek mellett a növénytermesztési modellek kialakításának harmadik tényezőcsoportját az agrotechnikai elemek jelentik. Valamennyi agrotechnikai elem hatással van a termés mennyiségére és minőségére, a tényezők hatása azonban a modellnövénytől függően jelentősen eltér egymástól.

A szántóföldi növénytermesztési rendszerekben a szoláris energia meglehetősen csekély hányada (1–2%) hasznosul, a fotoszintetikus folyamatokban szerves anyagok képződnek. Ezért a növényi modellek energetikai hatékonyságának növelése alapvető fontosságú. Az energiahasznosulás növelésének alapvetően két lehetőségét különböztetjük meg, amelyeket az esetek döntő hányadában együttesen, komplex módon alkalmazunk (4. ábra):

- nemesítési és növényfiziológiai módszerek
- ökológiai és agrotechnikai módszerek.



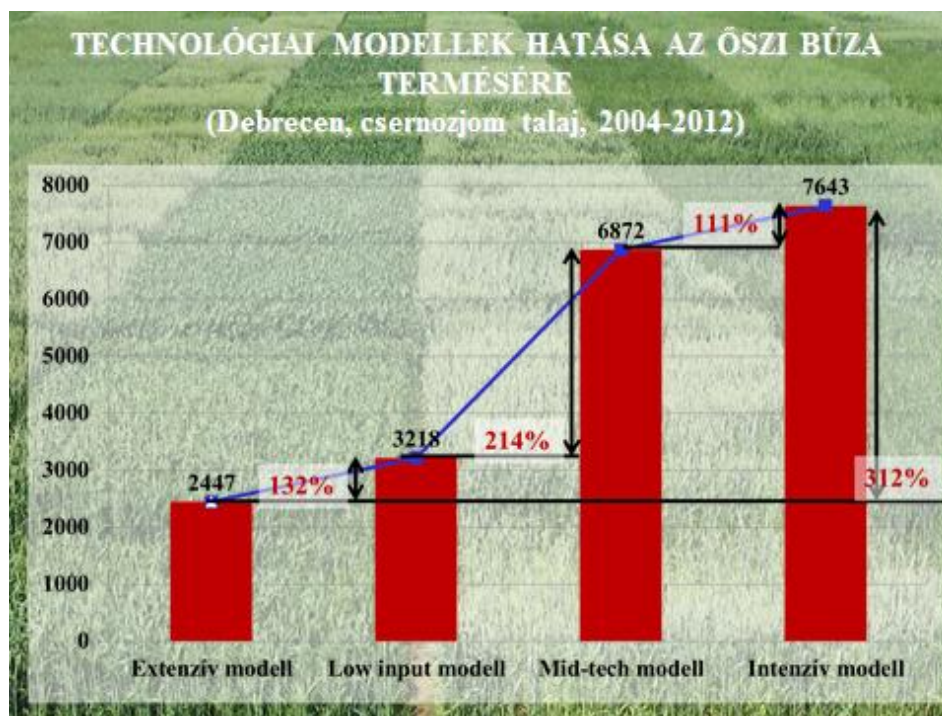
4. ábra

A nemesítési módszerek közül kiemelkedően fontos a növényállományok fotoszintetikus kapacitásának növelése a nagyobb levélterület (LAI), a kedvezőbb canopy-struktúra, a jobb LAI dinamika, a hosszabb aktív asszimilációs felület (LAD) kialakításával. A genotípus jobb energiahasznosítását érhetjük el nagyobb biomassza tömeg, kedvezőbb vegetatív source/generatív sink arány, jobb harvest index (HI) nemesítéssel történő megválasztásával. Fontos szerepet játszhat az abiotikus és biotikus stresszhatásokhoz jobban alkalmazkodó fajták/hibridek előállítása is. A növénytermesztési folyamatban felhasznált agrotechnikai inputokra hatékonyabban reagáló genotípusok előállítása ugyancsak az energiahasznosulást javíthatja.

Fontos az adott faj és azon belül a fajta/hibrid igényeinek legmegfelelőbb ökológiai feltételek biztosítása a jobb energiahasznosulás érdekében. Az agrotechnikai tényezők közül gyakorlatilag valamennyi (vetésváltás, talajművelés, tápanyagellátás, vetés, növényvédelem, öntözés, betakarítás) külön-külön és együttesen, kölcsönhatásaikban is befolyásolják a növényi modell energia input/output arányát, hatékonyságát.

