

Talajművelőgépek körkép – 2015

(Prof. Dr. Jóri J. István)

A 2015-évi talajművelőgépek körkép nem lenne teljes, ha csak a jelenlegi - elsősorban globális külföldi – választékot ismertetnénk. A gazdálkodók jelentős része még ma is az elmúlt évtizedek gyártmányait használja. Ezért bevezetésként egy rövid visszatekintést adunk a közelmúlt hazai fejlesztési-gyártási eredményeiről.

Visszatekintés

A hazai talajművelőgépek K+F munkák meghatározó folyamata a múlt század közepén a BME Mezőgépek Tanszékén (Rázsó Imre - Boltizár Pál), a Mezőgazdasági Gépkísérleti Intézetében (Lammel Kálmán - Galambos János - Fülöp Gábor) és a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Mezőgépek Tanszékén (Lehoczky László - Bánházi János) kezdődött. Természetesen ezek a munkák nem egymástól függetlenül folytak, hanem együttműködve, de nemcsak egymással, hanem a legnagyobb talajművelőgépek gyárakkal (Mosonmagyaróvári Mezőgépek Gyár (ma KÜHNE Zrt), Mezőgépek Vállalat Kecskemét, ma (BUSA Bt., Omikron Kft., Vadkert Agro Kft., Sasform Kft.) és a hetvenes évektől a legnagyobb termelési rendszerekkel (IKR, KITE, KSZE, BKR). Ennek a folyamatos munkának meghatározó egyénisége Bánházi János és Fülöp Gábor voltak. Az ő irányításukkal működő „műhelyek”:

- hozták létre a LAJTA, a KLC ekecsaládokat, majd segítették az IH- és Rabewerk eke licencek honosítását
- vezették be a középmedélylazítás, ill. a középmedélylazítók fogalmát,
- fektették le a nehéz kultivátoros talajművelési technológiák alapjait és választották ki a hazai körülmények között megfelelően alkalmazható típusokat,
- határozták meg a ma már túlságosan is népszerűvé vált kétsoros tárcsás boronák technológiai és műszaki paramétereit (XT, KXT, IH, JD tárcsacsaládok), majd továbblépésként megteremtették az ásóboronák hazai alkalmazásának agrotechnikai és műszaki feltételeit,
- ismertették meg a hazai közvéleménnyel a magágykészítőgépek fogalmát, amely sajnos még ma is sok helyen „kombinátorként” ismeretes (FTM, MC, Rau).

A felsorolás természetesen nem teljes, csupán a legfontosabb, a talajművelés szempontjából meghatározó jelentőségű K+F tevékenységeket említjük. Ily módon kívánjuk jellemezni a múlt század végi fő tendenciákat, amelyeket természetesen az adott gazdasági környezet határozott meg. Ezért a fejlesztések egyetlen célja a teljesítmény növelése volt, amelyet a művelési sebesség emelésével és a gépméret növelésével kívántak elérni, és amelyet **teljesítmény orientált talajművelésként** jellemezhetünk.

A talajművelőgépek - fejlesztés eredményeként a múlt század végén már mennyiségi, minőségi szempontból is megfelelő gépválaszték állt a felhasználók rendelkezésére. Természetesen ehhez nagymértékben hozzájárult a liberalizálódott piac, amely lehetővé tette, hogy termelők ne csak a hazai, hanem a világ K+F eredményeit is használhassák. Így jött létre a **profit orientált talajművelés** gépesítési bázisa.

Ezzel gyakorlatilag le is zárult egy fejezet a hazai kutatás-fejlesztés területén. A talajművelőgépek kutatásai is globalizálódnak, annak ellenére, hogy a talajművelőgépek követelményrendszere nem általánosítható, nem szabványosítható. Minden egyes régió, tájegység a saját éghajlati, táj és talaj feltételeihez igazodó szerszámot, gépet igényel, amelyet

maradéktalanul csak a termőhelyet, jól ismerő fejlesztés – gyártás képes kielégíteni. Mi a teendő ebben a helyzetben? Követni a világ tendenciát, de ugyanakkor figyelembe venni a helyi igényeket, vagyis közvetíteni a nagy fejlesztő centrumok és a termelők között, megpróbálva harmonizálni az eltérő követelményeket.

