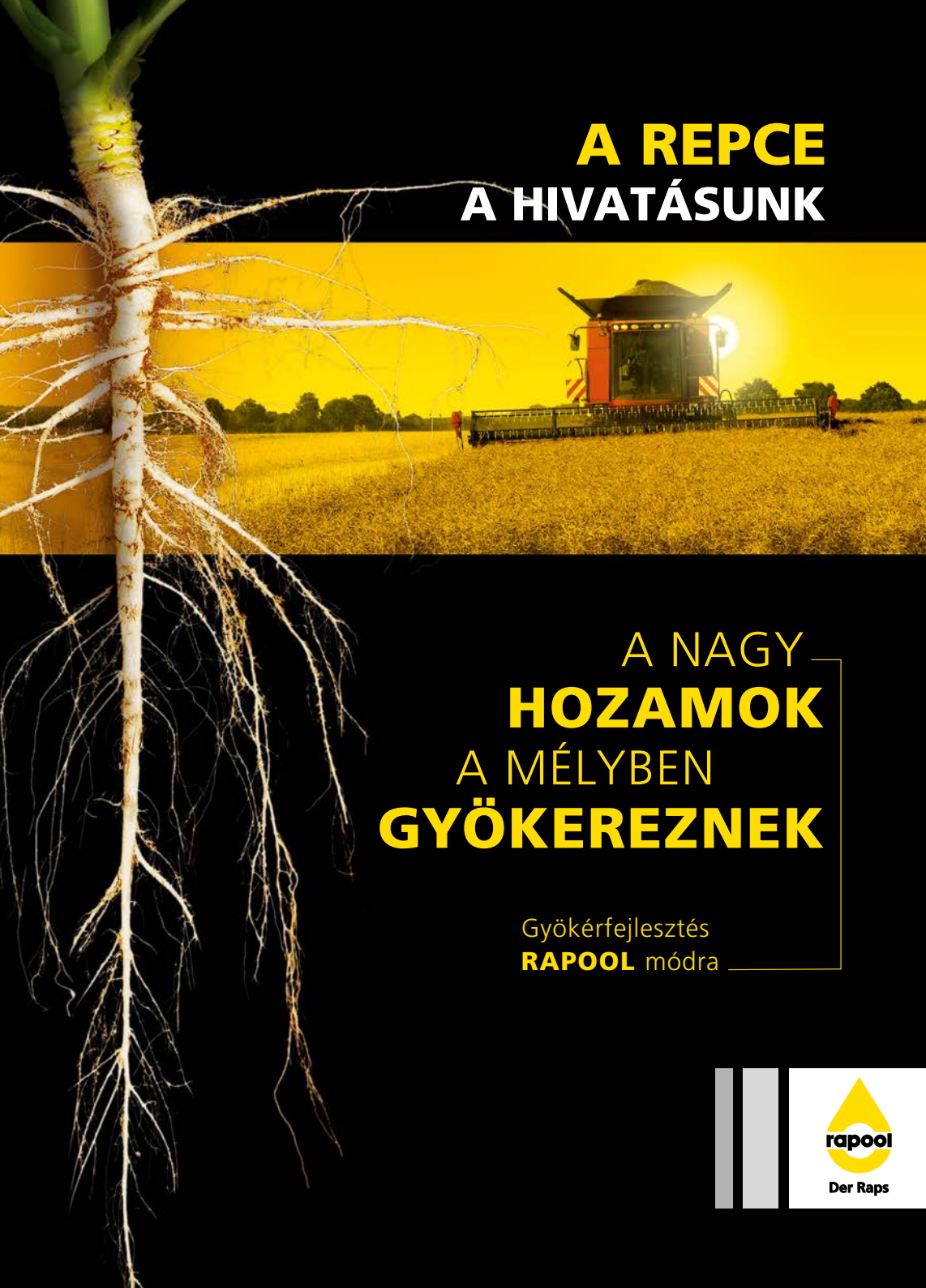




A REPCE A HIVATÁSUNK

A NAGY HOZAMOK A MÉLYBEN GYÖKEREZNEK

Gyökérfejlesztés

RAPOOL módra



ELŐSZÓ



A terméshozam és a repce gyökérrendszere

A repce magtermése és az ebből kinyerhető repceolaj iránti kereslet egyre nő a világon. A repcetermesztés jelentősége, termésének piacossága tehát megkérdőjelezhetetlen. A repce termésének és olajának sokrétű felhasználása, élelmi-szer- és takarmányipari, valamint műszaki irányú alkalmazása, továbbá az ezzel egyidejűleg megvalósuló környezettudatos repcetermesztés mára összeegyeztethetővé vált.

A világ fejlett országaiban a mezőgazdaság működésével szemben nagyok a gazdasági és társadalmi elvárások. A növénytermesztés hozam és jövedelem céljai mellé egyenértékű üzemgazdasági célként sorakozott fel a fenntarthatóság. A repcetermesztésnek mindezen elvárásoknak meg kell felelnie ahhoz, hogy a piaci versenyben sikeresen helytálljon.

A céltudatos repcenemesítés utóbbi évtizedének szelekciós munkája leginkább a hibridek terméseredményére és termésbiztonságára irányult, szem előtt tartva a növekvő tápanyag-hatékonyságot. Az új hibridrepce generáció tagjai áttörést jelentenek a gyakorlat számára a terméseredmények, a termésbiztonság, az olajtartalom, a növényegészségügy (fóma tolerancia) és a növényvédelem (herbicid tolerancia) terén egyaránt.

Az újgenerációs hibridrepcék genetikai adottságai kiválóak, viszont a gyakorlat-

ban elérhető terméseredmények döntő mértékben függnek a környezeti hatások összességétől, a stresszhelyzetektől, a szélsőséges hőmérsékleti viszonyoktól, a csapadéktól, a szárazságtól és a napsugárzástól. A repce fejlődésének egyes szakaszaiban azonban nem mindig biztosítottak az optimális feltételek. Különös figyelmet érdemel ezért a heterózishatás, amely a hibridrepcék felszín alatti és feletti növekedése során a növényállomány kezdeti fejlődése, áttelelése, tavaszi megújulása, valamint a stressz-tolerancia tekintetében jut érvényre.

A repce gyökérrendszerének fejlettsége, állapota és egészséges működése döntő tényező lehet a hozam szempontjából. Ezért e kiadványban a gyökérrendszert vesszük górcső alá, nemesítési és termesztési szempontból. A különböző megközelítések, gondolatok célja a termésbiztonság, a produktivitás új lehetőségeinek feltárása a gyökérrendszer, a növény egésze és a talaj kapcsolatában. Kiadványunk tehát a nemesítés és a termesztés-technológia legújabb tapasztalatainak összegzése, amely következetesebb munkára ösztönöz az erőteljesebb és jobban működő gyökérrendszer kialakításának érdekében.



Blum Zoltán

ügyvezető igazgató
RAPOOL Hungária Kft.



TARTALOM

Oldal

ALAPELVEK

A repcegyökér – Egy komplex rendszer összetett feladatokkal	6
Növekedés és funkcionalitás	8
A tápanyagok és a hormonok szerepe a gyökeresedés és a tápanyagfelvétel szempontjából	12
A víz és az oxigén jelentősége a gyökérnövekedés szempontjából	16
A hőmérséklet és a fény jelentősége a gyökérnövekedés szempontjából	20

TERMESZTÉS

Gyökérnövekedés különböző szerkezeti adottságú talajokon	24
A talajművelés befolyásolja a gyökérformát	28
A repcegyökér számára megfelelő talajművelés	30
A talajtömörödés és a növényi maradványok hatása a gyökérnövekedésre	34
Az optimális vetésidő	38
Az optimális vetési norma a termésszintek közötti „váltókapcsoló”	40
A jó magágy elősegíti az erőteljes gyökérnövekedést és a zavartalan kezdeti fejlődést	42
Ügyeljünk a vetéstechnikára és a térállásra!	44
A tápanyagok és a trágyázás szerepe a gyökérzet szempontjából	48

NEMESÍTÉS

A hibridek gyökerének titka	52
Javuló hozamok a hibridek segítségével	56
A hibridrepceék nemesítése a régmúlt tapasztalataiból táplálkozik és széles genetikai bázison nyugszik	58
Szaktudás és technológia	62
A hibridek terméspotenciáljának kiaknázása	66
A termésbiztonság a hibridek által kínált többlet	70
A nitrogén-hasznosítás hatékonyságának növelése hibridek segítségével	72
A hibridek számára megfelelő termesztés-technológia	74
Hibridek – ma és holnap, valamennyi termőhelyre	78

SZÓJEGYZÉK

80



A REPCEGYÖKÉR

Egy komplex rendszer összetett feladatokkal



A repce gyökere megfelelő körülmények között 1,8 m mélységig képes lehatolni a talajban. A repce főgyökér-rendszere erős karógyökérből, és az abból kinövő – a talajfelszínhez közeli részen rövidebb, a mélyebb rétegekben hosszúra növő – oldalgyökerekből áll.

A gyökérzet négy, morfológiailag és funkcionálisan is elkülöníthető részre tagolható. A gyökér csúcsi részén elhelyezkedő gyökérsüveg (calyptra) biztosítja a gyökér pórusterben való sérülésmentes előrehaladását. Ez a rendszer magába foglalja a tenyészőkúpot, amely a hajtás fejlődésére is ható, jelző szerepet játszó fitohormonok (citokininek) képződésének színtere is egyben. A tenyészőkúp a szomszédos merisztémából alakul ki, amely felelős a kettős irányú, folyamatos sejtosztódásért. Ezeket követi a gyökér növekedési zónája, mely folyamatosan növekvő méretű sejtekből áll. Az említett régiókat követi a gyökér felszívási zónája, ahol a gyökérszőrök révén nagy gyökérfelület alakul ki a tápanyagok és a víz felvételének céljából, melyet végül az oldalgyökerek zónája követ.

A repcegyökér különleges jellemzője, hogy a rajta található gyökérszőrök más kultúrnövényekhez viszonyítva rendki-

vül hosszúak. Ennek az az oka, hogy a repce gyökerénél – a többi keresztesvirágú növényhez hasonlóan – nem alakul ki szimbiotikus kapcsolat mikorrhiza-gombákkal. A finom pórusterek raktározott víztartalmát hasznosítani képes finom gombahíák hiányában a repcegyökérnek önmagának kell kialakítania a lehető legfinomabb gyökérrendszert az optimális víz- és tápanyagellátáshoz.

A repce ezért jellemzően néhány hét alatt hatalmas gyökérzetet képez, amellyel behálózza a talaj pórustereit. Kutatási adatok szerint a fiatal növények hajtásaiból a gyökérzetbe szállítódik a fotoszintézis révén nyert energia mintegy 50%-a. A megfelelő gyökérrendszer kialakítása érdekében történő kezdeti „beruházás” kifizetődik, hiszen csak jól fejlett, erőteljes gyökérzet biztosíthat jó termést, akár még kedvezőtlen körülmények között is.

Isabella Kremer



A REPCEGYÖKÉR FELADATAI:

- víz- és tápanyagfelvétel
- a raktározott anyagok tárolása
- az energia- és tápanyagellátásban, valamint a hormonháztartásban betöltött szerep
- a növény rögzítése a talajban



ALKALMAZKODÓ- KÉPESSÉG

Növekedés és funkcionalitás

Ha a növények optimális körülmények között növekedhetnek, nincs szükségük dús gyökérzetre. Ha azonban valamelyik növekedési faktor (pl. a víz) korlátozó tényezővé válik, megnő a gyökérzet fejlettségének és funkcionalitásának a jelentősége. A mélyre hatoló gyökérrendszer – főként aszályos években – a termésbiztonság záloga, amely így általában jobb és mindenekelőtt stabilabb terméseredményeket képes biztosítani.



A KÖRNYEZETI FELTÉTELEK HATÁROZZÁK MEG A NÖVEKEDÉST

A repcegyökér rendkívül dinamikus szerv, amely képes alkalmazkodni a változó környezeti feltételekhez. Ha például a talaj kiszárad a felszín közelében, a gyökerek növekedése a talajnedvesség irányába folytatódik. Ilyenkor az elérhető talajnedvesség maga a jel, amely kiváltja az adott irányú gyökérnövekedést, azaz a gyökerekre jellemző hidrotropizmust.

A száraz ősz ezért elősegíti a mélyebb, áthatóbb gyökerezést, ami a repce gyökérfejlődése szempontjából inkább előnyös, mint hátrányos. Amikor csapadék hatására ismét átnedvesedik a felső talajréteg, a tápanyagok felvétele érdekében újból megindul az erőteljes gyökérnövekedés.

A TÁPANYAGOK IS STIMULÁLJÁK A NÖVEKEDÉST

Még ha kíváncsi is a mélyre nyúló gyökérrendszer, a repcegyökér aktív tömegének több mint 80%-a (a talajművelé-

si rendszertől és a talajművelés mélységétől függően) a talaj felső 20-30 cm-es rétegében helyezkedik el. Ebben a rendszeresen bolygatott talajrétegben koncentrálódik a növények számára felvehető tápanyagok többsége is. Az egyes tápelemek jelentős hatást gyakorolnak a gyökérnövekedésre és a gyökérzet felépítésére. A nitrogén (N) és foszfor (P) enyhe mértékű hiánya elősegíti az oldalgyökerek és gyökérszörök képződését. A növény ekkor megpróbál nagyobb térfogatú talajrészt hasz-



Az erősebb gyökérzetnek jobb a tápanyag- és vízfelvételi képessége is.

nosítani a tápanyagigény fedezése céljából. A gyökértömeg tehát növekszik. Ha a talajban a repcegyökér számára adott helyen a nitrogén (N) és foszfor (P) magas koncentrációban van jelen, akkor e zónát a gyökerek különösen intenzíven szövik át.

Ezzel szemben korlátozott magnézium (Mg), kálium (K) vagy mangán (Mn) ellátottság esetén nincs fokozott gyökérnövekedés. E tápelemek hiánya így sokkal inkább gátolja a fotoszintézist és az asszimiláták hajtásokból gyökerekbe történő szállítódását, mivel a növénynek ilyenkor már nincs elég energiája ahhoz, hogy újabb gyökérképződés révén jusson több tápanyaghoz.

HORMONOK SZABÁLYOZZÁK A GYÖKÉRNÖVEKEDÉST

A gyökérnövekedés, valamint a hajtás és gyökér összhangjának szabályzásában a növényi hormonok (auxinok, citokininek, etilén, gibberellinek és abszcizinsav) fontos szerepet játszanak. A regulátorhatású gombaölő szerek is hatást gyakorolhatnak a hormonháztartásra és ezáltal befolyásolhatják a gyökérnövekedést, továbbá a növény környezeti körülményekhez alkalmazkodó, megfelelő fejlődését és életfolyamatait.



AZ IDEÁLIS

**a télbemenetel
előtt 8-15 mm
gyökérnyaki
átmérőjű**



**hormonok révén
szabályozza a
felszín feletti
növekedést**



**rögzíti és
stabilizálja
a növényt**



**tápanyagokat tárol és
szolgáltató a tavaszi
megújuláshoz és a
stressz-időszakokra**



REPCEGYÖKÉR



 hajszálgyökerekben gazdag

 mélyre hatoló

 nagyszámú elágazódás és azok egyenletes eloszlása jellemzi

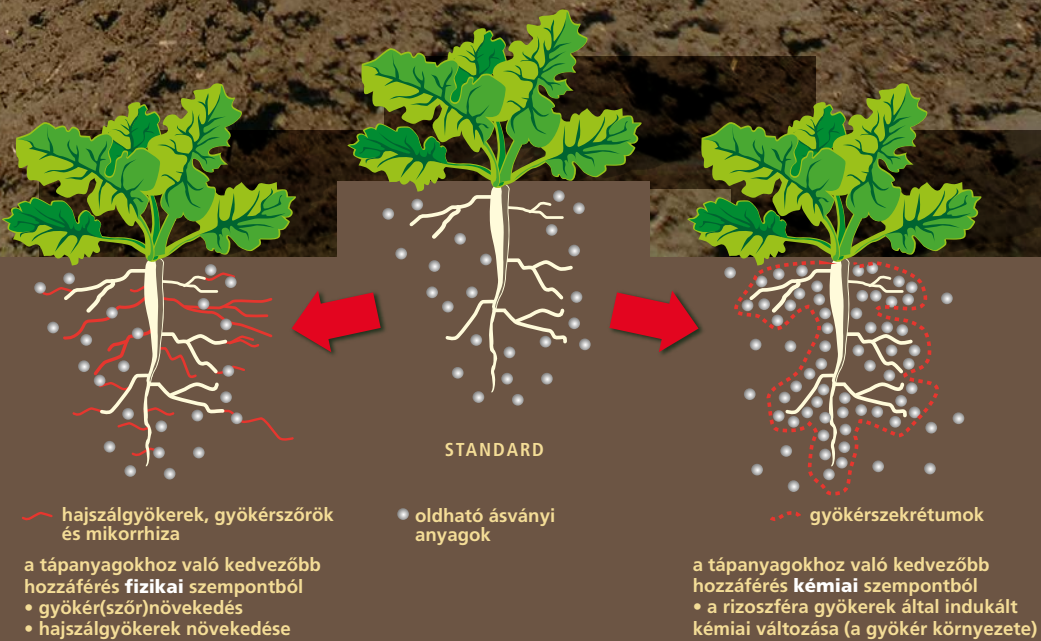
 puffer funkcióval rendelkezik stressz-helyzetek, szárazság és tápanyaghiány esetén

 humuszban gazdag, gyökerekkel átszőtt, lazult talajt hagy hátra az utóvetemény számára

= alapja a nagy és stabil termésképzésnek



1. ábra: A TÁPANYAGFELVÉTEL MECHANIZMUSA



BIOKÉMIA

A tápanyagok és a hormonok szerepe a gyökeresedés és a tápanyagfelvétel szempontjából

A gyökér hatékony rendszert alakít ki annak érdekében, hogy képes legyen a szükséges tápanyagok felvételére. Ebben a növényi hormonok is fontos szerepet játszanak a növekedés, a gyökeresedés és a tápanyagfelvétel összhangjának megteremtése szempontjából.



TÁPANYAGOK

A talajból felvett tápanyagok nagyobb távolságokra való szállítása passzív módon történhet a növényi sejtfal vízzel telített pórusterein keresztül, illetve a növényen belüli szállítónyalábokban. Az áramlás biztosítója a leveleken történő párologtatás, azaz a transzspiráció. A tápanyagok felvétele és szállítószövetbe való bekerülésük azonban speciális szállító rendszereken keresztül történik, melyek így szelektív tápanyagfelvételt tesznek lehetővé a sejtmembránokban.