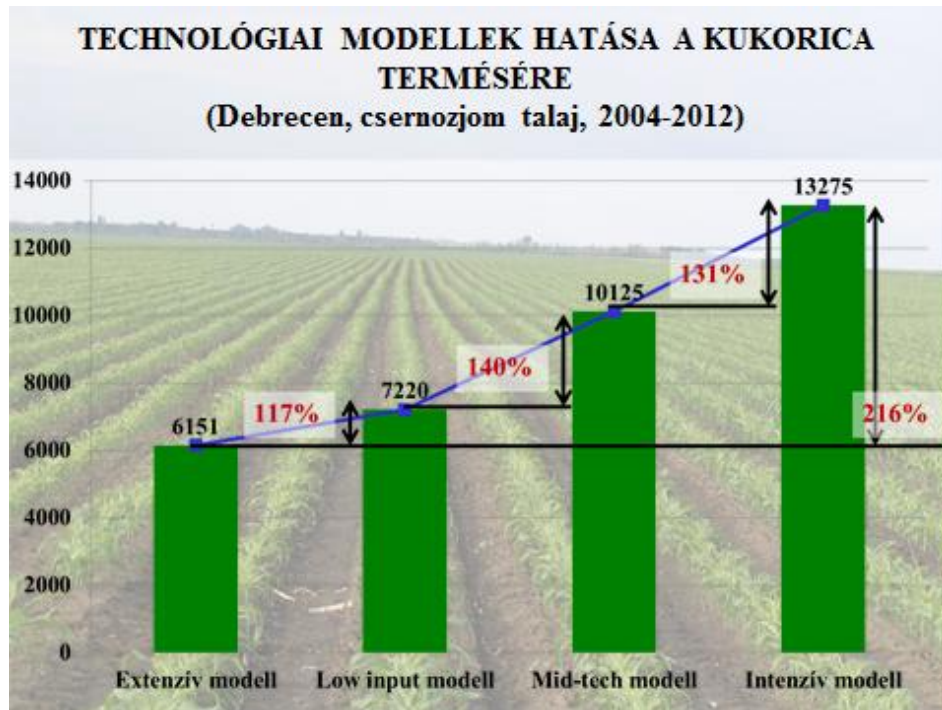
A tartam- és egyéb kísérletek eredményei – az előzőekben vázlatosan ismertetteknek megfelelően – hasznosan felhasználhatók különböző intenzitású növényi modellek összeállítására különböző modellnövényeknél. Több évtizedes kutatási eredményeink azt bizonyították, hogy a nagyobb input felhasználású, intenzív növényi modellek esetében nem csak a realizált termésszint magasabb, hanem a termésingadozás mértéke is kisebb. Őszi búza esetében az extenzív növényi modellek termésszintje 2400–5500 kg/ha volt, vetésváltástól függően a

vizsgálati évek átlagában. Ezzel szemben az intenzív növényi modell alkalmazásával a búza termésszintje 8200–9000 kg/ha között változott. Vizsgálataink szerint az agrotechnikai elemek optimalizálásával, intenzív technológia alkalmazásával a búza termésszintje még a legkedvezőtlenebb évjáratban sem süllyedt 6–7 t/ha alá, kedvező évjáratban pedig 10–11 t/ha közötti rekordterméseket tudtunk realizálni (5. ábra).



5. ábra

Hasonló megállapításokat tehetünk a kukorica növényi modelljei esetében is. Extenzív növénytermesztési modellek termésszintje kutatási eredményeink szerint 5700–8800 kg/ha között változott vetésváltástól és a vizsgálati évektől függően. Intenzív modellek alkalmazásával a kukorica termésszintje 12100–13300 kg/ha közötti tartományban mozgott. Intenzív technológia alkalmazásával a legkedvezőtlenebb évjáratban a kukorica termésszintje nem esett 9-10 t/ha alá, kedvező évjáratokban pedig 14-15 t/ha termést értünk el (6. ábra).



6. ábra

Az agronómiai szempontok szerint kialakított rendszerszemléletű növényi modellek lehetőséget biztosítanak

- eltérő termőhelyekhez és különböző genotípusokhoz történő kedvezőbb adaptációra
- a növénytermesztés biológiai, agronómiai és ökonómiai hatékonyságának javítására
- a kisebb környezeti terhelés elérésére, a fenntarthatóság elvének megvalósítására
- további hatékony technológiafejlesztésekre
- nagyobb termésmennyiség, jobb termésminőség és kedvezőbb termésbiztonság elérésére
- a precíziós növénytermesztési technológiák megalapozásához.

A növényi modellek adekvát alkalmazásával a szántóföldi növénytermesztési ágazatok versenyképességét és jövedelmezőségét javíthatjuk.