A talajművelési technológiák változása

A talajművelőgépek kialakítását, alkalmazási lehetőségeit a növénytermelési rendszerek és ezen belül a talajművelési technológiák határozzák meg. Ezért a talajművelőgépek ismertetése előtt a talajművelési technológiák fejlődéséről adunk egy áttekintést. Ismereteim szerint a talajművelés célja, az idők folyamán nem változott, de a célhoz vezető úton történtek változások.

A talaj - környezet kölcsönhatás ténylegesen kétoldalú. A talaj egyrészt „elszenvedi” a környezet gyakran káros stressz-hatásait, másrészt – főleg ésszerűtlen használata esetén – okoz(hat) is ilyeneket, fenyegetést jelentve környezetünk többi elemeire: a felszíni és felszínalatti vízkészletekre, a felszín-közeli légkörre, az élővilágra, a tájra is.

A talajművelési rendszer, egy meghatározott területen, egy vagy több növény sikeres és gazdaságos termesztéséhez szükséges talajművelési eljárások összessége. A talajművelés rendszerezése általában a növények vetésideje, a talajtípusok és a különleges feladatok valamint a szerzők által kidolgozott módszerek szerint történik.

A szántóföldi növények talajművelési rendszerei az idők során folyamatosan változtak és fejlődtek. A talajművelőgépek üzemeltetését végző traktorok teljesítményének növekedése lehetővé tette a nagy energia igényű szántás széleskörű elterjedését, vagyis a **szántásos (forgatásos) talajművelő rendszer** (Conventional Tillage) kialakulását.

A szántás egyes agrotechnikai és energetikai hiányosságai viszont új, energiatakarékos rendszerek kifejlesztését igényelték. A művelet összevonásos - elhagyásos törekvések vezettek a szántást időszakosan vagy teljesen elhagyó **minimális talajművelési művelési rendszerek** (Minimum Tillage) létrejöttéhez.

A termőtalaj pusztulásának megakadályozása, a környezeti terhelések csökkentése még ennél is többet követelt. A múlt század második felében létrejött a fenntartható mezőgazdasági-élelmiszeripari rendszerek fogalma, amely gazdaságos, kielégíti a társadalom korszerű táplálkozással kapcsolatos igényeit és megőrzi a környezet minőségét, a világ természeti erőforrásait a jövő generációk számára. A fenntartható fejlődés követelményeit kielégítő talajművelési rendszereket nevezzük **talajvédő- és környezetkímélőnek** (Conservation Tillage).

Az új megoldások keresését, kidolgozását a napjaink vitatémáját jelentő klímaváltozás kedvezőtlen hatásai is indokoltá teszik. Ezeket a hatásokat:

- az aszályos periódusok és
- a hirtelen fellépő intenzív csapadék periódusok gyakoriságának növekedése jellemzi.

A kedvezőtlen hatások kivédésére a következő módszerek javasolhatók:

- Csapadék befogadását segítő talajszerkezet kialakítása
- Nedvesség megőrző talajfelszín kialakítása.

A klímaváltozás okozta kihívásokra a gépesítés területén számos egyedi válasz lehetséges, de szükségeszerű olyan általános válaszok megfogalmazása is, amelyek kidolgozása és igény szerinti adaptálása a jövő feladata:

- technológia - változtatás (vízgazdálkodást javító eljárások kidolgozása, alkalmazása),
- művelet összevonás/ elhagyás (a kedvezőtlen talaj állapot kialakításának megelőzése, csökkentése),
- gyorsabb, flexibilisebb, hatékonyabb géppark (az alkalmazástechnikailag optimális időpont kihasználása),
- cél-orientált gépesítés (speciális, csak időszakonként, veszélyhelyzetben szükséges gépek beszerzése).

A talajvédő és környezetkímélő talajművelési rendszerek működésének alapfeltétele a megfelelő tarlómaradvány gazdálkodás. Az amerikai kutatási eredmények alapján meghatározott és nemzetközileg is elfogadott előírások szerinti 30%-nál nagyobb növényi maradványborítás többféle technológiával létrehozható (1.táblázat).

Talajművelési technológiák

1.táblázat

Megnevezés	Növényi maradvány mennyisége (%)
Hagyományos szántásos (Conventional tillage)	< 15
Csökkentett művelés (Reduced tillage)	15-30
Talajvédő művelés	
- Direkt vetés (No-till)	>30
- Bakhátas művelés (Ridge-till)	>30
- Mulcs művelés (Mulch-till)	>30
- Sávos művelés (Strip-till)	>30

A jól megválasztott eszközökkel kialakított mulcs réteg alkalmas a felszíni erózió csökkentésére, a beszivárgás növelésére, de ugyanakkor alkalmas – száraz periódusban – a párolgás csökkentésére, ill. a talaj-általi CO² kibocsátás csökkentésére.