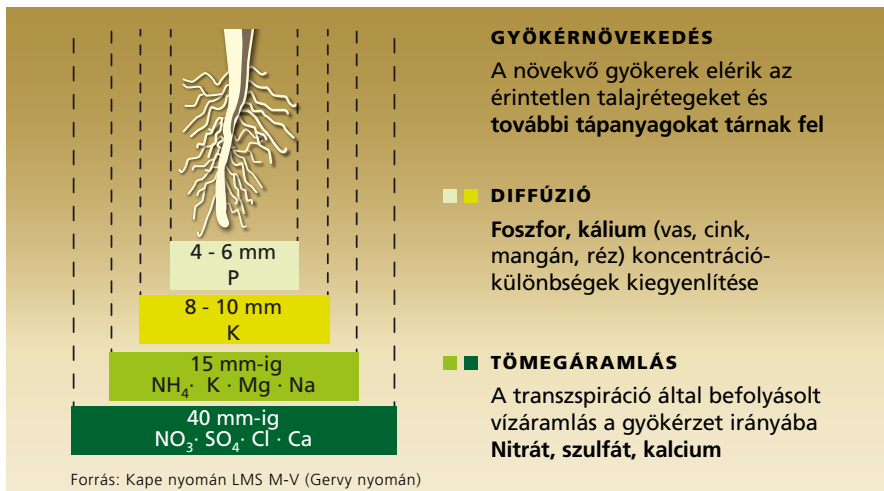
A tápanyagfelvétel intenzitása függ a gyökérnövekedés mértékétől, a gyökök hosszától, felületének nagyságától és a gyökérfunkciók hatékonyságától. Bizonyos tápanyaghiányok (pl. foszfor- vagy vashiány) esetén néhány növényfaj gyökerei képesek a gyökérszóna kémhatását befolyásolni. Szerves savak (citromsav, almasav) vagy bizonyos foszfáthasító enzimek leadása révén képesek arra, hogy a gyökér környezetének kémiai jellemzőit úgy változtassák meg, hogy az érintett tápanyagok oldhatósága helyi

szinten növekedjen. Különösen a repce esetében fedezhetünk fel ilyen lokális hatást a foszfor hiánya következtében. Amikor a gyökér környezete savas kémhatásúvá válik, a foszfor és egyéb tápanyagok felvehetősége jellemzően növekszik.

Ily módon a gyökök életteni funkciója révén képes alkalmazkodni a növény a megváltozott tápanyag- és vízellátottsághoz.

A gyökök bizonyos mértékig képesek „utánanyúlani” a víz- és tápanyagkészleteknek, azaz a növekedés során képesek igazodni ezekhez. Ugyanakkor a gyökérrendszer kiterjedése alapvetően mégis a talaj nedvességtartalmának változásaitól és annak növekedésre gyakorolt közvetlen hatásaitól függ.

A tápanyagfelvétel mértéke és üteme alapvetően a hajtásokból szállított szénhidrát-ellátástól függ. A széndioxid asszimiláció pedig a folyamatos és harmonikus tápanyagellátás függvénye. A gyökérzet

2. ábra: **TRANSPORT-FOLYAMATOK A TÁPANYAGFELVÉTEL SORÁN****MILYEN HATÁST FEJTENEK KI AZ EGYES TÁPANYAGOK?**

- A mérsékelt nitrogén-, foszfor- és vashiány stimulálja a gyökök növekedését.
- Üvegházi kísérletek azt mutatták, hogy a kén hozzájárul az ép gyökérzet kialakulásához, csökkenti a gyökök elhalását és elősegíti a gyökérzet hatékony működését.
- A fiatal, növekedésben lévő gyökök állandó kalcium és bór ellátást igényelnek. A bórhány a gyökereken hiánytünetek kialakulásához és az oldalgyökök rövidebb ideig tartó növekedéséhez vezet.
- A kalcium a sejtfalak építőköve és a stabilitásban játszik szerepet.
- Tömörödött talajokon az oxigénhez való mérsékelt hozzáférés miatt csökken a teljes gyökérhossz. Ennek következtében a tápanyagok feltáródása mérséklődik, ami tápanyaghiányhoz (pl. mangán) vezet. Ezen túl nő az asszimiláták felhasználása az oxigénhiány miatt, a gyökér is pazarolja a növény energiáit.

□□□□□□

- A növényen belül a tápanyagok eloszlását és mozgását döntően meghatározza a transzspiráció vagy a gyökérnyomás aktivitása. A hajtás és gyökér közti kommunikáció a fitohormonok, a cukor és az ionok transzportjátának változása révén történik.
- A különböző stressz-helyzetek esetén etilén és abszcizinsav képződik.

növekedését tehát végső soron e két tényező határozza meg. Cukor „túltel-melés” esetén a raktározható anyagok a gyökerekben vagy más raktározó szer-veken halmozódnak fel.

NÖVÉNYI HORMONOK

Az auxinok, citokininek, gibberellinek, az abszcizinsav és az etilén a növényi növekedést és az anyagcserét szabályozó klasszikus növekedési hormonok.

A citokininnek főként a gyökerek tenyészőcsúcsaiban képződnek, s onnan szállítódnak a hajtásokba. Ott elősegítik a hajtások elágazódását, valamint a gibberellinekhez hasonlóan stimulálják a sejtosztódást és a megnyúlást. Ezekkel ellentétben az auxinok gátolják a hajtások elágazódását. Elsősorban a levélrügyekben és a fiatal levelekben képződnek, majd a gyökerekbe szállítódnak, ahol az etilénnel együtt elősegítik a gyökerek elágazódását és a gyökérszőrök képződését, amit viszont gátol a citokininnek magas koncentrációja. Fontos megállapítani azonban, hogy a környezeti hatások alapvetően befolyásolják a fitohormonok szintézisét, szállításuk ütemét és a növényen belüli eloszlását, mellyel egyidejűleg jelzik a növényi növekedés alkalmazkodását is a mindenkori környezeti feltételekhez.

A nitrogén és foszfor talajban kialakuló hiánya például néhány órán belül a citokininnek csökkent termeléséhez és ezáltal a hajtásnövekedés gátlásához vezet. Ez még jóval azelőtt bekövetkezik, hogy a növényi sejtek anyagcseréjét a tápanyaghiány ténylegesen befolyásolná. Ekkor a gyökérszövetben a citokinin mér-

séklődő termelése révén megváltozik a hormonegyensúly, eltolódik az auxin és az etilén javára. Ennek egyidejű következménye az oldalgyökér- és a gyökérszőr-növekedés serkentése annak érdekében, hogy további tápanyagfelvétellel kerülhessen sor. Megfelelő tápanyagkínálat esetén ezzel szemben a citokininnek magas szintje állandósul, melynek révén a hajtásnövekedés kerül előtérbe a gyökérnövekedés kárára. Számos hormon - a koncentrációjától függően - eltérő hatást képes kifejteni. Ennek élettani alapja az, hogy az egyes növényi szervek adott hormonkoncentrációval szembeni érzékenysége különbözik, amely végső soron eltérő válaszreakciót képes kiváltani a növényi szervezetben. A szintetikus növekedésszabályozó szerek alkalmazásával beavatkozhatunk a hormonális egyensúly alakulásába, például a gibberellin-szintézis mérséklése révén gátolható, szintetikus auxinokkal pedig elősegíthető a gyökeresedés. Ekkor a citokininnek és az auxinok jobban érvényesülnek a növény szerveinek fejlődése során. Ennek következménye pedig a redukált hajtás- és stimulált gyökérképződés lesz.

Professzor Dr. Günter Neumann



A GYÖKÉRSZÖVETRE HATÓ NÖVÉNYI HORMONOK:

AUXINOK:

- serkentik az oldalgyökerek képződését

CITOKININEK:

- gátolják az oldalgyökerek képződését és növekedését

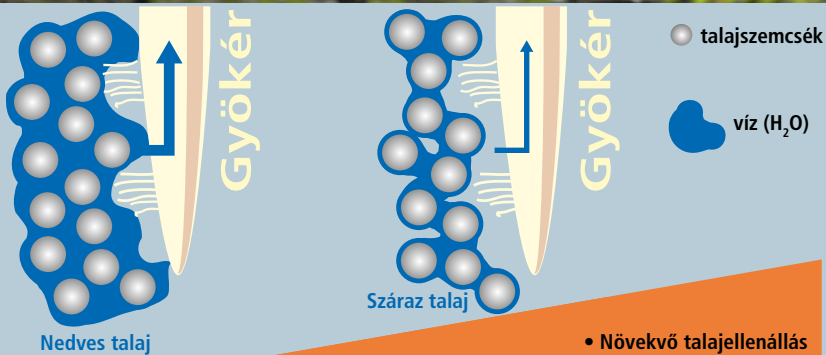
ETILÉN:

- befolyásolja a gyökérszövet kiterjedését és az oldalgyökerek által bezárt szöveget



1. ábra: KEVESEBB TALAJNEDVESSÉG ESETÉN NEHEZEDIK A TÁPANYAGFELVÉTEL

- Csökkenő szántóföldi vízkapacitás
- Mérsékelt áramlás és diffúzió



- Növekvő talajellenállás
- Növekvő Na⁺, Cl⁻ és Ca²⁺ koncentráció
- A vízben oldott tápanyagok hosszabb útvonalon jutnak el a gyökerekhez

A VÍZ ÚTJA

A víz és az oxigén jelentősége a gyökérnövekedés szempontjából

Víz nélkül nincs csírázás, nincs gyökér és erőteljes növény sincs.

VÍZ

Csírázáskor a raktározó szövet és az embrió vizet vesz fel, ezáltal aktiválódik az enzimek és kialakul a sejtek megfelelő ozmotikus nyomása (turgor). A víz jelenléte és a turgor megléte egyben az élettani aktivitás biztosítása, továbbá a sejt megnyúlás és a növekedés előfeltétele.

A növényi szervek, szövetek és végső soron a sejtek vízellátását a szállító edénynyalábok működése biztosítja.

Megfelelő vízpotenciál mellett a víz a talajból a gyökereken és a száron keresztül a levelekbe jut. A víz növényen belüli mozgásának egyik hajtóereje maga a párologtatás (transzspiráció), amely során

a víz a levelek gázcsere-nyílásain (sztómáin) keresztül a levegőbe kerül. Így válik lehetővé a víz mozgása a növényi szervezeten belül, ezzel együtt a tápanyagok áramlása, a gázcsere folyamata és ezáltal a hőszabályozás is a növény számára.

A VÍZHIÁNY KÖVETKEZMÉNYEI:

- Vízhiány esetén az abszcizinsav befolyásolja a gázcsere-nyílások záródását.
- Előfordulhat relatív tápanyaghiány, mivel a növényhez és a növénybe történő szállítódás korlátozódik.
- Zavart szenved a sejtek megnyúlása, a sejtosztódás folyamata, végső soron a növekedés
→ ez - bizonyos határokon belül - jó K-ellátással ismét helyreállítható.
- Vízhiány hatására nagyobb koncentrációban termelődik növényi stresszhormon, azaz abszcizinsav
→ a relatív vízhiány gyökérnövekedést stimuláló hatású lehet.

HÁROM LEKÜZDENDŐ AKADÁLY A VÍZ TALAJBÓL NÖVÉNYBE VALÓ BEJUTÁSÁKOR:

A TALAJ ELLENÁLLÁSA

- A vízmolekulák szabad mozgását behatárolja a negatív töltésű talajrészecskék, mint pl. agyagásványok és humuszrészecskék adszorpciója (vízmegkötés).

A GYÖKEREK ELLENÁLLÁSA

A GÁZCSERE-NYÍLÁSOK ELLENÁLLÁSA

- Az abszcizinsav koncentráció változásával módosul.

Szélsőséges körülmények között aszálystressz alakul ki, amely különösen repcevirágzás idején járhat visszafordíthatatlan következményekkel. A szárazság-stressz hatására keletkezett abszcizinsav gátolja a pollen-anyasejtek osztódását, ennek következtében gyengül a termésképzési hajlam, a megtermékenyülés aránya, végső soron pedig a növények produktivitása.

OXIGÉN

A talajok oxigénellátása közvetlen és közvetett módon is képes befolyásolni a gyökérnövekedést azáltal, hogy megváltoznak a közeg adottságai az esetlegesen fellépő oxigénhiány idején.

Az, hogy a talaj oxigénszegény állapota mennyiben okoz oxigénhiányos állapotot a gyökerek fejlődésének esetében, függ a talaj hőmérsékletétől és a hajtásokból a gyökerekbe szállított oxigén diffúziójától.



PANGÓ VÍZ A TALAJBAN: A VÍZ KISZORÍTJA AZ OXIGÉNT

- A gyökerek működésének és a talajlakó aerob mikroorganizmusok tevékenységének gátlása a tápanyag-felszívódás változásaihoz vezethet.
→ gátolt tápanyag- (N, K, Cu, Zn és Mn) és vízfelvétel
- Stresszhormonok termelődése (abszci-zinsav és etilén).
→ a gyökér- és a növényi növekedés fokozott gátlása
- Anaerob viszonyok közti anyagcsere és toxikus anaerob anyagcsere-termékek felhalmozódása.
→ az anyagcsere-folyamatok károsodása



2011. évi vetésidő-kísérlet túl nedves talajállapot és normál körülmények között.

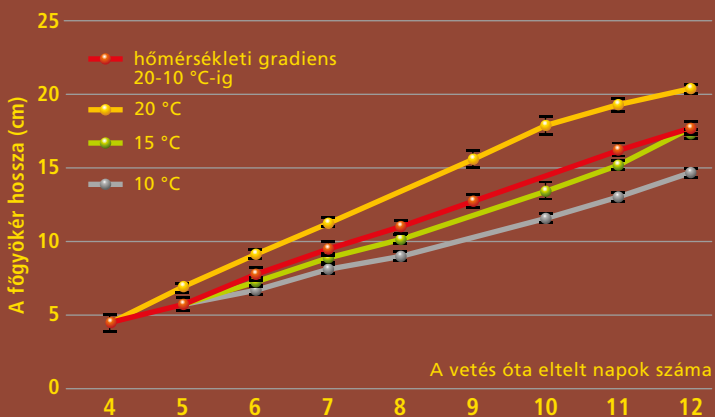
OXIGÉNHIÁNY A TALAJBAN ÉS ANNAK KÖVETKEZMÉNYEI:

- Denitrifikáció (az ásványi nitrogén gáz halmazállapotú nitrogénné (N_2) történő átalakulása veszteséget okoz a felvehető nitrogén mennyiségében).
- Egyéb makro- és mezoelemek gáz halmazállapotú vegyületek formájában történő vesztesége (kén és szénvegyületek).
- A vas és a mangán fokozott oldékonysága, akár toxikus koncentrációk elérése.
- A talajlevegő mérsékeltebb cserélődése az etilén feldúsuláshoz vezet.
→ a növekedés csökkenése
- A gyökérnövekedés-gátlással együtt jár a talajlakó mikroorganizmusok számának csökkenése.
→ rothadással járó folyamatok alakulnak ki, melynek következtében a talaj termékenysége csökken



Pangó vizes talajon senyvednek és pusztulnak a gyökerek.

1. ábra: **MINÉL MAGASABB A HŐMÉRSÉKLET, ANNÁL HOSSZABB A FŐGYÖKÉR**



Az 1. és 2. ábra forrása: Nagel, K. A., Kastenholz B., Jahnke S., van Dusschoten D., Aacht D., Mühlich M., Truhn D., Scharr H., Terjung S., Walter A., Schurr U. (2009): Temperature responses of roots: impact on growth, root system architecture and implications for phenotyping. *Functional Plant Biology*. 36, 947-959.

LÉTFONTOSÁGÚ KÖRNYEZETI FAKTOROK

A hőmérséklet és a fény jelentősége a gyökérnövekedés szempontjából

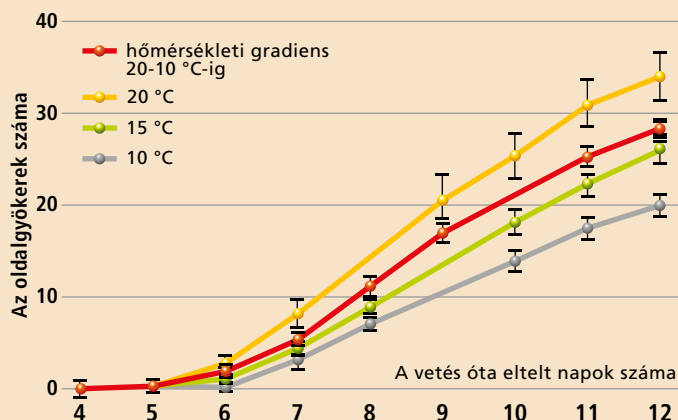
A talajhőmérséklet és a fényerősség különbözőképpen befolyásolják a gyökerek növekedését, és ezen keresztül hatással lehetnek a terméseredmények későbbi alakulására.

A HŐMÉRSÉKLET ÉS A GYÖKÉRNÖVEKEDÉS

A csírázás igen lassú és elhúzódó a 10 °C alatti talajhőmérséklet mellett. Az őszi káposztarepce robbanásszerű keléséhez 12 °C talajhőmérséklet szükséges, mivel a csíra és a kialakuló növény ekkor

fejlődik jól. Az alacsony hőmérsékleti értékek úgy befolyásolják a fejlődést, hogy hatásukra összességében véve a hajtás- és gyökérnövekedés, továbbá a tápanyagfelvétel is lassul. Az őszi káposztarepcével agar-agar tápközegen végzett vizsgálatokban a gyökérhossz

2. ábra: **MINÉL MAGASABB A HŐMÉRSÉKLET, ANNÁL FOKOZOTTABB AZ OLDALGYÖKÉR-KÉPZŐDÉS**



Megjegyzés az 1. és 2. ábrához: A szürke, zöld és sárga vonalak a homogén hőmérsékleti értékek melletti növekedést mutatják, míg a piros színnel jelzett a 15 °C átlaghőmérséklet mellett mért 20-10 °C közötti hőmérsékleti ingadozás tapasztalatait összegzi.

mérések azt mutatták, hogy a magasabb hőmérsékletek a karógyökér hosszát pozitívan befolyásolták (lásd 1. ábra).

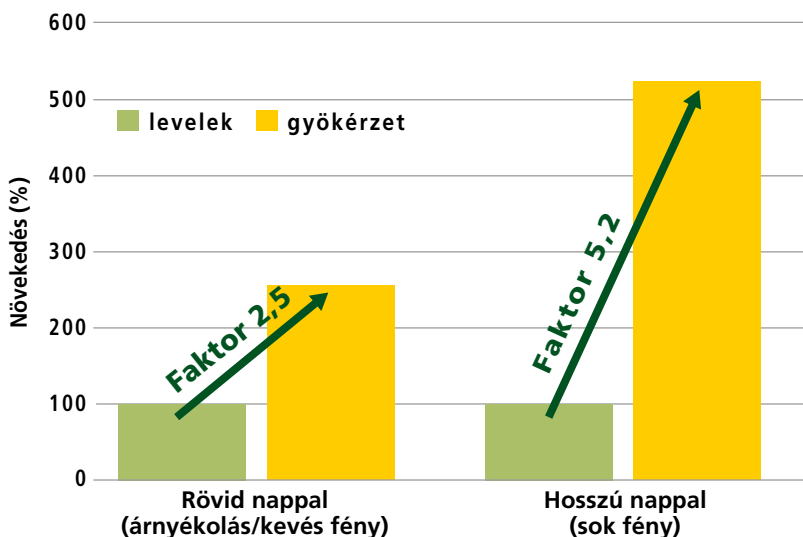
További megfigyelés, hogy magasabb hőmérséklet esetén intenzívebb az oldalgyökér képződés is, hiszen a 10 °C hőmérséklet során tapasztaltakhoz képest 15 °C talajhőmérséklet mellett 20%-kal, 20 °C mellett pedig 55%-kal több oldalgyökér képződik (lásd 2. ábra). Alacsonyabb hőmérséklet esetén az oldalgyökerek és a főgyökér által bezárt szög kisebb. Ennek közvetlen hatása van a gyökerekkel átszőtt talaj térfogatára, ezáltal a tápanyagokhoz és a vízhez való hozzáférés lehetőségeire. A talajhőmérséklet alakulásának viszont nincs szignifikáns hatása az oldalgyökerek hosszára (NAGEL et al., 2009).

A FÉNY A MEGÚJULÁS ÉS A NÖVEKEDÉS EGYIK KULCSA

Nagyobb fényerősség mellett nő a fotoszintézis mértéke, s ennek következtében fokozódik a cukorképződés. Mivel a gyökér önállóan nem képes cukrok előállítására, a hajtásokból történő ellátásra van utalva. A cukor, mint raktározott termék a gyökerekben tárolódik, vagy fokozott gyökér-növekedést idéz elő, mivel a gyökércsúcsokban a megemelkedett cukortartalom stimulálja az oldalgyökerek növekedését (NAGEL et. al., 2009). Emellett a fényerősség növekedésével nő a megnyúlási zóna hossza is (Nagel et al., 2006).

Az őszi napéjgyenlőség (szeptember 21.) beköszönte jelzésértékű a növények számára, mely a fokozottabb hajtásnövekedés irányába tolja el az egyensúlyt.

3. ábra: **LEVÉL- ÉS GYÖKERNÖVEKEDÉS A FÉNYELLÁTÁS HATÁSÁRA**



Forrás: K. A. Nagel Forschungszentrum Jühlich GmbH, Reihe Umwelt, Band 63, 2006, módosítva 2009

Ugyanígy a túl erős lombozat miatt korán kialakuló fénykonkurencia (szomszédnövény-hatás) a gyökérnövekedés azonnali redukciójához vezet (lásd 3. ábra). Sőt, a nagyobb állománysűrűség és a késői vetés sem kedveznek az erőteljes gyökérvetési kialakulásának.

A tavasszal fellépő anyagcsere-zavarok (ún. fiziológiás rügyhervadás) a „forrás és felhasználás” viszonyának átmeneti megbomlására - az asszimilátákat raktározó és az azokat felhasználó szervek zavarára - vezethetők vissza. Az energiaellátás ugyanis gyakran nem tudja elég gyorsan követni a gyors regenerálódással járó és azt megelőző anyagcsere változásokat.

A virágzás idején korlátozottak a növényi felépítő folyamatok, azaz az asszimiláció. Ezért a virágzási és növekedési folyamatok zavartalansága nagymértékben függ a tárolt energiatartalékok mértékétől és mobilizációjának lehetőségeitől. Az ellátás terén jelentkező zavarok emiatt gyorsan a virágok elvesztéséhez vezethetnek. A tárolt tápanyagokat mobilizáló folyamatokat jelentős mértékben egy mikroelem, a bór jelenléte befolyásolja.

A folyamatok beindítója a fényadottságok változása, viszont a növekedés sebességét a hőmérséklet határozza meg (gyökér = talajhőmérséklet, levél = léghőmérséklet).



sok fény = fokozott fotoszintézis =
intenzív növekedés

A KORAI VETÉS HATÁSA A GYÖKÉRRENDSZERRE:

ERŐSEBB, HOSSZABB IDEIG TARTÓ FÉNYHATÁS

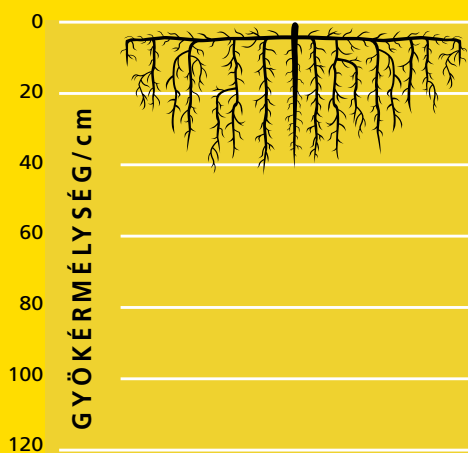
- A gyökér növekedési zónája hosszabb.
- Nagyobb mértékű asszimilát- és cukortermelés.
→ erőteljesebb gyökérnövekedés
→ fokozottabb tápanyag-raktározás a gyökérben
- Fokozott télállóság.
- Tavasszal jobb megújulási és növekedési feltételek.

MAGASABB TALAJHŐMÉRSÉKLET

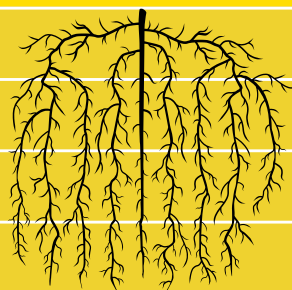
- Gyorsabb csírázás.
→ kiegyensúlyozott növényfejlődés
- Hosszabb főgyökér képződik.
- Több oldalgyökér képződik.



AMILYEN A TALAJ, OLYAN A GYÖKÉR



Túl nedves és tömörödött -
nincs oxigén az alsó
talajrétegben



Homokos vályog - tömörödés az alsó
talajrétegben, csökkent tápanyag- és
oxigénellátó képesség

A TALAJ FIZIKAI TULAJDONSÁGAI

Gyökérnövekedés különböző szerkezeti adottságú talajokon

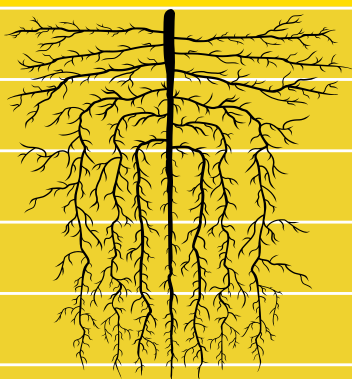
Vályog, homok, agyag... vajon melyik fizikai talajféleség a legkedvezőbb a növények számára? Ahogy minden más növénykultúránál, úgy a repcénél is megvannak a legmegfelelőbbek a repcegyökér fejlődése szempontjából, melyeken az optimális fejlődésre képes.



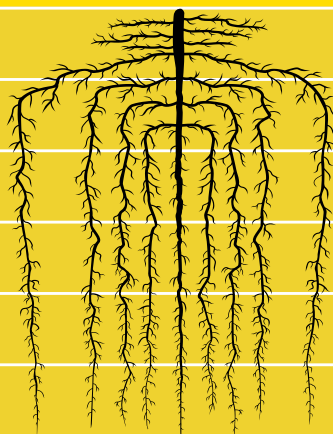
A FIZIKAI TALAJFÉLESÉG BEFOLYÁSOLJA A GYÖKEREZÉS ÚTJÁT ÉS IRÁNYÁT

Az, hogy a gyökérzet számára mi a kedvező, függ a különböző talajféleségek - vályog, homokos vályog, löszös vályog és agyag talajok - adottságaitól. A tápanyagkinálat, a vízháztartás és a talajok levegőgazdálkodása, továbbá a talaj szerkezete jelentős befolyást gyakorol-

nak a gyökérnövekedésre és a gyökerek növekedési útjára a talajban. Ha a talaj jól levegőzött, oxigénben gazdag, akkor sok benne a levegő számára átjárható pórustér. Így a talajunk kellően lazult, mely előnyösen hat a növekedésre. Az oldalgyökerek képződése elsősorban a víz mozgási irányához igazodik, mivel azok a legkisebb ellenállás felé törnek a talajban.



Löszös vályog - rendkívül tápanyag-gazdag termőhelyek, zavaró rétegek nélkül



Ideális gyökér, kiváló szerkezeti adottságokkal rendelkező termőhelyeken, ahol a talajrétegek átlevégőzése is biztosított

A gyökérszörök ezzel szemben a talajban található tápanyagok irányába növekednek.

A talaj kellően lazult állapotát és megfelelő gázcseréjét a repce optimális gyökértérfogattal és egészséges fejlődéssel hálálja meg. A finom szemcsék magas aránya a talajban kedvez a tápanyag- és vízfelvétel szempontjából fontos gyökérszörökkel gazdagon ellátott hajszálgyökök képződésének.

KEDVEZŐTLEN FELTÉTELEK, CSÖKKENT GYÖKÉRNÖVEKEDÉS?

A pangó víz a repce gyökérrendszerére hátrányosan hathat. Ilyen esetben a talaj túlnedvesedett és tömörödött, s a mélyebb talajrétegekben már nincs oxigén. Emiatt korlátozott a gyökök aktivitása, a főgyökér nem tud lefelé tovább haladni, fokozott oldalgyökér-képződés indul meg. Emiatt rendkívül sekélyen gyökerező növényállomány, torzult gyökérrendszer alakul ki. Azokat a termőhelyeket, amelyeken a gyökérzet ennyire sekélyen hatol a talajba, gyakran a termelés szempontjából rossz talajszerkezet jellemzi.

A repcegyökér fejlődési potenciálja homokos vályog talajon sem érvényesülhet teljes mértékben. Bár a gyökök mélyebbre hatolnak és jobban elágazódnak, megfelelő tápanyag- és oxigénkínálat hiányában a talajtömörödés gátolja a gyökök kívánt mélységbe való lejutását és az oldalgyökök elágazódását a mélyebb rétegekben.

KEDVEZŐ FELTÉTELEK, MEGFELELŐ FEJLŐDÉS

A mélyen gyökerező, megfelelő oldalgyökérzettel rendelkező állományok kialakulásához a löszös vályog talajon a legjobbak a feltételek. A tápanyagban gazdag, és kedvezőtlen adottságú talajrétegekkel nem rendelkező termőhelyeken megvan az optimális gyökérzet - azaz mind az erőteljes főgyökér, mind a komplex oldalgyökér-rendszer - kialakulásához szükséges feltételek. A talaj tápanyagbősége pedig folyamatosan ösztönzi a gyökérszörök képződését.

Külső segítség nélkül azonban a legjobb termőhely, a legjobb talaj sem tudja a repcegyökér számára biztosítani mindazt, amire annak szüksége lehet. A jól átvelegőzőtt és tápanyagokkal gazdagon ellátott talajban is szükség van a földigilisztákra, amelyek segítséget jelenítenek a mély gyökerezéshez.

Azokon a termőhelyeken, amelyeken a közönséges földigiliszta (*Lumbricus ter-*

**nagy vízkapacitású, jó
vízszolgáltató képességű
és megfelelő talajned-
vesség eloszlású**



magas biológiai aktivitású



restris) előfordul, nincs akadálya a mélyre hatoló gyökérrendszer kialakulásának. A gyűrűsférges e képviselője, amely elérheti akár a 20 centiméteres testhosszat is, összeköttetést biztosít az alsóbb és a felsőbb talajrétegek között. A földigilisza által kialakított járatok utat nyitnak a

gyökerek számára a mélyebb talajrétegek felé, biztosítva ezzel a talajok természetes lazultságát. E hasznos szervezetek tevékenysége nélkül a repce nem lehetne ilyen mélyen gyökerező, ezzel együtt pedig magas hozamokat biztosító kultúra.



AZ IDEÁLIS REPCETALAJ



-  megfelelő humusztartalmú
-  50% összes pórustérfogatú
-  kolloidokban gazdag, stabil szerkezetű
-  könnyen művelhető
-  mélyrétegű, mélyen lazult
-  kellően levegőzőtt, 10-15%-os gázcserehez használható pórus-aránnyal
-  optimális pH-értékű (homok talajok: pH 5,6, vályog talajok: pH 6,4-7,0)
-  optimális tápanyagtartalmú

= alap a magas és kiegyensúlyozott terméseredményekhez



A FOKOZÓDÓ TALAJTÖMÖRÖDÉS RÉVÉN VÁLTOZIK...

1



...a tipikus
karógyökér

2



...elágazódott, torzult gyökéren keresztül

3



4



... sekélyen gyökerező,
talpasodó gyökérszetté.

ÍGY VAGY ÚGY?

A talajművelés befolyásolja a gyökérformát

A repce karógyökerének tipikus morfológiai felépítése jelenti az ideális, mélyre hatoló gyökérformát. Amennyiben a gyökérzet ilyen formát ölt, az a rendszeresen végzett, mélyítő talajművelés során kialakított, kellően lazult, kiegyenlített szerkezetű talaj bizonyítéka.



Az elmúlt húsz évben egyre több gazda tért át véglegesen, vagy csupán ideiglenesen a szántás nélküli talajművelésre. Ebben az esetben termőhelytől és növényi sorrendtől függően grubberrel vagy mulcskultivátorral végzik a 10-20 cm munkamélységű, nedvességmegőrző talajművelést. A talajművelés terén bekövetkezett effajta szemléletváltás felveti az optimális gyökéralak kialakulásának kérdését, hiszen a karógyökér mellett az elágazódások révén egy újfajta gyökérforma is megjelenik, az új szemléletű művelésnek köszönhetően.

Felvetődik tehát a kérdés, hogy a forgatás nélküli talajművelés alkalmas-e arra, hogy biztosítsa a repce számára az optimális növekedési feltételeket.

Saját, 25 éves tapasztalatainkra építve elmondhatjuk, hogy a főgyökérzet elágazódása nem jelent hátrányt mindaddig, amíg ennek révén nem csökken a gyökértömeg. Az ábrák szemléltetik a gyakran előforduló gyökértípusokat: szántás nyomán kialakuló tipikus főgyökérrendszer (1. kép), mellette olyan gyökerek láthatók, amelyek leggyakrabban forgatás nélküli talajművelés esetén alakulnak ki (2. és

3. kép). Nem kívánt viszont az olyan típusú gyökér, amely kizárólag oldal irányban növekedett, erősen talpasodott (4. kép). Az ilyen gyökérforma ugyanis károsan tömörödött és kedvezőtlen vízgazdálkodású, túlnedvesedett talajra utal.

Németországban több évtizeden keresztül, számos kísérletben szereplő, közepes csapadékeloszlású területekről származó eredmények tükrében nem tudjuk azonban egyértelműen kijelenteni azt, hogy az elért terméseredmények a szántásos vagy a szántás nélküli talajművelés alkalmazásával hozhatók összefüggésbe, egyik vagy másik eljárás hatására.

Jelentős termésvesztés akkor lép fel, amikor a választott talajművelési eljárás és annak intenzitása nincs összhangban a talajadottságokkal. Például a tömörítésre hajlamos vályog vagy agyag talajokon nem ügyelnek a megfelelően lazult állapot biztosítására és a kockázatsökkentő technológiai elemekre, mint a köztes vagy zöldtrágya növények vetésére, amelyek biztosítják a biológiai eredetű talajlazultságot.

PD Dr. Hans-H. Voßhenrich,
vTI Braunschweig





1. ábra: **ELSŐ ÍZBEN TÖBB A MULCSVETÉS REPCÉBEN**



Forrás: Kleffmann aratási gyakorlat felmérése, 2004-2011, 10.678 válasz alapján

TÁMOGATÁS AZ INDULÁSHOZ

A repcegyöker számára megfelelő talajművelés

A talajművelés kulcsfontosságú a repce termése szempontjából. Célja a gyökerezés feltételeinek biztosítása a fejlődő növények számára. Ezzel megteremthetők a magas hozamok elérésének alapjai, melyek egyúttal a kedvező víz- és tápanyag-ellátottságot is magukban foglalják.



SZÁNTÁS VAGY MULCSVETÉS?

Az elmúlt évtized agroökológiai változásai, az üzemméret növekedése, valamint az újszerű technológiákkal kapcsolatos, egyre bővülő tapasztalatok révén Európa szerte évek óta nő a mulcsvetés aránya. A 2011. évi repce vetési szezonban a mulcsvetés aránya Németországban először haladta meg a szántott területekét (lásd 1. ábra). Az alkalmazott talajművelési eljárások megválasztásánál azonban körültekintően kell eljárunk. Lehetőleg kerüljük a sablonokat és mindig a kultúra igényei, a talaj adottságai és állapota, azaz a termelést befolyásoló külső tényezők mérlegelése után döntünk.

A gyakorlatban évek óta folyik a vita a talajművelés terméshozamra gyakorolt hatásáról és a lehetséges költségmegtakarításokról. Többszörösen igazolódott az a felismerés, hogy a mulcsművelés esetén a megtakarítási lehetőségekkel nem is annyira a talajművelés intenzitását, mint inkább a területteljesítményt illetően lehet számolni.

A németországi Mecklenburg-Vorpommern tartományi Mezőgazdasági Kutatóállomás (LFA) négyéves gyakorlati felmérései azt mutatják, hogy évről-évre eltérő szinten mutakozhatnak meg a mulcsvetés vagy a szántást követő vetés előnyei. Ennek megállapítására a közvetlen költségektől mentes teljesítmény értékelésekor mind a terméshozam, mind pedig a bér munka költségeinek különbségeit figyelembe vették.

2. ábra: **A TALAJMŰVELÉS MÉLYSÉGE IGAZODJON A FIZIKAI TALAJFÉLELÉSÉHEZ / TALAJTÍPUSHOZ ÉS A TALAJ NEDVESSÉGTARTALMÁHOZ**

FIZIKAI TALAJFÉLELÉS / TALAJTÍPUS	TALAJNEDVESSÉG-TARTALOM TALAJMŰVELÉSKOR	
	SZÁRAZ	NEDVES
Vályog	sekély	sekély
Agyag	sekély	sekély
Homok	mély	közepes
Vályogos glej	mély	közepes
Agyagos glej	mély	közepes
A megkésett vetés, a téli hideg, a nagytömegű növényi maradvány, a művelőutak stb. megnehezítik a sekély talajművelést.		