Korszerű talajművelő gépek.

A talajművelő eszközök használata, fejlesztése egyidős az emberiséggel. A talajművelési rendszerek változása azonban megköveteli a gépek folyamatos fejlesztését.

A korszerű talajművelő gépek fejlesztése viszont egy speciális ellentmondást is magában hordoz:

- a talajművelőgépek kutatások is globalizálódnak, annak ellenére, hogy követelményrendszerük nem általánosítható, nem szabványosítható.
- minden egyes régió, tájegység a saját éghajlati, táj és talaj feltételeihez igazodó szerszámot, gépet igényel, amelyet maradéktalanul csak a termőhelyet, jól ismerő fejlesztés – gyártás képes kielégíteni.

A sikeres kutatás-fejlesztés lépései tehát a következők szerint foglalhatók össze:

- a globális tendenciák követése,
- a helyi igények figyelembevétele,
- közvetítés a nagy fejlesztő centrumok és a termelők között,
- a követelmények harmonizálása.

A korszerű talajművelőgépeket a napjainkban meghatározó alap- és kiegészítő művelésben betöltött szerepük alapján ismertetjük.

Az alpművelést minden esetben megelőzi a **tarlóhántás**. A tarlóhántás megvalósítására a talaj kötöttségétől függően bármely sekély lazításra és porhanyításra alkalmas eszköz (tárca, ásóborona, kultivátor, talajmaró) alkalmas. A hatékony porhanyító, kedvező munkához szükséges műszaki paraméterek (megfelelő átmérő, 14-24⁰ vágásszög, 60-80 kg tárcsalevél terhelés) a széles körben ismert és népszerű hazai gyártású tárcsásboronáknál megtalálhatók. Az utóbbi időben megjelent kisebb méretű gépeknél viszont előfordulhat behúzási probléma, amely a tárcsás borona munkaminőségére is károsan hat. Ilyen esetekben vissza kell térni a régi gyakorlatra, amikor a szükséges behatolást pótterheléssel (beton darabokkal, vasgerendákkal) lehet elérni. Bármilyen típust is használunk, nem szabad megfedkezni a tarlóhántás azonnali lezárásáról, amelyet hagyományos módon a tárcsásborona mögé kapcsolt hengerrel, vagy az újabb gyártmányokon megtalálható hengerboronákkal valósíthatunk meg.

A tárcsás boronák számos előnyük mellett hátrányos tulajdonságokkal is rendelkeznek (pl. a felszínen porosítják, a művelt réteg alatt tömörítik a talajt) ezért az utóbbi időben mind többen próbálnak más eszközöket is használni tarlóhántásra. A korábban népszerű szántóföldi kultivátorok modernizált változatai, valamint a nehéz kultivátorok egyaránt ajánlhatók. A számos kombinációs lehetőség közül az egyik leghatékonyabb a kultivátor - forgó borona - hengerborona összeállítás, ahol a lazítás - porhanyítás (gyomirtás) - felszínlezárás műveletei jól kiegészítik egymást.

A tarlóhántás eszközei gyakorlatilag változatlan összeállításban használhatók a kigyomosodott tarlók ápolására is, de igény esetén helyettesíthetők könnyű tárcsásboronákkal.

Az alpművelés módja a szántás és eszköze az eke az idők során nem sokat változott. Mélysége viszont igen, de nemcsak agrotechnikai okok, hanem a rendelkezésre álló erőforrás teljesítményének nagysága miatt. Napjainkban ez utóbbi már nem tekinthető korlátnak, tehát a szántás módját és eszközét a növény igénye, a talaj félesége és állapota valamint a környezeti hatások határozzák meg.

A minőségi növénytermesztést megalapozó, fenntartható talajművelési rendszerekben az utóbbi, vagyis a környezetre káros hatást gyakorló szempontok a meghatározóak. Sokan gondolják úgy, hogy erre a kihívásra csak a szántás nélküli eljárások képesek megfelelő választ adni. Szerintünk ez tévedés. Ha áttekinthetjük az ekefejlés legutóbbi eredményeit, akkor meggyőződhetünk arról, hogy a talaj- és környezetkímélő művelés, szántással is megvalósítható.