Forrás: Voßhenrich/Baer 2012

A németországi tapasztalatok szerint az adott évben megválasztott talajművelési mélység sokkal inkább a talajtípustól, továbbá a vizsgált év időjárási és vetési feltételeitől függ, mintsem az alkalmazott technikától és technológiától (lásd 2. ábra, az előző oldalon).

MINDEN ÉV MÁS

Az évjáráttól és az egyes talajok adottságaitól függően eltérő talajművelésre van szükség. Általános érvényű szabály: minél „könnyebb” a talaj, annál mélyebb, illetve minél nagyobb nedvességtartalma a talaj, annál sekélyebb művelést végezzünk. Ha a mélyművelésre - elsősorban a talajtömörödések miatt - mindenképpen szükség van, arra csakis a száraz években, illetve a száraz időszakokban kerülhet sor. A művelési mélységet ezen túl a kultúrnövény

fajtája, illetve adott esetben a köztes vagy zöldtrágya növény is befolyásolja. A megfelelő talajművelési mód kiválasztásakor további kritériumként az elővetemény után keletkező növényi maradványok mennyisége, a művelés területteljesítménye és - fokozott mértékben - a költségei is latba esnek.

Száraz körülmények között a repce talaj-előkészítése a legnagyobb körültekintést igényli, függetlenül a vetési eljárástól és a talajművelés módjától. Fontos a műveletek utáni hengeres talajzárás, a nedvességmegőrző talajművelés alkalmazása.

Túlságosan nedves talajokon feltétlenül kerülendő a talajművelés, hiszen ekkor a rossz minőségű művelés során levegőtlen, tömörödött, talprétegekben gaz-

PD Dr. Hans-H. Voßhenrich szerint a talajműveléssel kapcsolatos tapasztalatok a következőképpen foglalhatók össze: Csapadékszegény termőhelyeken indokolt lehet a sekély talajművelésre való áttérés. Hogy az adott termőhelyen, hosszabb távon alkalmazható-e sekély talajművelés, az a döntési fa segítségével (lásd 3. ábra) könnyen meghatározható. A sekélyebb műveléssel kapcsolatos pozitív tapasztalatok túlsúlyban vannak a száraz termőhelyek esetében, legalább 10% agyagtartalom és jó humuszellátottság mellett. Korábban nedves termőhelyeken a sekély művelésekkel kapcsolatban negatív tapasztalatok születtek. Ezek a „gyenge szerkezeti adottságú” talajokhoz (pl. homok) hasonló területeken rendszeres lazításra van szükség. Nedves, jó vízgazdálkodású területeken azonban csak akkor célszerű a középmély lazítást elvégezni, amikor éppen száraz viszonyok uralkodnak.

Általános érvénnyel elmondható: A jó szakmai gyakorlat elveit megfogadva, azt alkalmazkodó módon felhasználva a termelés eredményessége, a termésbiztonság és hozamstabilitás kialakítható, továbbá a klímaérzékenység következményei mérsékelhetőek.

PD Dr. Hans-H. Voßhenrich
von Thünen Institut (vTI) Braunschweig, 2011

dag, élettelen és „gyúrt” talajt hagyunk hátra. Mivel a repceállományok a fejlődés korai szakaszában érzékenyek a talaj nedvességtartalmára, főként kései vetéseknél végzett talajműveléskor lényeges, hogy a kellő oxigén-ellátottság érdekében a talajban megfelelő arányban maradjanak nagy és közepes méretű rögök, és mindig legyen lehetőség az esetenként kialakuló belvíz gyors elvezetésére. Mindez elősegíti egyúttal a talajok gyorsabb felmelegedését és az állományok egészséges fejlődését.

Alapszabály, hogy minél későbbre tolódik a vetés, annál mélyebb talajművelésre van szükség. Az augusztus végi, sekélyen művelt talajba történő vetéssel szemben előnyben kell részesíteni a mélyen művelt, megfelelően előkészített magágyba történő szeptember eleji vetést.



3. ábra: **A TALAJÁLLAPOTTÓL FÜGGŐEN
VÁLA SZUK MEG A MŰVELÉSI MÉLYSÉGET**

Ha...



Forrás: Voßhenrich, módosítva



A talajművelés kérdése a növényi maradványok kezelésével is összefügg.



1. ábra: A SZÁRMARADVÁNYOK MEGFELELŐ KEZELÉSE JELENTI A KÜLÖNBSÉGET

POZITÍV	NEGATÍV
NÖVÉNYI MARADVÁNY (SZALMA)	NÖVÉNYI MARADVÁNY (SZALMA)
Tápanyagforrás	A talajművelés és a vetés folyamatát zavarhatja
Biztosítja az erózió elleni védelmet	Rosszul tömöríthető, ezért lassan ülepedik a talaj
Növeli a humusztartalmat, a talajkolloidok mennyiségét	Szabadföldön kedvezőtlenül hathat az állományok fejlődésére, mivel hűti a talajfelszínt
Tápláléklánc szolgáltatója a talajlakó szervezetek (földigiliszták) számára, fokozza a talajéletet	Tápanyagra és vízre van szükség a maradványok lebomlásához
Fokozza a talajtermékenységet	A kórokozók és kártevők potenciális fertőzési forrása
Javítja a talajszerkezetet	Károkat okozhat a gyomirtószer-maradványok révén
Növeli a víz-beszívárgást és a talaj víztartó képességét, megóvja a nedvességet, csökkenti a párolgást	

A SZÁRMARADVÁNYOK SZÉTTERÍTÉSE

A talajtömörödés és a növényi maradványok hatása a gyökérnövekedésre

Minél nagyobb az előveteményből származó növényi maradványok mennyisége, annál szigorúbbak a szalma kezelésével kapcsolatos követelmények. A talajtömörödés és a nagytömegű, egyenetlen eloszlású „mulcsszőnyeg” zavarhatja a gyökérnövekedést.



A REPCEGYÖKÉR MEGHÁLÁLJA A MULCS EGYENLETES ELTERÍTÉSÉT

Hosszútávon a növényi maradványok számos előnyt jelentenek a talaj számára és növelik annak termékenységét. Az esetlegesen felmerülő hátrányok inkább rövidtávon jelentkeznek, és jellemzően a vetéseket hátráltató mechanikai akadályokból adódnak. A nagytömegű növényi maradvány következetes kezelése ezért különösen fontos.

Mivel az elővetemény betakarítása és a repce vetése között elegendő idő áll rendelkezésre, a búzaszalma következetes kezelése megoldható, de nagy kihívásokat jelent. Rendkívüli esetben, nagy nyári szárazságban a szalma lebomlására nincs elegendő idő.

Legyen szó akár árpa-, akár búzaszalmáról, a szármadarvanyok elterítésének lehetőleg egyenletesnek kell lennie. Ha ugyanis a talajfelszínen egyenetlen a szalma és a pelyva eloszlása, az nem megfelelő tápanyag-feltárádáshoz, és ezáltal kiegyenlítetlen repceállományok-

hoz vezet. Azokban a sávokban, ahol különösen sok szalma halmozódott fel, a növényi maradványok lebontása érdekében nagy mennyiségű tápanyag kötődik meg (ún. pentozán hatás). Az ilyen helyeken gyorsan kialakulhat átmeneti, relatív tápanyaghiány, azaz a fiatal repcenövények „éheznek”. Az elővetemény betakarítása és a repce vetése közötti időszakban az egyenetlen szalmaeloszlás zavart okozhat a vízháztartásban is. Csapadékos időjárás esetén a víz a szalmával alig borított helyeken gyorsan a talajba jut, míg ott, ahol szalmakupacok vannak, a talaj rendszerint nehezen képes befogadni a frissen hullott csapadékot.

A vetéskor és keléskor jelentkező szárazság esetén biztosra vehető a sávos kelés, melyet a szármadarvanyok egyenetlen eloszlása tovább fokoz.

KERÜLJÜK A „SZALMASZŐNYEG” ELŐFORDULÁSÁT

Az egyenetlen eloszlású szármadarvanyokból képződő vastag „szalmasző-

nyeg” több szempontból is zavaró, káros hatással járhat. Megtöri a talaj kapillárisait, üregeket képez a talaj felső rétegeiben, amelyekben a gyökök nem tudnak növekedni. Ugyanakkor bomlása során olyan kémiai anyagok szabadulnak fel, amelyek gátolják a gyökérnövekedést. Az is ismeretes viszont, hogy a jól felszecsázott szalma a bolygatott talajrétegben egyenletesen elosztva fokozza a földigiliszták aktivitását, és ezáltal hosszú távon elősegíti a jobb gyökérnövekedést.

MINDEN AZ APRÍTÉK HOSSZÁTÓL FÜGG

A szalma, a mulcs a repce vetésekor sem lehet zavaró tényező, tehát mennyisége és eloszlása nem akadályozhatja a vetések időben és kívánt minőségben történő elvégzését. Ennek érdekében főként a szalmaszálak hosszát és a szalma mennyiségét szükséges megvizsgálni. Minél hosszabbak a szalmaszálak, annál nehezebben dolgozhatók a talajba és annál lassabb a lebomlásuk üteme is. A hosszú szalmaszálak a művelés során rendszerint felülre kerülnek (kivéve a forgatósos művelésnél). A mulcs- és direktvetés esetén a hosszú, erős szalmaszálakat a talajművelő gép esetenként összesodorja és azok nagy tömegben a vetőgép csoroszlyáinak nyílásaiba kerülhetnek, akadályozva ezzel a vetőmag magárokba jutását vagy éppen a pontos vetésmélység tartását. Előfordulhat az is, hogy a kisméretű repcemag a magárokba hulló szármaradványok miatt nem tud a talajjal közvetlen kapcsolatba kerülni, így nem

biztosított a csírázáshoz megfelelő vízellátás, a szükséges talaj-mag kontaktus. Ennek következményei: foltokban kelt, heterogén állományok és rossz gyökérfejlődés.

Az említett folyamatok kialakulásával szemben jó megoldás a szalma megfelelő méretre szecsázása (kívánatos szecska hossz < 5 cm), valamint a szalma gondos talajba dolgozása. Érvényes a bedolgozás elvárt mélységére vonatkozó alapszabály: 1,5 cm/1 t szalma.

Ha a szalma apróra szecsázott ugyan, a vetési mélységig kevert nagy tömegű szármaradvány mégis káros lehet, mert megnehezíti a tömörítést, és akadályozza a megfelelő talaj-mag kontaktus kialakulását.

■■■■■■■

ülededett, aprómorzás szerkezetű, nem poros és nem hajlamos az eliszapolódásra



megfelelő a finom talajszemcsék aránya, jó a rögrfrakció összetétele, jó a víz- és tápanyagellátása



benne kellő számú, durva pórus / földigilisztajárat található a jó oxigénellátáshoz



A REPCE SZÁMÁRA IDEÁLIS MAGÁGY

 elegendő talajnedvességet képes biztosítani a csírázáskori igényekhez igazodva



 nincsenek benne káros talajrétegek (pl. szalmaszőnyeg, eketalp stb.)

 sima felszínű és nem túl apró szemcseméretű

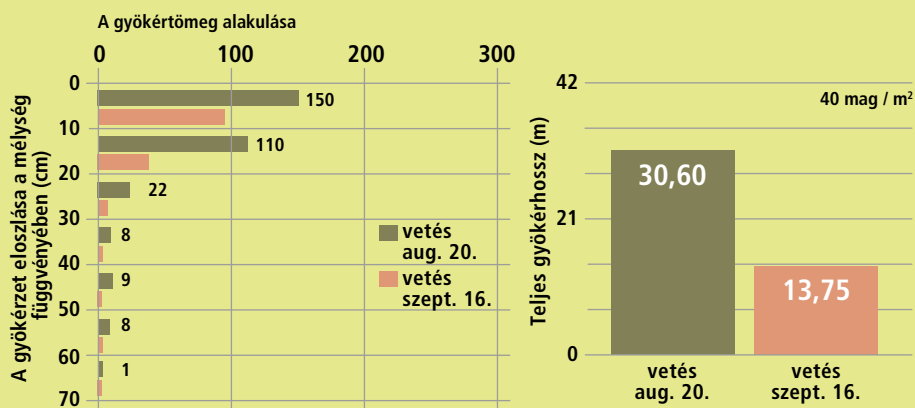
 képes gyors felmelegedésre az állományok sikeres fejlődéséhez

 megfelelő a pórusterek aránya a zavartalan gyökérnövekedéshez

**= alap a magas és kiegyensúlyozott
terméseredményekhez**



1. ábra: **A GYÖKÉR VÉGLEGES HOSSZA**



A vetésidő hatása a gyökértömegre, a gyökérszét eloszlására és a gyökerek hosszára
lőszős csernozjom talajon (helyszín: Bernburg-Sternzfeld) 2009.

Forrás: Dr. J Bischoff, LLFG Bernburg in LOP 3/2012

KORÁN VAGY KÉSŐN

Az optimális vetésidő

Minél korábbi a vetés, annál hosszabb idő áll rendelkezésre a gyökérnövekedéshez. A késői vetéseknél döntő szempont az időjárás várható alakulása, továbbá a helyes fajtaválasztás és a szakszerű állománykezelés.



KOCKÁZATTAL VAGY ANÉLKÜL

A korán vetett állományokban fejlődő növényekre általában a jól fejlett gyökérrendszer jellemző. Ezért ilyen esetben lehetőség van sekély művelés alkalmazására is, ha azt a talajszerkezet és az egyéb kockázati tényezők megengedik. Egyrészt a gyökerek ősszel még a mélyebben elhelyezkedő talajrétegekbe is képesek lehatolni, másrészt a teljes gyökérhossz és gyökértömeg is nagyobb, mint ahogy az a késői vetések esetén alakulhat (lásd 1. ábra).

Óvakodjunk azonban a túl korai vetéstől is, mert ekkor más típusú kockázatokkal kell számolnunk. Ebben az esetben fokozódik ugyanis a kórokozók és kártevők fellépésének veszélye, továbbá az állomány túlfejlődhet a tél beállta előtt, amit viszont a szakszerűen alkalmazott őszi növekedés-szabályzókkal kézben tarthatunk. Minél későbbi a vetés, általában annál alacsonyabb a talajhőmérséklet és annál rövidebb a növekedés hasznára fordítható idő a vegetációs időszak végéig. Kijelenthető tehát, hogy a legnagyobb kockázatot a kései vetések tartogatják, melynek igen gyakori követ-

kezménye a túl fejletlen gyökérrendszer kialakulása. A szeptember eleje utáni vetéssel a legtöbb esetben már mérséklődik a termésbiztonság.

A kockázatok csökkentésére megoldást jelenthet a mélyítő talajművelés, a kellő időben kijuttatott nitrogén starter műtrágya (30-40 kg N/ha), valamint a jó növekedési erélyű hibridek választása.

Az elmúlt évek tapasztalatait összegezve azonban kijelenthető, hogy hosszútávon, fenntartható módon a legstabilabb és legbiztonságosabb repcetermés a jól bevált „normál” vetésidő mellett érhető el. Ez jelenti a legjobb kompromisszumot az évjáratonként eltérő időjárási feltételek és a vetésidő kapcsolatában. A hibridek kedvező tulajdonságait érdemes kihasználni a korai vagy késői vetés esetén is, mert azok képesek a jó ütemű gyökér- és hajtásnövekedésre. Így a nagy termések elérésének ebben nincs semmi akadálya.





AMI A NORMÁL VETÉSI NORMA (40-50 csíráképes mag/m²) MÓDOSÍTÁSA MELLETT SZÓL...

	...CSÖKKENTSÜK	...NÖVELJÜK
Vetésidő	korai	későbbi
Vetés típusa	szántást követő vetés / szemenkénti vetés	mulcsvetés
Talajállapot	kellően nedves vagy száraz, de jól visszanedvesedő, jó talajszerkezetű	túl nedves, túl száraz, rossz talajszerkezetű
Vetési technika	precíz vetőmag-adagolás, állandó vetésmélység, megfelelő visszatömörítés	elavult vetéstechnika, igen magas haladási sebesség
Elővetemény	kedvező, egyenletes, jó szalma-eloszlás, korai aratás, a szalma megfelelő lebomlása	kedvezőtlen, egyenetlen, rossz szalmaterítés, későn lekerülő elővetemény

A VETÉSI NORMA

Az optimális vetési norma a termésszintek közötti „váltókapcsoló”

A termelési adottságokhoz alkalmazkodó vetési norma megállapítása fontos eleme a repce télbemenetel előtti állományalakításának. E döntés alapvetően meghatározza az erőteljes gyökérzet és a kívánt állománysűrűség kialakulását.



VERSENGÉS A FÉNYÉRT

Ha indokolatlanul magas vetőmag normával dolgozunk, a növények gyorsan benövik a rendelkezésükre álló teret, korán megtörténik a lombzáródás, és hamar megindul a fényért folyó verseny. A fény irányába történő növekedés során megnyúlik a szár, kitettebb lesz a tenyészöcsúcs, s ez kockázatosabb lehet az áttelelés szempontjából. Ezzel egyidejűleg leáll a gyökerek hosszanti növekedése, mivel a növény minden energiáját a fényért vívott föld feletti küzdelemre fordítja. Ennek következtében a növényállomány gyenge, sekélyen gyökerező lesz, ami összességében mérsékelt stressz-toleranciát eredményez.

VETÉSI NORMA ÉS KORAI VETÉS

Korai vetés esetén az átlagosnál alacsonyabb vetési norma és kellő időben történő növekedésszabályozás javasolt. Így a sorzáródás későbbre tolódik a hosszabb és mélyebbre hatoló gyökérzet, a nagyobb gyökértömeg kialakítása érdekében. Az alacsony vetési norma alkalmazása azonban nagy körütekintést és szakmai felkészültséget kíván, hisz

ebben az esetben nincsenek tartalékok a kiszámíthatatlan növénypusztulások (pl. áttelelési veszteségek, károsítók fellépése, száraz magágy) ellensúlyozására.

VETÉSI NORMA ÉS KÉSŐI VETÉS

Késői vetés esetén minden egyes nap duplán számít a növekedés szempontjából. Minél kedvezőtlenebbek az adottságok az elővetemény, a művelés, a vetésidő és az őszi fejlődés szempontjából, annál jobbnak kell lennie a fajta növekedési erélyének, stressz-toleranciájának és regenerációs képességének. A kései vetéseknél - a jellemzően már alacsonyabb hőmérséklet miatt - a gyökerek nem képesek lejutni a mélyebb talajrétegekbe, s az oldalgyökér-képződés is mérsékelt. Ilyenkor erőteljesen megnyílnak a hibridek erősségei a vitalitás és a fejlődési erély tekintetében. Késői vetésű hibrideknél a vetőmag mennyisége a normál vetésidőjűekhez viszonyítva 5-10 mag/m²-rel, azaz 15-20%-kal növelhető.





IRÁNYADÓ VETŐMAG-MÉLYSÉG A REPCEVETÉSHEZ

	Sekélyen elhelyezkedő vetőmag (1 – 1,5 cm)	Optimális mélységben elhelyezkedő vetőmag (2 – 2,5 cm)	Mélyen elhelyezkedő vetőmag (3 – 4 cm)	A keléshez szükséges napok száma (ideális esetben)
1 cm				3 nap
2 cm				4 nap
3 cm				5 nap
4 cm				6 nap
	KÉSŐI VETÉS NEDVESSÉG VÁLYOG			KORAI VETÉS SZÁRAZSÁG HOMOK
	OPTIMÁLIS			

A MAGÁGY ÉS A VETÉSMÉLYSÉG

A jó magágy elősegíti az erőteljes gyökérnövekedést és a zavartalan kezdeti fejlődést

A termelési adottságokhoz alkalmazkodó vetési norma megállapítása fontos eleme a repce télbemenetel előtti állomány-alakításának. E döntés alapvetően meghatározza az erőteljes gyökérzet és a kívánt állománysűrűség kialakulását.



Fő szabályként elmondható, hogy normál körülmények között a vetőmag csírázásához kb. 2 napra van szükség, ezután naponta mintegy 1 centiméteres növekedéssel lehet számolni.

A talajhőmérséklet mellett a talaj oxigénkészlete és nedvességtartalma is meghatározó szerepet játszik a növényállomány biztonságos fejlődése szempontjából. Szárazság esetén a vetőmagnak a normál vetésmélységnél 1-2 centiméterrel mélyebbre, 3-4 cm-re kell kerülnie a talajfelszín alá. Nagyobb nedvességtartalmú talajokon az oxigén-ellátottság csökkenése és a lassabban melegedő talaj korlátozzák a gyors csírázást. Ilyenkor a sekélyen (1-2 cm mélységben) elhelyezkedő vetőmag előnyt élvezhet a kelés üteme és homogenitása szempontjából.

Jó adottságú, kellően lazult talajokon célszerű a sekély talajművelés és a sekély vetés elvégzését mérlegelni. Ezzel szemben a mély, tömörödtebb szerkezetű talajokon a gyökérnövekedés elősegítése és a csíranövények folyamatos vízellátásának biztosítása érdekében mélyítő

talajművelésre és az átlagosnál mélyebb vetésre van szükség.

Mind a gyököcske, mind a rügyecske fejlődése során érzékenyen reagál a hőmérsékletre, az oxigénre és a vízre. Nagyobb talajnedvesség-tartalom esetén - a magvak sekélyebb elhelyezkedése mellett - kerülni kell az erőteljes visszatömörítést, hogy lehetőleg levegőzött maradjon a talaj a vetőmag környezetében. A nedvesebb talaj azonban jobb kelési és kedvezőbb gyökérfejlődési feltételeket terem, melyek között erőteljesebb őszi állományfejlődés várható.

A késői vetéseknek nagy a kockázata, mert csökken a teljesítőképesség az alacsonyabb hőösszegek (lassabb gyökérnövekedés) és a nappalok csökkenő hosszúsága (mérsékeltebb hosszirányú gyökérnövekedés) miatt a telet megelőző időszakban. Ez a produktivitást és a stressz-tűrő képességet is hátrányosan befolyásolja.

Az általános cél tehát az, hogy bármely vetésidőben is helyezzük ki a vetőmagot, a repce kelése mielőbb megtörténjen.

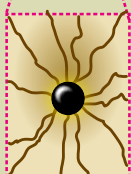
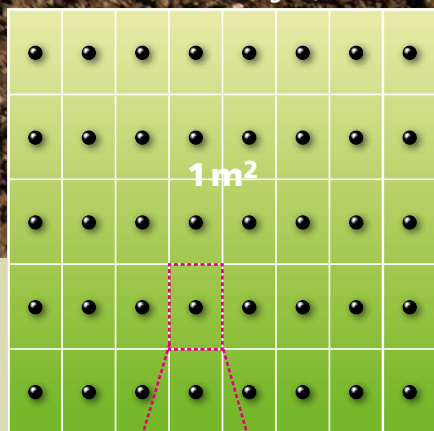




A TENYÉSZTERÜLET ALAKULÁSA A SORTÁVOLSÁG FÜGGVÉNYÉBEN

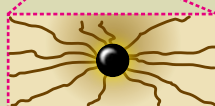
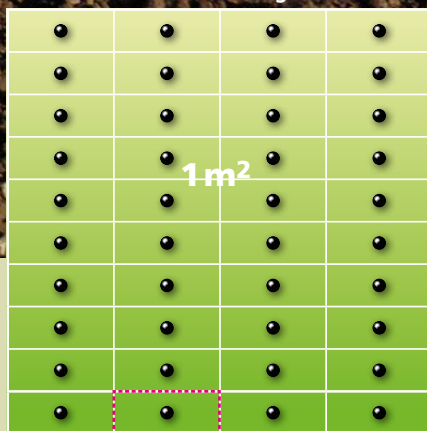
(példa: vetési norma 40 csiraképes mag/m²)

1. ábra: Sortávolság: 12,5 cm



12,5 cm x 20 cm
= 250 cm²

2. ábra: Sortávolság: 25 cm



25 cm x 10 cm
= 250 cm²

A gyökér számára hasznosítható terület 40 mag/m² esetén: 250 cm²
→ számított optimum: 16x16 cm

TARTSUNK TÁVOLSÁGOT!

Ügyeljünk a vetéstechnikára és a térállásra!

A RAPOOL repce hibridjeit a hagyományos és a szemenkénti vetéshez használt vetéstechnikával egyaránt kipróbálták a gyakorlatban. Az állomány optimális alakulása szempontjából a megfelelő térállás döntő fontosságú.



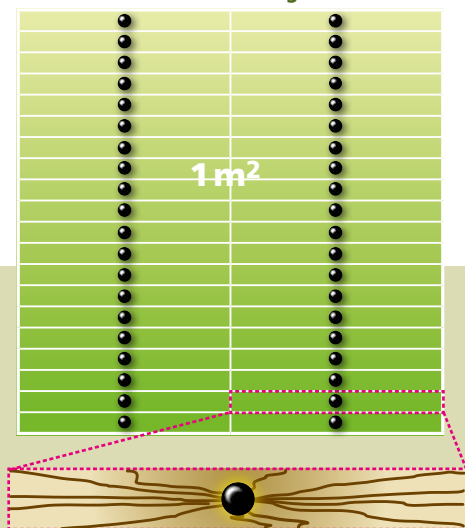
A MEGFELELŐ TÉRÁLLÁS

A hibridek számára legkedvezőbb 40 mag/m² vetési norma esetén a 16 centiméteres sor- és tőtávolság lenne optimális (lásd 4. ábra).

A 12,5 - 25 cm sortávú vetéseket vizsgálva az adottságok jónak nevezhetők, a térállás 40 mag/m² esetén mind a

gyökér, mind a hajtás fejlődése szempontjából kedvező (lásd 1. és 2. ábra). Az ilyen állományokban a növények minden irányban egyenlő mértékben fejlődhetnek, s a rendelkezésre álló tenyészterületükről a tápanyag-, és vízkészletet optimálisan hasznosíthatják. A gyakorlatban használt szemenkénti vetést gyakran a kapás kultúráknál alkalmazott, széles sortávolságú technikával végzik, ahol a kihelyezett magok száma, a vetésmélység és a tőtáv pontosan szabályozható (lásd 3. ábra).

3. ábra: **Sortávolság: 45 cm**



$$45 \text{ cm} \times 5,5 \text{ cm} = 250 \text{ cm}^2$$

4. ábra: **A SORTÁVOLSÁG ALAKULÁSA (cm)**

Vetési norma	12,5	25	45	Optimális eloszlás (cm)
35 mag/m ²	23	11	6	17 x 17
40 mag/m ²	20	10	6	16 x 16
45 mag/m ²	18	9	5	15 x 15
50 mag/m ²	16	8	4	14 x 14

A vetőmagnormát tartva már csak 5,5 cm lesz a tőtávolság a 45 cm-es sortávolság esetén. A szemenkénti vetés során a magvak pontos kihelyezésére valóban kiváló lehetőséget biztosítanak a korszerű vetőgépek, de ez a vetés- és termesztés-technológia leginkább a száraz ökológiai adottságú területeken, durvább magágy esetén jár nagyobb homogenitással és biztonsággal.

FIGYELJÜK A NÖVÉNYEK FEJLŐDÉSÉT!

A gyökerek által hasznosítható terület (ami pl. 250 cm² 40 mag/m² esetén) valamennyi vetési technika alkalmazásakor azonos.

Nagyobb sortáv esetén azonban a gyökereknek tovább kell növekedniük a sorok között ahhoz, hogy kitöltsék a rendelkezésre álló teret. Míg a gyökereknek megvan a lehetőségük a hely kihasználására, addig a föld feletti növényi rész számára ez a lehetőség korlátozott. Ha a levelek érintkeznek egymással és átfedik egymást, felfelé kezdenek állni. Ez jelzi, hogy komoly versengés folyik közöttük a fényért. Az ezzel összefüggő szármegnyúlás növelheti az áttelelés kockázatát, később pedig a megdőlési hajlamot.

Habár a gyomszabályozás terén új távlatokat nyit a széles sorköz, mert költséghatékony, vegyszertakarékos megoldást jelenthet a sorközművelő kultivátorok alkalmazása, korlátozódhat a függőleges gyökernövekedés és mérséklődhet az állomány gyomelnyomó képessége. Nagyobb sortávolság esetén ezért javasoljuk a mérsékelten csökkentett vetési norma alkalmazását.

INNOVATÍV TECHNOLÓGIÁK A REPCETERMESZTÉSBEN

A talajműveléssel, a sortávolsággal és az állománysűrűséggel kapcsolatos újdonságok jelentősége a sávlazítással és a közvetlenül a vetőmag alá, illetve a barázdába történő trágyakijuttatás lehetőségét kínáló ún. „Strip-Till” eljárással összefüggésben növekedhet. Még mindig sok a nyitott kérdés ezen innovatív, precíziós technológia alkalmazása terén, pl. a megfelelő sortávolságot, a szalmakezelést, a magágy minőségét, a trágyázást (a trágyatípust, -mennyiséget, a kijuttatás mélységét), illetve az alkalmazott vetési technológiát, a hibridhasználatot vagy vetőmag normát illetően. A vetőmag kijuttatása a művelő elemmel azonos nyomon vagy ahhoz képest kissé eltolva történhet meg. Ennek feltétele a nagy pontosságot biztosító GPS-rendszer használata.

Ebben az újszerű technológiában fontos szerephez juthat a szemenkénti vetés. A precíziós vetőgépek és vetéstechnológia a sávos „Strip-Till” műveléssel kom-



A sávos „Strip-Till” talajművelés a jövő technológiája.

binálva eltérő talajadottságok mellett is kiváló vetésmélység-tartást, valamint talaj-mag kontaktus kialakítását teszi lehetővé. Ez a szárazodó klímájú területeken nagyobb kelésbiztonságot, a repce vetésterületének stabilizálódását hozhatja magával.

A „duplasoros” vetéstechnikát – a művelt sávtól balra és jobbra történő vetőmag-lehelyezést – főként a gabonánál alkalmazzák, de ez a repcénél is kiváló alternatívát jelenthet a jövőben. A dupla sorok révén a növények közti távolságok kiegyenlítődnek a sorban, csökken a sorok közti távolság és a mag az átmeneti zónában a lazítatlan és a mélylazított területre kerül.

A repcegyökérnek így lehetősége lesz arra, hogy szárazság idején a lazítatlan részre jellemző jobb kapillaritásból és nagyobb talajnedvesség-tartalomból profitáljon, míg kedvezőbb talajnedvesség esetén a lazított rész felé terjeszkedjen.

A kelést követően a gyökök megkeresik az utat a kijuttatott tápanyagokhoz, de ennek biztosítása érdekében a tápanyagokat semmi esetre sem szabad csak a művelt sávba, függőlegesen a magvak közvetlen környezetébe kijuttatni, hanem a teljes területre történő műtrágya-kihelyezést érdemes alkalmazni.



A tenyésztő terület megfelelő kihasználása a gyökér és a hajtás számára is biztosítja az egyenletes fejlődés lehetőségét.



LÉTFONTOSSÁGÚ TÁPELEMEK

A tápanyagok és a trágyázás szerepe a gyökérzet szempontjából

A legfontosabb tápanyagokkal való szűkös ellátottság esetén a repce nem tud jól fejlődni, és nem képes a kívánt terméseredményeket elérni. Amellett, hogy az egyes tápanyagok fontos feladatokat látnak el a föld feletti szervek működésében, lényegesek a gyökér számára is, hiszen az ott zajló jelentős anyagcsere-folyamatokban szintén részt vesznek.



NITROGÉN

A nitrogén a növény fejlődésének motorja. Nélkülözhetetlen a növekedéshez, leginkább a hajtásokban és a gyökércsúcsokban. A gyökér képes a nitrogént nitrát és ammónium formájában is felvenni. A nitrát ionok már a gyökérben ammóniummá redukálódnak, majd a felhasználás helyére szállítódnak, ahol a fehérjeszintézis alapanyagául szolgálnak.

A nitrogén ugyanakkor részt vesz az asszimilátákat raktározó, és az azokat felhasználó szervek viszonyának alakításában, valamint a növekedést szabályozó hormonháztartásban is. A növények növekedése és fejlődése szempontjából a fitohormonok közti egyensúly döntő fontosságú. A trágyázás során kijuttatott hatóanyag formája ezért kiemelt jelentőségű a növényi asszimilátákat, valamint a teljes anyagcserét tekintve. Így az ammónium formájában kiadott nitrogén másként hat a felhasználás és raktározás viszonyára, mint a nitrát formájú hatóanyag.

A nitrát hatása inkább a levél- és hajtás-

növekedés elősegítésében, az ammóniumé pedig főként a gyökérnövekedés serkentésében nyilvánul meg. A nitrogén hiánya – ennek megfelelően – a gátolt gyökérnövekedésben is tetten érhető.

Az őszi káposztarepce számára a nitrogén nélkülözhetetlen a termésképzéshez. A nitrogén adagok kijuttatása a téli időszakot követő növényfejlődéshez igazodik.

Lényeges a vegetációs időszak elején végzett N-trágyázás, amely elősegíti a regenerációt, a fiatal levelek és gyökerek fejlődését. A második tavaszi nitrogén adagot a növények a szárazanyag termeléséhez és a fehérjeszintézishez használják fel. A nitrogénszükséglet számításakor hagyományosan 60 kg N/t szemtermés az irányadó.

A szükséges dózis kiszámításakor figyelembe kell venni a $N_{\min}$ -tartalmat, a talaj várható mineralizációs képességeit, az állományfejlődést és a terméskilátásokat is (további információk: www.rapool.de és www.rapool.hu).

FOSZFOR

A gyökérszektumok kiválasztása révén a repcenövény még a nehezen oldható foszfort is fel tudja venni. A gyökerek közvetlenül a foszforforrásig képesek eljutni a talajban, ezért a foszfor elősegíti a dús gyökérképződést.

A gyökérszőrök teljes felületén egyenletes a foszforfelvétel, melynek nagy jelentősége van a foszfát felvétele szempontjából. Így a repce 1,3 mm hosszúságú gyökérszőreinél az 1 cm gyökérhosszra vetített P-felvételi arány lényegesen nagyobb, mint például a 0,7 mm gyökérszőr hosszúságú kukoricánál.

Foszforhiány esetén gátolt a gyökerek növekedése, s ezért kevésbé dús gyökérzet alakul ki. Ősszel a repcenövények foszforfelvétele mérsékelt, a vegetációs időszak kezdetén viszont megnő, majd a virágzást megelőző időszaktól kezdve az érésig állandó marad. Átlagos tápanyag-ellátottság mellett a repce foszforigénye 80-120 kg P_2O_5 hektáronként.



A nitrogén alapvető az őszi káposztarepce termésképzése szempontjából.

KÁLIUM

A kálium szintén fontos szerepet játszik a gyökerek növekedésében. Főként a gyökérben található meg, ahol a gyökérsejtekben ozmotikusan vizet köt meg, továbbá felel a vízfelvétel szabályozásáért is. A kálium ionok xilém edénynyalábokba történő leadásával csökken az ozmotikus potenciál, s kialakul a „gyökérnyomás”. Eközben a víz ozmózis révén a xilém nyalábokba jut, és a hajtások irányába áramlik. Ha a gyökerekben a kálium elegendő mennyiségben van jelen, a vízhasznosítás megfelelő, és a szárazság okozta stressz mérséklődik.

A repce kálium igénye igen magas az egyéb tápanyagokhoz viszonyítva. Sőt, a tápelem felvétele jóval megelőzi a növényi növekedést, ezért a káliumot a kellő időben kell biztosítani a növények számára.

Mivel a kálium főként a gyökérzetben található, a területről a betakarított terménnyel lekerülő kálium mennyisége ele-



Tipikus foszforhiány - elszíneződött levél.

nyésző. A káliumtrágyázást alapvetően ősszel, a könnyű, laza talajokon pedig nagyobb részt ősszel és kisebb arányban tavasszal kell elvégezni.

A talajvizsgálati eredményeknek és a tápanyag-gazdálkodási javaslatnak megfelelően, a talajok minőségi besorolásától függően 150-250 kg K_2O kijuttatására lehet szükség hektáronként.

BÓR

A bór befolyásolja a szénhidrátképzést és lényeges szerepet játszik az asszimiláták növényen belüli eloszlásában. Ha a gyökérben bórhány lép fel, zavart szenved az asszimilátákat tároló és az azokat felhasználó szervek közti egyensúly. Emellett a bór a gyökérben szabályozó funkciót tölt be a hormonháztartás befolyásolásának terén is. Bórhány esetén megbomlik a citokinin (gyökérnövekedés) és az auxin (hajtásnövekedés) fitohormonok közötti egyensúly. Ennek következménye az oldalrügyek fokozott mértékű kihajtása, valamint hiá-

nyos virágképződés lesz. A gyökerekben szív- és szárazrothadás alakul ki, amit a szerv üregessége, a gyökérszövet elbar-nulása jellemez. Egyértelmű tehát, hogy a bór jelentős hatást gyakorol a gyökerek egészségi állapotára is.

Az őszi káposztarepce bórigenye fokozottabb, mint pl. a gabonaféléké. Ezért célszerű a trágyát többször, osztott adagban kiadni, pl. ősszel és a virágzás idején, esetenként 200 g/ha dózis alkalmazásával. A bór a levelek irányából a gyökerek felé nem szállítódik a növényben. Ezért a megfelelő tápanyagfelvétel érdekében a fenti adagokat kiadós zivatarok előtt, vagy nagy permetlé mennyiséggel kell kijuttatni.