A modern, változtatható fogásszélességű váltvaforgató ekékkal a változó üzemeltetési feltételek között is kiváló munkát végezhetünk. A konstrukciós és infó-kommunikációs fejlesztések eredményeit felhasználva, fokozatmentes mélységállítással és fogásszélesség változtatással a kívánt forgató, lazító, porhanyító hatás elérhető. Ugyanakkor a megfelelő művelőelemek (a termőhelyi adottságokhoz illesztett teljes vagy réselt kormánylemez, előhántó vagy beforgató lemez) megválasztásával az energia felhasználás is kedvezően befolyásolható. Különösen fontos a feledés homályából előkerülő altalajlazító változatok szerepe, amelyek hozzájárulhatnak a versenytárs mulcstechnológia ekével történő megvalósításához. Ami azt jelenti, hogy képesek vagyunk a sekély (10-20cm) forgatásos mulcsréteg létrehozására és ugyanakkor a réteg alatti 20-35cm mélységű lazításra egyazon menetben.

A nagymennyiségű növényi maradvánnyal borított területek szántása igen nehéz feladat és különleges eke konstrukciókat igényel. A nagy „átömlő keresztmetszetet” biztosító növelt

keretmagasság és osztástávolság a nagyméretű ekéknél viszonylag könnyen megvalósítható, míg a kisméretű, függesztett típusoknál a követelmény kielégítése már nehezebb. Megfelelő előkészítő műveletek nélkül azonban a legjobb ekék sem képesek eltömődésmentes, tökéletes forgató hatású munkát végezni. Mivel a felszínen maradó, ill. a felszín közelében elhelyezkedő szármagadványok a következő műveleteket (vegyszerbekeverés, magágykészítés, vetés) zavarják, szélső esetben megakadályozzák, ezért feltétlen keresni kell azokat a módszereket, megoldásokat, amelyek ezen a helyzeten kedvezően változtatnak. A nagymennyiségű szármagadvánnyal borított területek tökéletes szántása még komoly fejlesztő munkákat, vagy szemléletváltót igényel. A talaj- és környezetvédő technológiák előtérbe kerülése ugyanis megváltoztathatja a követelményeket.

A korszerű ekék megléte azonban nem feledtetheti a szántás azonnali lezárásának szükségességét. Napjaink legsikeresebb konstrukciói képesek erre, az ekével együtt szállítható egymenetes elmunkáló berendezéssel felszerelve. A szántó gépcsoportok fejlesztésében korszakos irányzatot az elektronika betörése jelent. Az ilyen irányú fejlesztési eredmények mérőföldkőnek számítanak a precíziós szántás megvalósítása érdekében.

A szántás (forgatás) nélküli alpművelési technológiák hosszú utat jártak be, amíg eljutottak a napjainkban terjedő mulcsképző megoldásokig. A szántás nélküli eljárásoknál az alpművelés megvalósításában komoly versenyt futottak a tárcsásborona ill. a kultivátorfejlesztők. Amerikai minták alapján először a nehéz tárcsás boronák, majd európai hatásra a nehéz kultivátorok váltak vezérgéppé az új, talajvédő- és környezetkímélő eljárásokban. Végül a fejlesztők kompromisszumot kötöttek és kialakították a tárcsásborona - szántóföldi kultivátor kombinációkat, amelyekben igény esetén a kultivátorok középmezőnyező elemekre cserélhetők.

A nehéz tárcsás boronáknál a gyártás és az alkalmazás racionalizálása határozta meg a fejlesztést. Ez a gépek vázszerkezetének egyszerű, de robusztus kivitelében, ill. a kezelő-beállító berendezések modernizálásában (egyszemélyi, főleg hidraulikus állítás) testesül meg. A tárcsás boronák természetesen el vannak látva művelet lezáró, elmunkáló berendezésekkel, amelyek szintén távműködtetésűek és szállításhoz a szélességük az alapgéppel együtt a kívánt mértékre csökkenthető.

A tárcsás boronák területén robbanásszerűen terjed a kompakt (más elnevezés szerint „rövid”) tárcsa. A nagy sikert annak köszönheti, hogy a tárcsa lapok egyedi (vagy iker) csapágyazása eredményeként, a gép szerkezeti - hossza nagymértékben csökkenthető, s ezáltal a tárcsa jól kombinálható. Vigyázni kell azonban arra, hogy a nem kielégítő függőleges terhelés következtében kemény, tömődött talajon behúzási gondok jelentkezhetnek.