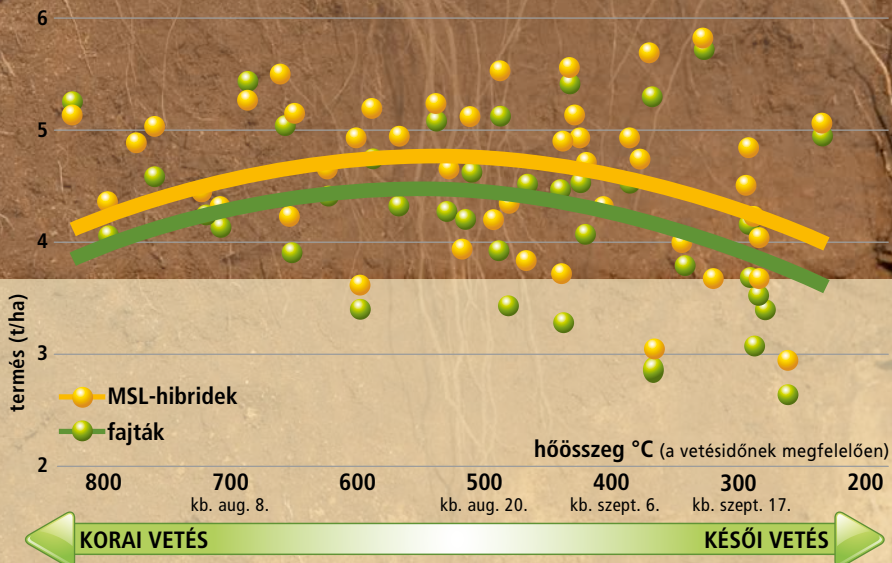


A levélszélek elszíneződése utal a kálium-hiányra.



Bórhány okozta tünetek: szívrothadás és a test üregessége.

1. ábra: A TERMÉSEREDMÉNYEK ALAKULÁSA A TÉLIG TARTÓ IDŐSZAK HŐÖSSZEGÉNEK FÜGGVÉNYÉBEN



Forrás: Vetésidő-kísérletek 1993/94 - 2010/11, Hohenlieth, Schleswig-Holstein

A HIBRIDREPCÉ GYÖKERE

A hibridek gyökerének titka

A fajtákétól eltérően a hibridrepcé gyökere erőteljesebben képes fejlődni, ezért azoktól hosszabb, a talajban mélyebbre hatol, továbbá össz tömege is nagyobb. E tulajdonságok a nagyobb alkalmazkodóképesség, a hatékonyabb víz- és tápanyag-hasznosítás feltételeit teremtik meg.



1 A hibridek ősze, a kelést követően rendkívül gyorsan képesek fejlődni. A heterózishatás szemmel láthatóan érzékelhető mind a hajtás, mind a gyökérzet alakulásának vizsgálatakor. Rhizotron készülékkel történt analízisek igazolják, hogy a hibridrepcék nagyobb gyökértömeg kialakítására képesek.

2 Több éven át tartó, független keretek között zajló, szabadföldi vetéside kísérletek adatait elemezve egyértelmű összefüggéseket fedeztünk fel az őszi ($> 5^{\circ}\text{C}$) hőösszegek és a terméseredmények alakulása között: a hibridek megfelelő őszi fejlődését szélesebb és stabilabb hőmérsékleti optimum tartománnyal ($700\text{--}400^{\circ}\text{C}$) jellemezhetjük. Attól függően, hogy az őszt mennyire zord tél követi, akár már 300°C fejlődésre fordított őszi hőösszeg esetén is megvan az esély arra, hogy elfogadható terméseredmények szülessenek, habár a megfelelő végeredmény kialakulásának ekkor már elég nagy a kockázata.

3 Ennek alapján feltételezhetjük, hogy a hibridgyökér fiziológiás hőmérsékleti igénye alacsonyabb a fajtákénál, ezért ősze és akár télen is tud növekedni. Ezt támasztja alá az a megállapítás, miszerint a hibridgyökér a talaj mélyebb rétegeibe jutva hosszabb ideig képes kihasználni élettere hőtároló és puffer képességeit a fejlődéséhez.

4 Európa repcetermesztésre alkalmas térségeiben a 2011. és 2012. évek telén komoly fagyokat mértek. Ekkor végzett megfigyeléseink és széleskörű termelői tapasztalatok támasztják alá, hogy a felengedett talajokon mindkét évben átlagon felüli regenerációs képességet mutattak a robosztus termetű hibridek, ami kihatott a terméseredmények alakulására is. Ezek a megfigyelések is azt támasztják alá, hogy a hibridgyökér kora tavasszal alacsony hőmérséklet mellett gyorsabban képes növekedni, ami elősegíti a föld feletti részek gyorsabb megújulását is. A regeneráció sebességé-

nek alakulását kedvezően befolyásolja az energiaraktárként szolgáló nagy gyökértömeg. A gyökértömeg gyarapodásával együtt még a hosszabb száraz időszakok is hasznosak a levelek és a gyökerek további növekedésének fenntartásában. Aszályban a fajtakénál jóval később torpan meg a hibridgyökerek növekedése, ami utóbbiak kedvezőbb stressz-toleranciájával függ össze.

5 A szárazságtűrés szempontjából a gyökérzet tömege mellett a karógyökér hossza is döntő fontosságú abban a tekintetben, hogy a növény képes-e fejlett gyökérrendszere segítségével elérni a nedvesebb talajrétegeket, és így pótolni a hiányzó csapadékot. A Rostocki Egyetemen tevékenykedő Dr. Birgit Zachow liziméteres mérései alátámasztják, hogy a hibridrepcék gyökérének szívóereje fokozottabb a fajtakéhoz képest. Ez a tulajdonság vezet a hibridgyökér szárazságban is aktívabb vízfelvételéhez, amely a talajnedvesség hasznosításán túl a talaj és talajvíz alacsonyabb nitrát-tartalmának kialakulását is képes elősegíteni. Ezek az eredmények és tapasztalatok a következőképpen összegezhetők: A hibridgyökér

hasznosságának titka az erőteljesebb, kiszélesedő hőmérsékleti tartományban is folyamatos növekedés, a fiziológiai aktivitás megléte még alacsony hőmérséklet esetén is, melyet jól jelez az a tény, hogy enyhébb teleken a talaj mélyén, rejtetten ugyan, de tovább képes nőni. A nagy gyökértömeg több vizet és tápanyagot tárol, amelyek biztosítják az áttelelést, és elősegítik a gyorsabb regenerálódást tavasszal.

A hibridgyökér fokozott szívóereje hatékonyabb víz- és tápanyagfelvételt tesz lehetővé a szélsőséges adottságú időszakok átvészeléséhez. Végezetül pedig kijelenthető, hogy az erőteljes, fejlett, jó struktúrájú gyökér a titka a hibridek nagyfokú termésstabilitásának.





A hibridek komoly fagyok után is nagyobb regenerációs képességgel rendelkeznek.

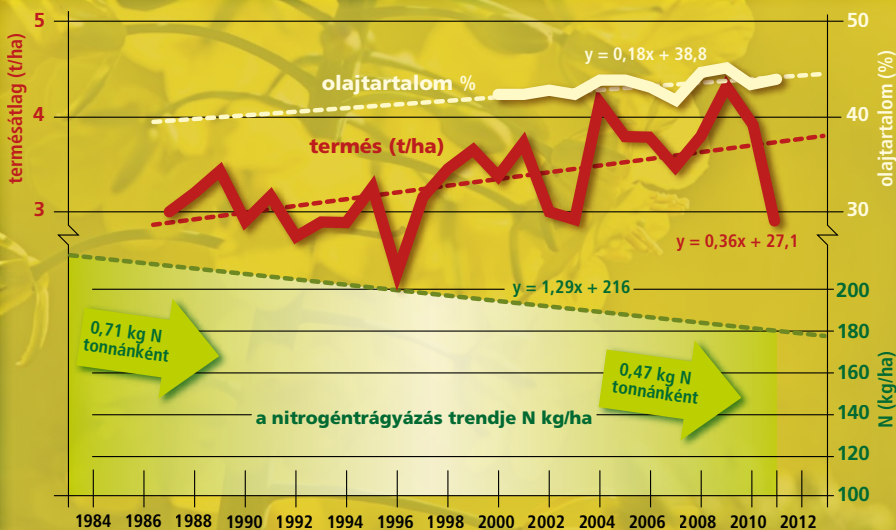


A nagyobb gyökértömeg nagyobb raktározó kapacitása hozzásegíti a hibrideket a gyorsabb tavaszi regenerációhoz.



A hibridek genetikai többletteljesítménye nagyobb hozamok elérését teszi lehetővé.

1. ábra: **MÉRŐFÖLDKÖVEK A KÁPOSZTAREPCE NEMESÍTÉSÉBEN: TÖBB TERMÉS, NAGYOBB OLAJTARTALOM, HATÉKONYABB NITRÓGEN-HASZNOSÍTÁS**



Forrás: Terméseredmények - Szövetségi Statisztikai Hivatal (Németország), olajtartalom - Tartományi fajtakisérletek (Németország), N-trágyázás eredményei - gyakorlati tapasztalatok alapján

2. ábra: **A TERMÉSEREDMÉNYEKET BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK ALAKULÁSA 1993 ÓTA**

HOZAMSTABILIZÁLÓ

- csávázás a csírafertőző kórokozók és korai kártevők ellen
- a szabadelvirágzású fajtákról a hibridek termesztésére való áttérés
- a vetéssűrűség csökkentése
- következetes növényvédelem a károsítókkal szemben
- növekedés-szabályzók (regulátorhatású fungicidek) használata
- új (herbicidek-toleráns) gyomszabályozási technológiák (Clearfield®) megjelenése

HOZAMKORLÁTOZÓ

- gyökérgolyva, ami elsősorban az észak-európai országokban jelentős (A MENDEL nevű hibrid a

gyökérgolyvára rezisztens, melynek termesztési aránya ezekben az országokban jelenleg kb. 20-30 %, ezért az utóbbi évek nemelési eredményeinek köszönhetően a kórokozó már nem jelent gondot!)

- szklerotínia, foma és verticillium
- késői vetések
- túl nagy csíraszámú vetések

A TERMESZTÉST VESZÉLYEZTETŐ

- a káposztalégy fokozott gradációja
- a piretroidokkal szemben rezisztens rovarkártevő (elsősorban repcefénybogár) populációk megjelenése
- egyre szélsőségesebb éghajlatok, extrém aszály

Forrás: Sauer mann, 2011., kiegészítve Varga, 2012.

FELÍVELŐ TERMÉSSZINTEK

Javuló hozamok a hibridek segítségével

A repce termése a nemesítésnek köszönhetően évente 36 kg/ha-ral nő, és egyes számítások szerint 2016-ra a német termelők elérhetik a 4 tonnás országos termésátlagot is hektáronként. Az olajtartalom átlagosan 0,18%-kal emelkedett az utóbbi 12 év adatait figyelembe véve (lásd 1. ábra). Sőt, öt éven belül újabb 1 százalékpontos növekedés várható az olajtartalomban, amely várhatóan hatással lesz a repce eladási árának alakulására is. A N-trágyázás terén a trend csökkenő. A gyakorlat tehát kevesebb nitrogén hatóanyag felhasználása mellett ér el nagyobb hozamokat, ami a hibridek egyre jobb nitrogén-hasznosító képességét mutatja. Ez egyben hozzájárul a fenntartható gazdálkodás céljainak megvalósulásához is.



A hibridek részaránya Németországban és Európa meghatározó repcetermesztő országaiban, így hazánkban is 65-75%-ra nőtt az elmúlt évtizedben. Ez átlagosan évi 5%-os növekedésnek felel meg, ami a hibridek iránti bizalom töretlen erősödését mutatja a köztermesztésben.

Németországban létezik egy általánosan elterjedt nézet, melyet a termelők immár egy évtizede magukénak érznek: „Intenzív technológiához hibridrepce dukál!”

A 2000 és 2010 közötti évek német hozamtrendjére tekintve a javulás kb. 0,8 q/ha volt a gyakorlatban, ami egyes évjáratokban akár meg is duplázódott.

Ezek a kedvező eredmények azonban nemcsak a nemesítői munkának köszönhetőek, hanem ahhoz egyéb tényezők is hozzájárultak (lásd 2. ábra). A táblázat-

ban összefoglalt technológiai elemek alkalmazása hozamstabilizáló hatással van a köztermesztésre, de a kiegyensúlyozott eredmények kialakításában nagy szerepe volt az egyre jobban működő és termelői körben elismert előrejelzési rendszerek kialakításának is.

ÖSSZEGZÉS: A hibridek növekvő aránya a gyakorlatban biztosítja a terméseredmények növekedésének alapját a környezeti szélsőségek termésátlagot befolyásoló hatásainak ellenére is. Sőt, a hibridek genetikai potenciálja a jelen technológiai és ökológiai adottságok mellett még messze nincs kiaknázva.





1. ábra: **A KÜLÖNBÖZŐ REPCEFAJTÁK TERMÉSEREDMÉNYEINEK ALAKULÁSA NÉMETORSZÁGBAN**



Forrás: Röbbelen és Becker nyomán, Göttingeni Növénytermesztési Intézet 2003, kiegészítés: RAPOOL

RAPOOL - ERŐS SZÖVETSÉG A HIBRIDREPCÉ NEMESÍTÉSÉBEN

A hibridrepcék nemesítése a régmúlt tapasztalataiból táplálkozik és széles genetikai bázison nyugszik

A RAPOOL-RING tagjai egy nemesítői szövetségben dolgoznak együtt a sikeres repcetermesztésért. Az együttműködés elve az, hogy közös erőfeszítéssel újabb jelentős eredmények érhetők el a repcenemesítésben, és a termesztés-technológia fejlesztése terén.



ÖSSZEFOGÁS A KÖZÖS SIKERÉRT

A RAPOOL alapítói 1897-ben kezdték el a munkát az őszi káposztarepce nemesítése terén. A RAPOOL-RING attól kezdve - mind a mai napig - a sikeres, a biotikus- és abiotikus stresszekkel szemben ellenálló repcék nemesítéséért dolgozik. Egyes nemesítőket a siker arra motivált, hogy a tavaszi repce nemesítése érdekében is hasonló összefogás alakuljon ki. Így Németországban DLE Kooperation néven (DSV, Lembke, Eckendorf) megalakult egy újabb szakmai szervezet. A DSV nemesítőház kanadai, valamint az NPZ-Lembke tavaszi repce nemesítői munkáját pedig DL-Seeds néven egy harmadik szervezet is összefogja.

EGYÜTT NÖVEKEDVE

A repce nemesítésében ezek az - előzőekben ismertetett - együttműködések és az egyéb szakmai tevékenységek az új eszközei annak, hogy a versenyelőny megtartható és növelhető legyen a genetikai sokszínűség (diverzitás), továbbá a



A repcenemesítés sikertörténete Prof. Dr. h.c. Hans Lembke munkásságával kezdődött.

nemesítői munka gyorsasága (az intenzitás) terén.

A diverzitás és az intenzitás együttesen a hibridnemesítés sikerének kulcsa. A RAPOOL (Genpool = génforrás) tenyészkertjeiben mindkét alapvető feltétel megtalálható az első hibridek megjelenése óta (lásd 1. ábra).

A hibridnemesítés kezdete (1987) óta a tenyészkertek területe több mint tízszeresére növekedett.

Az új nemesítési technológiák bevezetése, valamint az egyéb biotechnológiai módszerek üvegházi és laboratóriumi körülmények közötti alkalmazása mellett a repcenemesítés ráfordításszintje évről évre rohamléptekben növekszik.

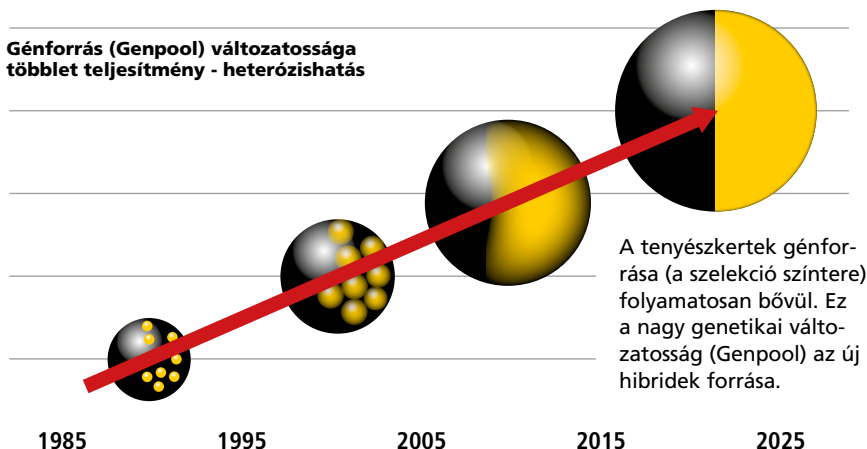
NEMESÍTÉS EGYÜTT

Az MSL-rendszer (MSL = Männliche Sterilität Lembke = Lembkei hím sterilitás) alapuló nemesítési eljárás) alkal-

mazásával több, mint 25 éve tartó hibridnemesítői munka érett be, melynek nyomán a nemesítés üteme jelentősen felgyorsult: 1.000 tesztkeresztezésből (kombinációból) kb. egy hibrid szelektálható. A hibridek nemesítésében elért előrelépés pedig oly módon jelentkezik a gyakorlatban, hogy a kiváló teljesítményű új genotípusok gyorsabban jutnak el a köztermesztésbe, mint valaha.

Mi több, a különböző nemesítési programok kombinációja további előrelépést jelent a hibridrepce sikeréhez vezető úton. Egy másik hibridnemesítési rendszer (Ogura = citoplazmás hím sterilitás) son alapuló nemesítési eljárás) sikeres alkalmazásával, majd a kölcsönösen előnyös együttműködés feltételeinek megteremtésével, szintén számos ígéretes hibrid vált hozzáférhetővé az európai repcetermesztők számára. ■■■■■■

2. ábra: **AZ INTENZITÁS NÖVEKEDÉSE A RAPOOL TENYÉSZKERTEK FEJLŐDÉSE SORÁN**



Forrás: Dr. Martin Frauen, RAPOOL 2012



Az őszi káposztarepce betakarítása 1932-ben.



Őszi káposztarepce a tenyészkertben (1931).



Winterraps Hochzucht

Aussaat: 8.8.35

Ausgegraben: 15.11.35

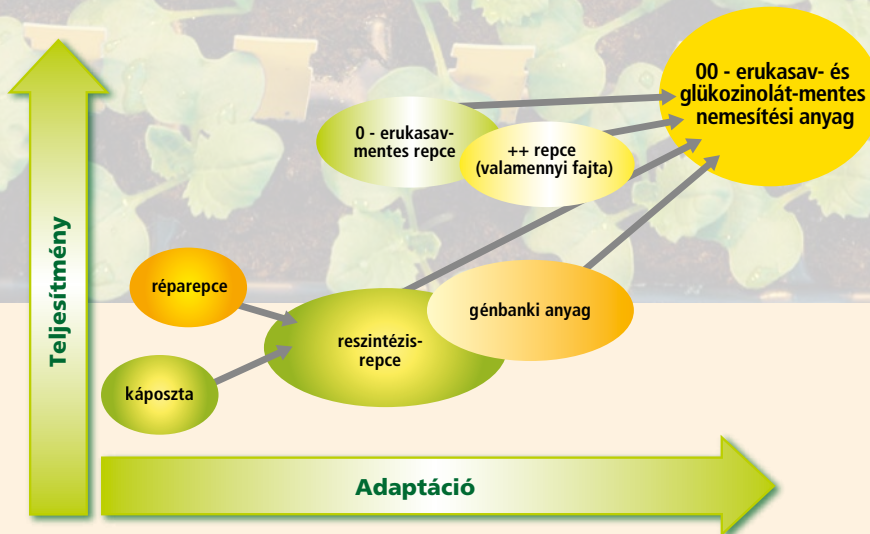
Wurzellänge: 1,15m



Parcella-betakarítógéppel végzett munka a tenyészkertben (2012).



1. ábra: A GENETIKAI VARIABILITÁS FOLYAMATOS NÖVELÉSE



„Egzotikus” forrásból származó nemesítési anyagok a heterózishatás, a biotikus betegség-rezisztencia és az abiotikus stressz-tűrőképesség fokozásához.

Forrás: Dr. Martin Frauen, RAPOOL

NEMESÍTÉS

Szaktudás és technológia

A nemesítés a változatosságot szolgáltató génforrások (Genpool), azaz a fajták előállításához szükséges alapanyag biztosítása, fejlesztése mellett folyamatosan megköveteli a friss szaktudást, a tapasztalatot, a hosszú évek szorgalmas, kitartó munkáját, a feladatok végrehajtásához szükséges képességet, valamint a modern technológiák alkalmazását.



AZ ALAPANYAG DÖNTŐ FONTOSSÁGÚ

A repcenemesítés forrása (Genpool), változatos származású, azonos vagy különböző fajokhoz tartozó növények összessége, amelyben megtalálhatók, és amelyből kisselektálhatók az új, terméshozamot, rezisztenciát vagy minőséget befolyásoló gének.

A génbanki gyűjtemény mellett - amelyben az egészen új és a nagyon régi fajták is megtalálhatók - számolhatunk a spontán genetikai kereszteződésből származó génforrásokkal is.

Ezek legtöbbször a rendkívül fajgazdag káposztafélék (*Brassica* spp.) családjához tartoznak. A különböző káposztafélék és a réparepce mellett a retek, a tarlórépa, továbbá egyéb fajok is felhasználhatók a repcenemesítésben az egyes tulajdonságok génforrásaiként.

AHOGYAN EZ LEHETSÉGESSÉ VÁLIK

Az alapfajokból, a réparepcéből és a káposztából kiindulva tetszőleges számú további repce genotípus (ún. rezinté-

zis-repce) állítható elő. Ily módon a genetikai variabilitás szinte korlátlanul növelhető (lásd 1. ábra). Az ábráról könnyen leolvasható, hogy a kiindulási anyagnál intenzív nemesítői munkára van szükség ahhoz, hogy vagy a minimális hozamteljesítményt vagy a növénytermesztési szempontból minimális alkalmazkodóképességet (pl. a károsítókkal szembeni rezisztenciát, kiegyenlített minőséget, télállóságot, a becők stabilitását) meg lehessen őrizni, illetve annak kedvezőbb változatait el lehessen érni.



Számunkra a nemesítés jelentése: Már ma a holnaputánra gondolunk.

TELJESÍTMÉNY ÉS ALKALMAZKODÓKÉPESSÉG

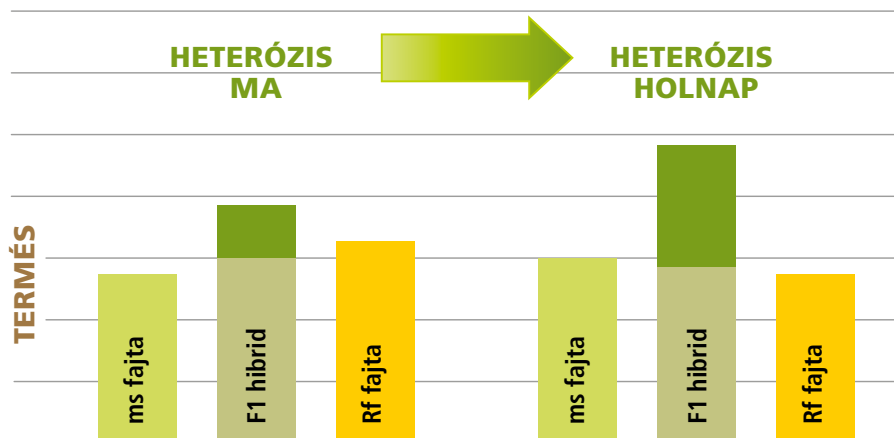
A nemesítés nehézsége abban áll, hogy a teljesítményt és az adaptációt sokéves kitartó munkával, nemesítői módszerekkel egyidejűleg kell új dimenzióba juttatnunk. Nincs teljesítmény adaptáció nélkül, és ugyanez fordítva is érvényes. Mindkettőhöz nélkülözhetetlen továbbá a minőséget is szem előtt tartó nemesítési orientáció az erukasav-, a glükózino- lát- és az olajtartalom tekintetében.

HIBRIDNEMESÍTÉS

A nemesítési alapanyagok szakszerű kezelésével genetikai szempontból új vonalak hasznosíthatók a hibridek nemesítési programjaiban. Az értéktöbblet a hibridekben megtestesülve a heterózis- hatással magyarázható. Ez annál nagyobb, minél nagyobb a rokonsági távolság a keresztezési partnerek között, illetve minél több tulajdonság van jelen homozigóta formában az örökítő anyagban. Utóbbit ma már a nemesítés korai

2. ábra: **NAGYOBB HATÉKONYSÁG A SZELEKCIÓNAK KÖSZÖNHETŐEN A RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ REPCE GÉNFORRÁSOKBAN**

A genetikai különbségek molekuláris szinten való ismerete az új hibridek többleteljesítménye érdekében



szakaszában biotechnológiai módszerekkel, molekuláris markerek segítségével, laboratóriumban képesek meghatározni (lásd 2. ábra).

A marker-szelekciót előszeretettel használják különböző tulajdonságok meghatározásakor a minőségi- és a rezisztencia-nemesítésben is. ■■■■■■



A marker-gének segítségével végzett szelekció rendkívül hatékony eszköz a klasszikus nemesítés hatékonyságának javításához. Az ismert génszekvenciák segítségével bizonyos jellemzők azonosíthatók. Ez megkönnyíti és lerövidíti a nemesítői munkát, mivel nem kell megvárni, hogy egy tulajdonság a szabadföldi körülmények között megjelenve képezze alapját a kiválasztásnak.



Az őszi káposztarepce és a tavaszi repce nemesítését a RAPOOL ma hét nemesítő állomáson végzi Európában.



A NEMESÍTÉS „MOZGATÓRUGÓJA”

A hibridek terméspotenciáljának kiaknázása

A hibridrepce egyidejűleg szolgálja a termés, a többlettermés és a csúcstermés elérését. A hibridnemesítés kiaknázza a heterózishatásból eredő többletteljesítményt annak érdekében, hogy a gyakorlat számára a lehető legnagyobb előrelépést tudja kínálni. A hibridekkel már napjainkban is elérhetőek a csúcshozamok.



A NEMESÍTÉSI CÉL A TÖBBLETTERMÉS

A terméskilátásokat illető alapvető kérdésekre különböző válaszok adhatók, attól függően, hogy azokkal a genetikai vagy a gyakorlati terméspotenciál kifejezésére keressük-e a választ.

Amikor a legnagyobb genetikai potenciált keressük, akkor a nemesítő elemzi a terméskomponenseket és értékeli a lehetőségeket a génforrások szintjén, hogy aztán megtalálja az egyes fontos tulajdonságok maximális érvényre jutásának lehetőségeit.

A lényeges terméskomponensek közé tartozik a növényenkénti becőszám, a becőnkénti szemszám és a szemek ezermag tömege. Ezekből határozható meg a hibridek genetikai terméspotenciálja, amely napjainkban 9 t/ha körüli.

A CSÚCSHOZAMOK MÁR MA IS ELÉRHETŐK

A 9 t/ha termésátlag a gyakorlat számára jelenleg irreálisnak tűnik. A nemesítőknek azonban – átszámolva ugyan, de – már jóval 7 t/ha feletti eredményeket is

1. ábra: A HIBRIDREPCE MAXIMÁLIS TERMÉSPOTENCIÁLJA

TERMÉSKOMPONENSEK

- 40 növény/m²
- 220 becő/növény
- 20 mag/becő
- 5,0 g EMT

= kb. 9 t/ha magtermés

BETAKARÍTÁSI INDEX

- 22 t/ha biomassa-hozam
- x 0,4 betakarítási index
illetve
- 1:1,5 szem:szalma arány

= kb. 9 t/ha magtermés

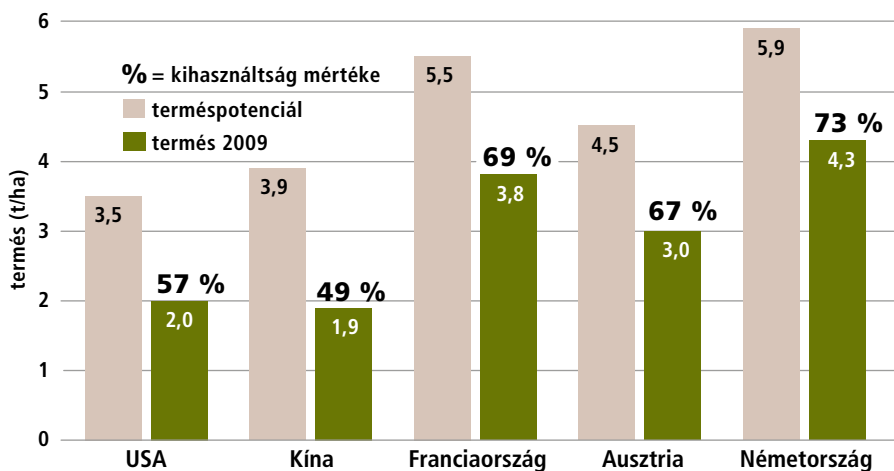
sikerült elérniük szabadföldi kisparcellás kísérletekben.

A német tartományokban végzett üzemi fajtakísérletek (LSV) eredményei szerint a térségi repcék átlagtermései évek óta meghaladják az 5 t/ha-t. Az LSV-fajtakísérletekben az eddigi legnagyobb repcehozamokat 2009-ben mérték, amikor az átlag 5,49 t/ha volt: Mecklenburg-Vorpommern tartományban 5,87 t/ha, míg Baden-Württemberg tartományban 5,68 t/ha-os volt a tartományi átlagtermés. A DIMENSION hibrid Biestow-ban 7,41 t/ha-os, a VISBY hibrid Tailfingenben 7,19 t/ha-os üzemi fajtacúcs eredményt adott.

NEMZETKÖZI ÖSSZEHASONLÍTÁSBAN AZ ÉLEN

A NU Agrar nevű cég által végzett értékelés szerint a repcetermesztés terén Németország nemzetközi összehasonlításban is a legnagyobb hozamokat elérő és a legnagyobb terméspotenciállal rendelkező országok közé tartozik (lásd 2. ábra). Sőt mi több, a terméspotenciál kihasználtságának 73%-os szintje alapján az első helyen áll. Ez az eredmény persze különböző tényezők eredője, így pl. az éghajlattól és a termesztés-technológiától függ, azonban ezek mellett feltehetőleg komoly szerepet játszik a hibridrepce rendkívül nagy részaránya is a vetésszerkezetben. ■■■■■■



2. ábra: **HASZNÁLJUK KI A REPCE TERMÉSPOTENCIÁLJÁT!**

Adatbázis: FAOSTAT, WHO

Forrás: NU Agrar, Dr. Schönberger - DLG Wintertagung, 2012



A nemesítés megteremti a hibridek többletteljesítményének alapját, hogy a gyakorlatban a stabil és biztonságos termelés mellett akár csúcstermékek is születhessenek.



A HIBRIDEK MÉG SZÉLSŐSÉGES ÉVJÁRATOKBAN IS KEDVEZŐBB HOZAMKILÁTÁSOKAT BIZTOSÍTANAK A GYAKORLAT SZÁMÁRA

Hozam t/ha	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Átlag
Top 10% maximuma	6,0	6,0	5,0	5,6	6,2	6,6	5,9	5,9	5,91
Top 10% minimuma	5,2	4,8	4,6	4,4	4,8	5,3	4,8	4,3	4,78
Top 10% átlaga	5,39	5,13	4,77	4,71	5,13	5,60	4,99	4,67	5,05

A BIZTONSÁG A RÁADÁS

A termésbiztonság a hibridek által kínált többlet

Számos hibrid esetében már a növekedés során megmutatkozik a többletteljesítmény (heterózishatás). Ennek hatására gyorsul a fejlődés a tél beállta előtti időszakban, növekszik az áttelelés biztonsága, javul a regeneráció és a tavaszi stressz-tűrés. Összefoglalóan tehát a termésbiztonság növekedése megteremti a kedvezőbb terméskilátások lehetőségét.



A Hohenheimi Egyetem Tápanyag-gazdálkodási Intézetének rhizotronos (gyökérládás) kísérleteiben kimutatták, hogy a vizsgált nyolc hibrid közül a SHERPA és a GENIE fejleszti a leggyorsabban növekvő és a legerőteljesebb gyökérzetet.

Az eredmények igazolják, hogy a két legnagyobb hozamot biztosító hibrid a 2010/11-es és a 2011/12-es szélsőséges évjáratokban a rendkívüli gyökérnövekedési képességének köszönhetően tudta megállni a helyét.

A termésbiztonságot meghatározó további tulajdonságok, mint az állóképesség és a jó egészségi állapot az eredményes hibrideknél nagyon magas szinten érvényesülnek a tenyészidőszak során, akár csak a télállóság vagy a becőstabilitás.

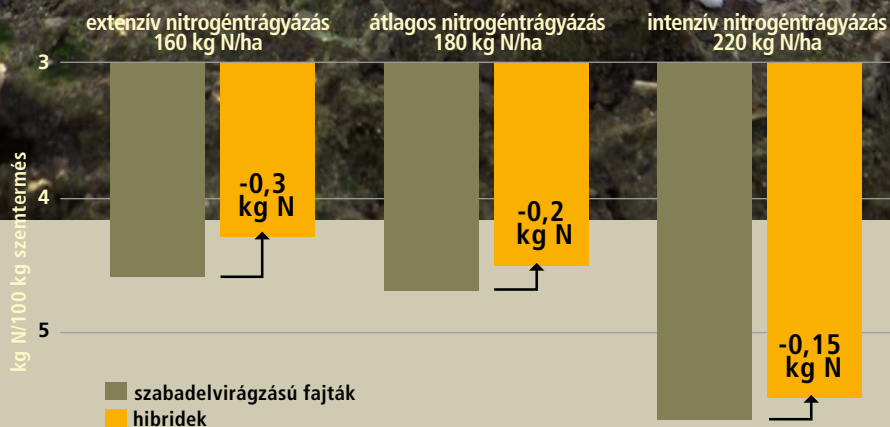
Mindezek a tapasztalatok azt jelzik, hogy olyan széleskörű adaptációs képességgel rendelkező hibridek vannak köztermesztésben, amelyek - mint pl. a VISBY - igen megbízhatóak és stabilan magas termésszintet képviselnek.

A Kleffmann cég által végzett üzemi felmérések eredményei szerint a hibridek a legmegbízhatóbb évjárat-stabilitással képesek biztosítani a legmagasabb hozamokat. A legnagyobb intenzitással és eredményességgel dolgozó német hibridrepce-termesztők nyolc év átlagában 5,05 t/ha termésátlagot érnek el rendszeresen a köztermesztésben.



Rhizotron. Forrás: RAPOOL, 2012

A HIBRIDEKNEK JOBB A NITRÓGÉN-HASZNOSÍTÓ KÉPESSÉGE
(egységnyi szemtermés előállításához kevesebb nitrogén szükséges)



6

Forrás: Kleffmann, Üzemi felmérés, 2007-2011, 22.952 válasz alapján

A KEVESEBB NÉHA TÖBB

A nitrogén-hasznosítás hatékonyságának növelése hibridek segítségével

A kutatók egybehangzó véleménye szerint a hibridek nitrogén-hasznosító képessége jobb. A kezeletlen parcellákon ($N = 0$ kg/ha) ugyanúgy megmutatkozik a hibridek terméstöbblete, mint - a németországi gyakorlatnak megfelelően - 180 kg/ha N-hatóanyaggal trágyázott parcellákon.



Hasonló eredményeket mutatnak a gyakorlati felmérések is: a hibridek termőképessége nagyobb az extenzív ($N < 160$ kg/ha), az átlagos nitrogéntrágyázás ($N = 160-200$ kg/ha), és az emelt adagú nitrogéntrágyázás ($N > 200$ kg/ha) mellett is. Ha a termőhelyi adottságok azt lehetővé teszik, az intenzívebb nitrogén-ellátás hatására emelkednek a hozamok.