A nehéz kultivátorok fejlődését és elterjedését nagyban segíti a talaj- és erózióvédelmi szempontból támogatott mulcs-technológia népszerűvé válása. Ezért a korábban is gyártott nehéz kultivátorokhoz új, a mulcsképzést jobban segítő szerszám változatokat, ill. a művelet sor lezárására szolgáló henger/hengerborona változatokat (többféle gumihenger) fejlesztettek ki.

A forgatás nélküli technológiák másik alap-eszközénél a középmezőnyezőknél koránt sincs ilyen gazdag választék. A fejlesztők szinte kizárólag ferde gerinclemez középmezőnyezőket terveznek. Az ekeszerű keretre épített Howard Paraplowh szabadalmi védettsége ill. a könnyebb kombinálhatósághoz szükséges rövid szerkezeti hosszúság igénye miatt szinte minden cég a vonalszerű szerszám elhelyezést választja. Az ilyen megoldásoknál a két középső „összehajló” ill. a két szélső „széjjel hajló” gerinclemez miatt a művelés homogenitása (egyenletes átlazítás) nem biztosítható, ezért az ilyen megoldású gépeket nem javasoljuk hazai alkalmazásra.

Amint látható a forgatásos és forgatás nélküli talajelőkészítésnek sokféle lehetséges módja van mégis a vetésforgó mintájára kialakított művelés forgó (vagyis az egymást értelem szerűen

követő szántás - tárcsás művelés - kultivátoros művelés - kombinált művelés) rendszere tekinthető a legperspektikusabbnak.

A **kiegészítő talajművelés** (alpművelés elmunkálás, magágykészítés, vetés utáni elmunkálás) műveleteinek sikeres megvalósítására az előzőekben említettekén túl, számos megoldás és eszköz áll rendelkezésre.

A ma már közismert és sokféle változatban készülő magágykészítő gépekkel legtöbbször egy munkamenetben jó minőségű aprómorzsa, tömör alapú magágy készíthető. Ügyelni kell azonban a művelőszerszámok helyes kiválasztására. Normál esetben megfelelően használhatók az S-alakú rugós kultivátor - hengerborona összeállítású változatok. A követelményrendszer fejlődésével a szerszámok mélységtartási előírásai szigorodtak, így napjainkban már az elől-hátul hengerboronára támaszkodó állító szerkezettel felszerelt, egyenes végződésű kultivátor szerszámmal dolgozó magágykészítő gépek a legsikeresebbek. A magasabb technikai szintű gépeknél külön hangsúlyt kapott a hengerboronák megfelelő átfedéssel történő csatlakoztatása és a keresztirányban egyenletes terhelést adó-elsősorban hidraulikus megoldású – rendszerek alkalmazása.

A kultivátoros lazítóegységgel szerelt magágykészítő gépek a tavaszi talajelőkészítésnél nem minden esetben használhatók. Monokultúrás kukoricatermesztésnél, különösen ha az őszi szántás minősége nem megfelelő, a talaj felszínén és a felszínközeli rétegekben számaradványok helyezkednek el, amelyek a szerszámokra felrakódva eltömődést okozhatnak. Ilyen esetben – a közismert szárító hatásuk ellenére – sem tekinthetünk el a könnyű tárcsás boronák használatától. Sokkal eredményesebb ilyenkor a hazai fejlesztésű rotációs magágykészítő gépek használata, - mivel azok talajhajtású forgókapái eltömődésre kevésbé érzékenyek, ugyanakkor aprító-porhanyító hatásuk kiváló.

Az alkalmazott technológiától függően a magágykészítést sok esetben megelőzi a talajfertőtlenítő - gyomirtó és egyéb vegyszerek talajba munkálása, amelyet nagy teljesítménnyel és megkívánt minőségben ásóboronával végezhetünk el. A korábban csak nagy munkaszélességben gyártott eszközöknek ma már kisebb méretű változatai is beszerezhetők. Ásóboronák hiányában e feladatra szintén a magágykészítő gépek használhatók, sőt helyes beállítással még a könnyű tárcsásboronák is szóba jöhetnek.