A jövőben a mezőgazdaságot, és így a repcetermesztést is új környezetvédelmi szabályozások fogják alakítani, amelyekre a CO_2 felhasználási és kibocsátási értékek alakulásának nagy hatása lesz. A gazdálkodás során előnyt jelent majd, ha kevesebb nitrogénre lesz szükség egy tonna árurepce megtermeléséhez. Alapjában véve a növekvő hozamokkal együtt a nemesítés eredményeképpen nő a nitrogén-hasznosítás hatékonysága is. Gyakorlati felmérések nitrogén-hánya-

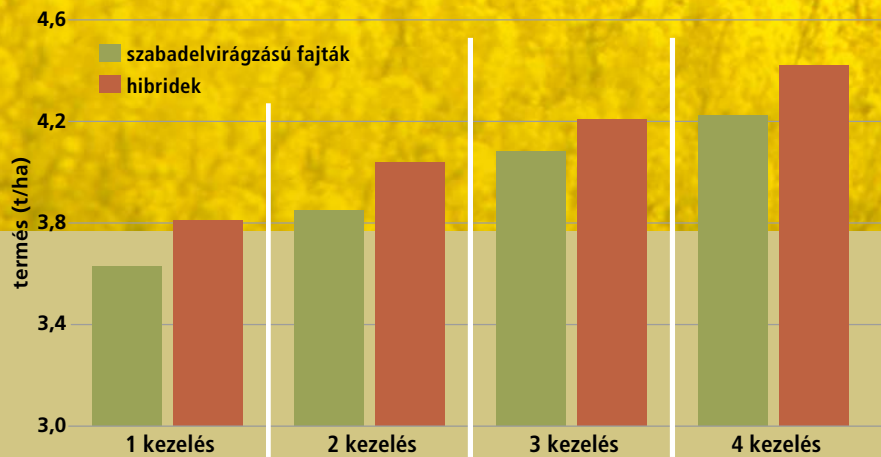
dos értékeit számszerűsítve látszik, hogy a hibridrepcék napjainkban kb. 0,30-0,15 kg nitrogénnel kevesebbet igényelnek a termés minden egyes mázsájára vetítve. Ez azt jelenti, hogy a hibrideknek 3,25-6,50%-kal kevesebb nitrogénre van szükségük ugyanakkora hozam eléréséhez.





1. ábra: **A HIBRIDEK FŐLÉNYE MINDEN TERMESZTÉSI KÖRÜLMÉNY MELLETT MEGMUTATKOZIK**

A fungicidek és a növekedés-szabályzók hatása a szemtermés alakulására



Forrás: Kleffmann, Üzemi felmérés, 2004-2011, 7.743 válasz alapján

INTENZITÁS

A hibridek számára megfelelő termesztés-technológia

A gyakorlatban a megcélzott hozamokhoz igazodva kell megválasztani a termesztés-technológia intenzitását, az abban alkalmazott technológiai elemeket. A növekedés-szabályzók és a fungicidek használata függ az adott hibrid egyedi tulajdonságaitól, pl. az állóképességétől és az egészségi állapotától, de befolyással vannak rá a termőhelyi adottságok, az időjárás, a fertőzési veszélyhelyzet és a növekedési feltételek is.



INTENZÍVEBB TECHNOLÓGIA = NAGYOBB TERMÉS?

Ha a Kleffmann tanulmányban (2004-2011) feldolgozott eredményeket áttekintjük, meglepően egyszerű trend rajzolódik ki a termesztés intenzitása, azaz a technológiai input és hozamok kapcsolatában: a kezelésszám növekedésével a termésátlag valamennyi esetben, szinte lineárisan növekszik.

A fungicidek, a növekedés-szabályzók, a rovarölő és gyomirtó szerek következetes használatával nagyobb hozamok érhetők el a gyakorlatban. Ez mind a fajta-, mind pedig a hibridrepcék esetében általános érvényű megállapítás.

AZ OKSZERŰ FUNGICID- HASZNÁLAT KIFIZETŐDÍK

A mindenkori gombaölő szeres kezelések hatékonyságát fokozzák az előrejelzési rendszerek, továbbá a saját megfigyelések figyelembe vétele a döntések meghozatala során. Üzemi kísérleteinkben

- fertőzés esetén - megtérül a nagyobb ráfordítás, még a későbbi vetésű és a stresszhatás alatt álló állományoknál is (lásd 2. ábra). A növényvédelmi kezelések a „fóvás és szklerotíniás években” (2007/2008 és 2010/2011) kb. 0,5 t/ha termést mentettek meg, tehát rendkívül hatékonyak voltak.



Megfelelő állománykezeléssel növelhető a termés.

2. ábra: **AZ INTENZÍV TERMELÉS KIFIZETŐDIK**
 Hat éven át tartó vetésidő- és termesztés-technológiai kísérletek
 (Hohenlieth, Schleswig-Holstein tartomány)

Vetés	Korai		Közepes		Késői		Igen késői	
	32/33. hét		34/35. hét		36/37. hét		38/39. hét	
Hozam t/ha	Int. 1	Int. 2	Int. 1	Int. 2	Int. 1	Int. 2	Int. 1	Int. 2
2005/06 7 genotípus	5,01	5,28	5,36	5,18	5,09	5,30	–	–
2006/07 8 genotípus	–	–	–	–	4,33	4,31	–	3,95
2007/08 7 genotípus	–	–	5,29	5,80	5,73	5,88	4,71	5,30
2008/09 8 genotípus	–	–	–	–	4,74	5,44	3,05	4,17
2009/10 8 genotípus	4,69	5,04	4,93	4,88	4,30	4,31	3,68	3,72
2010/11 9 genotípus	5,00	5,29	–	–	4,52	5,02	–	–
Átlag (6 év)	4,90	5,20	5,19	5,29	4,78	5,04	3,81	4,40
Terméstöbblet t/ha		+0,30		+0,10		+0,26		+0,59

Forrás: RAPOOL



Az első foma-tünetek fehér foltok formájában, fekete spóratelepekkel észlelhetők a levélen.

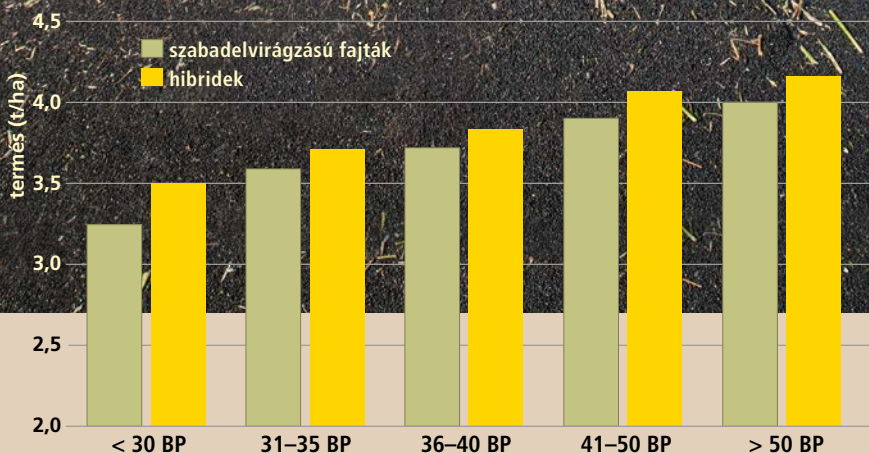


A gyökér- és szárfertőzés következtében a növények megbetegszenek. Erős fertőzés esetén a növények szára eltörik, állóképességük csökken.



Az őszi növekedés-szabályzó gombaölő szer alkalmazása kifizetődik.

A TERMESEREDMÉNYEK ALAKULÁSA A TALAJ TERMÉKENYSÉGÉNEK FÜGGVÉNYÉBEN (NÉMETORSZÁG)



Forrás: Kleffmann, Üzemi felmérés, 2004-2011, 10.067 válasz alapján

BP: A „Bodenpunkte” (vagy „Ackerzahl”) a szántóföldek talajminőségét leíró számszerűsített érték Németországban. A skála értéke 7 (nagyon gyenge) és 100 (nagyon jó) között változhat, ahol 50 BP érték azt jelenti, hogy az adott talaj termőképessége kb. fele az optimális talajénak. Optimális talajok a Hildesheim-i síkság, a Magdeburgi síkság vagy a Soester síkság területén találhatók. A 100 pontostként meghatározott legjobb termőképességű talaj a Magdeburgi síkságon fekszik. A 20 BP értékűnél alacsonyabb termőképességű talajok mezőgazdasági művelésre alig alkalmasak.

KITEKINTÉS

Hibridek - ma és holnap, valamennyi termőhelyre



BIZTOS TERMÉS A KEDVEZŐT- LENEBB ADOTTSÁGÚ TERMŐHE- LYEKEN IS

A termésbiztonság, a robosztus termet és a jó genetikai adottságok érvényesülése különösen kívánatos a laza és a nagyon kötött talajú termőhelyeken. Ezeken a területeken a hibridek a fokozott növekedésű gyökérrendszerük révén elért többleszámokkal már igen korán bizonnyították alkalmasságukat. Gyakorlati tapasztalatok szerint a hibridek bármely termőhelyen képesek többletet produkálni, de előnyeik a terméseredmények szempontjából különösen az igen laza talajoknál és az igen kötött talajoknál mutatkoznak meg.

Homoktalajokon is jövedelmezően termesztethető, a környezeti adottságokhoz jól alkalmazkodó, Európa szerte már évek óta bizonyító hibridek a VISBY és a SHERPA.

JÓT A KEDVEZŐ ADOTTSÁGÚ TALAJOKRA

A jó és kiváló talajadottságú, nagy termőhelyi potenciállal rendelkező területeken egy újdonság, egy teljesen új genetikai tulajdonságokkal rendelkező hibrid áll rendelkezésre 2013 őszétől.

Az AVATAR gazdagon elágazó hibrid, melynek terméspotenciálja elsősorban a legintenzívebb forgatásos technológia mellett tud érvényesülni.

Ez a hibrid a RAPOOL és az európai repcetermesztés életében is egy szimbolikusan új időszak kezdetét jelzi a hibridek nemesítési sokfélesége szempontjából.

NEMESÍTÉSI CÉLOK

A nagy termőképességű talajokon az új nemesítési cél a maximális teljesítmény elérése: ez pedig a hatékonyság tekintetében inkább a tápanyag-hasznosítással, mint a tápanyag-felvétellel áll összefüggésben. A legjobb adottságú termőhelyeken érjük el a legnagyobb hozamokat! A jövőben a meghatározó inkább a specifikus termőhelyi viszonyokhoz való alkalmazkodás lesz, már nem elsődleges cél a széleskörű adaptációs készség megtartása. E két nemesítési cél azonban együtt jelenti a választ a jövőbeli hibridrepcenemesítés és a repcehozamok alakulásának szempontjából, melyben fokozott szerep jut a szakszerű technológiának, a terület-specifikus hibridpozicionálásnak.



abszcizin	növényi hormon, amely gátolja a növényi növekedést, nyugalmi állapotot idéz elő, valójában növényi stressz-hormon
asszimiláció	széndioxidból és vízből szerves anyagok előállítása a fotoszintézis során
auxin	növekedésserkentő növényi hormon, sokrétű hatással rendelkezik a növények növekedési és differenciálódási folyamatait illetően
B	bór
Ca	kalcium
Cl	klór
citokinin	a növekedésre és a növények fejlődésére ható, serkentő hatású növényi hormon
denitrifikáció	a nitrát-vegyületek gáz halmazállapotú nitrogén-vegyületekké történő átalakítása
etilén	a csíranövekedésre és a növényi sejtek öregedésére hatást gyakorló fitohormon
gibberellin	növekedésszabályozó növényi hormon, amely elsősorban a növekedésben lévő növényi részekben (levelekben) található meg
gyökér exsudátumok	a gyökér által kiválasztott, szerves vegyületekből álló termékek, amelyekkel a talaj pH-értéke módosítható
K	kálium
Mg	magnézium
Mn	mangán
meiózis	sejtosztódás, melynek során a kromoszómaállomány a redukciós meiózistódás révén feleződik

merisztéma	a növényi részekben található osztódó szövet, amelynek segítségével sejtosztódás révén végbe megy a növényi növekedés
mikorrhiza-gomba	gomba, mely a növényvel, elsősorban annak gyökereivel szoros közösséget alkotva él; a szimbiotikus kapcsolat mind a gomba, mind pedig a növény számára előnyöket jelent
N	nitrogén
Na	nátrium
NO₃	nitrát
P	foszfor
proteoid-gyökér	a nehezen oldható tápanyagok felvételére képződött speciális gyökér (meghatározott gyökér-szekrénumok kiválasztása révén megváltozik a talaj pH-értéke, s ezáltal könnyebbé válik a tápanyagfelvétel)
rhizotron	vizsgálati eljárás, melynek során a gyökerek növekedése, a gyökértömeg gyarapodása üveglapon keresztül figyelemmel kísérhető
„SINK”	a növényben a tápanyagok/asszimiláták ide kerülnek („célhely”)
source	a tápanyagok származási helye/asszimiláták forrása a növényben
szár parenchima	a szár alapvető szövete, amelyben az asszimiláták és a nitrogén tárolódnak, mielőtt azok felhasználásra kerülnének a mag- és becőképzéshez
sztómák	a levélfonákon elhelyezkedő gázcsere-nyílások
tenziométer	a talaj szívókapacitásán alapuló működési elvű, a talajnedvesség mérésére alkalmas műszer
transzlokáció	a növényi szervek közti szállítódás
turgor	a folyadékok belső nyomása a növényi sejteken belül
xilém	a szállító edénnyaláb része, a víz szállítására szolgál

IRODALOM

Nagel K. (2006): Abhängigkeit des Wurzelwachstums vom Lichtregime des Sprosses und deren Modifikation durch Nährstoffe sowie im Gravitropismus. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt/Environment, Band 63

Nagel K. A., Kastenholz B., Jahnke S., van Dusschoten D., Aach T., Mühlich M., Truhn D., Schar H., Terjung S., Walter A., Schur U. (2009): Temperature responses of roots: impact on growth, root system architecture and implications for phenotyping. Functional Plant Biology. 36, 947-959.

Neumann, G. Römhild, V. (2002): Root-induced changes in the availability of nutrients in the rhizosphere. In: Plant Roots The Hidden Half, 3rd ed. Waisel Y., Eshel A., Kafkafi U. eds. Pp. 617-649, Marcel Dekker, New York.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Hálás köszönetünket fejezzük ki az intenzív együttműködésért a Hohenheimi Tápanyag-utánpótlási Intézetnek, Prof. Dr. Günter Neumann-nak és Isabella Kremernek, valamint külső szerzőinknek:

PD Dr. habil. Hans-Heinrich Voßhenrich (von Thünen Institut Braunschweig),
Dr. Kerstin Nagel (Forschungsinstitut Jülich),
Dr. Joachim Bischoff (LLFG Bernburg).



IMPRESSZUM

Felelős kiadó: Blum Zoltán
RAPOOL Hungária Kft.
8132 Lepsény
Vasút u. 57.
Tel.: +36-22-585-202
Fax: +36-22-437-056
E-mail: info@rapool.hu
www.rapool.hu

Szakmai lektorálás: Varga Gábor
RAPOOL Hungária Kft.

Tanácsadás, kivitelezés:
Pólya Árpád és Varanka Mariann
(AgroStratégia - www.agrostrategia.hu)

Tördelés: Demeter Ádám
(Ambitus Bt. - www.ambitus.hu)

Fotók: Ulrike Baer; H. Dietrich Habbe; Rainer Kahl; Varga Gábor, RAPOOL; Werksbild Väderstad GmbH, 30. és 34. oldal; Werksbild Lemken GmbH, 28. és 33. oldal; Werksbild K+S 51. oldal

TERÜLETI SZAKTANÁCSADÓINK

I. régió:

Szabó Tamás régióvezető

Mobil: +36-30-519-8554

szabo.tamas@saaten-union.hu

1. területi képviselő:

Balázs Ádám

Győr-Moson-Sopron és

Komárom-Esztergom megye

Mobil: +36-30-430-0029

balazs.adam@saaten-union.hu

2. területi képviselő:

Németh Csaba

Vas és Veszprém megye

Mobil: +36-30-729-8516

nemeth.csaba@saaten-union.hu

3. területi képviselő:

Szajbert Zoltán

Fejér megye

Mobil: +36-30-518-5640

szajbert.zoltan@saaten-union.hu

4. területi képviselő:

Pataki István

Pest megye

Mobil: +36-30-535-1354

pataki.istvan@saaten-union.hu

II. régió:

Virág Attila régióvezető

Mobil: +36-30-623-8457

virag.attila@saaten-union.hu

5. területi képviselő:

Csondor Gyula

Zala megye

Mobil: +36-30-192-3306

csondor.gyula@saaten-union.hu

6. területi képviselő:

Fantoly Miklós

Somogy megye

Mobil: +36-30-476-3639

fantoly.miklos@saaten-union.hu

7. területi képviselő:

Dömse Dénes

Baranya megye

Mobil: +36-30-192-3307

domse.denes@saaten-union.hu

8. területi képviselő:

Erős János

Tolna megye

Mobil: +36-30-742-8421

eros.janos@saaten-union.hu

9. területi képviselő:

Molnár Krisztián

Bács-Kiskun megye

Mobil: +36-30-616-8737

molnar.krisztian@saaten-union.hu

III. régió:

Kolop László régióvezető

Mobil: +36-30-938-7902

kolop.laszlo@saaten-union.hu

10. területi képviselő:

Nagy János

Nógrád és Heves megye

Mobil: +36-30-549-5421

nagy.janos@saaten-union.hu

11. területi képviselő:

Baleda István

Borsod-Abaúj-Zemplén megye

Mobil: +36-30-268-1465

baleda.istvan@saaten-union.hu

12. területi képviselő:

Hulvej Tamás

Szabolcs-Szatmár-Bereg megye

Mobil: +36-30-567-8659

hulvej.tamas@saaten-union.hu

13. területi képviselő:

Horváth Anna Renáta

Jász-Nagykun-Szolnok megye

Mobil: +36-30-218-2895

horvath.anna@saaten-union.hu

14. területi képviselő:

Fábián Géza

Hajdú-Bihar megye

Mobil: +36-30-335-4655

fabian.geza@saaten-union.hu

15. területi képviselő:

Jankó György

Csongrád megye

Mobil: +36-30-335-4656

janko.gyorgy@saaten-union.hu

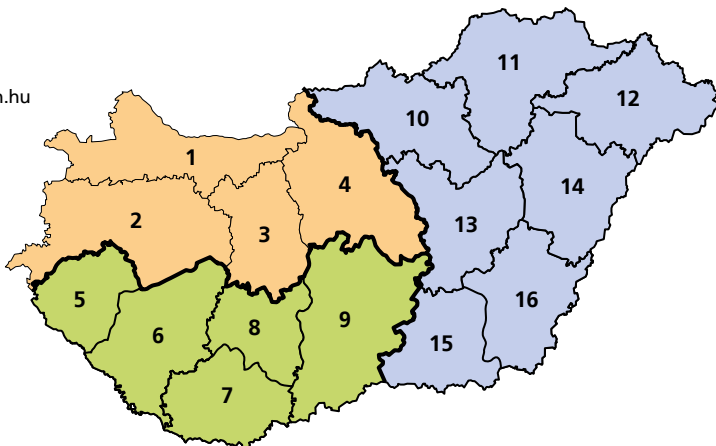
16. területi képviselő:

Murányi Zsolt

Békés megye

Mobil: +36-30-594-7539

muranyi.zsolt@saaten-union.hu





RAPOOL Hungária Kft. 8132 Lepsény, Vasút u. 57.
Tel.: +36-22-585-202 · Fax: +36-22-437-056 · E-mail: info@rapool.hu

www.rapool.hu