A kombinált gépek választékát színesítik a legutóbbi évek európai fejlesztési tendenciáit szemléltető ún. nehéz magágykészítő gépek. Az előzőekben ismertetett alapeszközök egybeépítési elve annyiban változott, hogy a hengerek-hengerboronák nem csupán a gépkombináció végén – elmunkáló-lezáró szerszámként – hanem az elején is alkalmazásra kerülnek. Ennek szerepe kettős: egyrészt a nagy átmérőjű gördülő elemek egyenletesebben haladnak az egyenetlen talajfelszínen, másrészt – s ez a nagyobb jelentőségű – lehetővé teszik a két henger- (hengerborona) sor között dolgozó lazító, porhanyító egység(ek) munkamélységének pontos szabályozását.

A magágykészítés helyes agrotechnikájának ismerete, a jó minőségű, modern magágykészítő gép konstrukciók megléte szükséges, de nem elégséges feltétele a sikeres munkának. Tekintettel a magágykészítés idején általános talajállapokra, a vontató erőgép járószerkezeteinek megválasztása és beállítása szintén alapvetően befolyásolja a vetőágy minőségét. A gyakorlatban sajnálatosan sokszor láthat a kiváló minőségű vetőágy, amelyen a traktor nyomok alapján könnyen megszámlálható a fogások száma. Ezek a széles és mély keréknyomok a kultúrnövény fejlődésében a vegetáció végéig nyomon következnek.

Ez a jelenség azonban nem szükségszerű járuléka a magágykészítés műveletének. A modern építésű magágykészítő gépeken megtalálhatók a különféle kivitelű traktornyom lazítók. Ezek helyes beállításával a nyomok nem tűntethetők el teljesen, de káros hatásuk nagymértékben csökkenthető. A traktor járószerkezetének célszerű megválasztása és helyes beállítása

kiegészítve a nyomlázítók alkalmazásával adja a ma ismeretes legjobb megoldást. A tavaszi „lágý” talajon a nagy felfekvő felületű és alacsony nyomású gumiabroncsok (szükség szerint iker szerelésben) használata feltétlen szükséges, de még ennél is jobb eredmény érhető el a legalacsonyabb talajnyomással dolgozó gumihevederes járószerkezettel. Kísérleti megfigyelések szerint az ilyen járószerkezetű traktorok egy-két héttel előbb kezdenek a tavaszi munkákat, mint a hagyományos gumikerekes erőgépek.

Az előzőekben vázolt problémák megoldásánál technológiai továbblépést a magágykészítés és vetés összekapcsolása hozhat. A művelet összekapcsolásnak Nyugat és főleg Észak-Európában agrotechnikai okai vannak, amelyek jól társíthatók az utóbbi idők ökológiai és ökonómiai elvárásaival. Ez a fejlesztési törekvés a magágy készítő- vető gépkombinációk rendkívül széles választékában testesül meg. A ma már hagyományosnak tekinthető rotációs borona - vetőgép kombinációk mellett nagy számban készülnek a mulcs - vetőgép változatok. Ezekben a kombinációkban a kultivátor mellett mindinkább meghatározók lesznek a kompakt tárcsák. A talajművelő eszköz - vetőgép kapcsolások/kombinációk mellett már egy-két éve találkozhatunk a fejlődés következő generációjának képviselőivel, a talajelőkészítő-vető géppel. Ezek az új gépcsodák tulajdonképpen olyan vetőgépek, amelyeknek talajművelő részegységük is van, de ezek szerves részei a vetőgépnek.

Ilyen kombinált gépeket ma már minden komolyabb munkagépgyártó készít, sőt nagyon sokan képesek a szántás nélküli, mulcsréteggel borított területeken is eltömődésmentesen használható mulcsvetőgépek kifejlesztésére és gyártására. Hazai próbálkozások is történtek az új technológia megvalósítására alkalmas gépsor létrehozására. Az energia – erózió – emisszió (CO₂) csökkentésére alkalmas rendszert 3E környezet-orientált talajművelésnek nevezik. A gyakorlati megvalósítás érdekében szükséges eszközök (mulcs- kultivátor, mulcs- lazító, mulcs- vetőgép kifejlesztése megtörtént, elfogadása és elterjedése a gazdálkodók reakciójától és a versenytársak reakciójától függ.

Az előzőekben ismertetett fejlesztési – tervezési törekvések eredményei, a korszerű, modern talajművelőgépek szerencsére megtalálhatók a hazai mezőgépforgalmazók ajánlataiban. A gazdálkodók szakmai és anyagi képességeitől függ, hogy olyan gépeket eszközöket vásároljanak és használjanak, amelyek alkalmasak a megfogalmazott célok, vagyis a fenntartható talajművelési rendszerek gyakorlati megvalósítására.