

Az altalajlazítás hatása és hatásmechanizmusa homokon

DVORACSEK MIKLÓS és DVORACSEK MIKLÓSNÉ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A homoktalajokat a gyakorlat általában laza talajoknak tekinti. Ennek ellenére több gyakorlati megfigyelés utal arra, hogy a homok mély lazítása a növényzet fejlődésére előnyös hatással van. Hazai homoktalajaink tulajdonságainak és termesztési értékének részletesebb megismerése és az eredményesebb hasznosítás, valamint javítás megalapozása érdekében intézetünk Homokkutatási Osztályán végzett munka keretében indokoltnak láttuk ennek a kérdésnek behatóbb vizsgálatát. A vizsgálatokat az intézet Őrszentmiklósi homokkísérleti telepén végezzük. Alábbiakban eddigi részeredményeinkről kívánunk beszámolni.

Kísérleti rész

A mély lazítás kedvező hatásának okait vizsgálva elsősorban a lazításnak mint pusztán talajfizikai behatásnak a gyökérszét fejlődésére gyakorolt befolyását kívántuk gyökérfelhajtásokkal tisztázni. Ezért humuszban és tápanyagokban szegény, sárga, kevés szén-savas meszet tartalmazó homokon vizsgáltuk különböző mélységű lazítás mellett a kukorica kifejlett gyökérszétének mélységbeli elhelyezkedését és tömegét. (A homok humusztartalma még a feltalajban is 0,5% alatt volt, a CaCO_3 mennyisége 0—30 cm-ig 1% körüli, 30—60 cm között 4—5%, 60—100 cm-ig 9—12%, altalajvízszint 6 m mélységben.)

A vizsgált kezelések:

1. Eredeti homokszelvény (20 cm mélyen szántva)
2. 50 cm mélyen lazított szelvény
3. 75 cm mélyen lazított szelvény
4. 100 cm mélyen lazított szelvény

A lazítások végrehajtásánál ügyeltünk arra, hogy az árokból kitermelt homok eredeti rétegződésben kerüljön vissza helyére, tehát valóban *csak lazítottunk és nem rigóliroztunk*. Így tehát a gyökérfelhajtásban talált különbségek kizárólag a lazításnak mint a talaj fizikai állapotát megváltoztató beavatkozásnak hatását tükrözik vissza. A kukoricát 50 × 50 cm-es négyzetes kötésben, fészekenként 2 maggal vetettük el. Egy-egy parcellában 3 sor és soronként 9 fészek volt. A középső sorból minden második, tehát kezelésenként 4—4 fészek, vagyis 8 fő került kimosásra a kukorica virágzásának befejeződésekor. Az egy fészekben lévő 2—2 tövet 50 × 50 cm-es alapterületű talajhasábról 1 m mélységig kiástuk és a gyökerek mennyiségét 0—20, 20—50, 50—75 és 75—100

cm-es rétegenként külön határoztuk meg. A három lazított kezelésben ezek a réteghatárok a lazítás okozta vastagodásnak megfelelően eltolódtak. Az összehasonlítás alapja nem az azonos rétegvastagság, hanem az azonos talajtömeg volt. A kettő között azonban gyakorlatilag nincsen nagy különbség, még a 100 cm-ig lazított parcellán is csak összesen 8 cm-t tett ki a lazítás okozta vastagodás.

Az eredményeket kezelésenként és ismétlésenként csoportosítva, valamint kezelésenként átlagolva az I. táblázat tartalmazza. A táblázat utolsó függőleges oszlopa — az ismétlések átlaga alapján — a gyökérzetnek az egyes rétegek közötti %-os megoszlását mutatja.

1. táblázat

A gyökérkimosások eredményei
(A kimosott gyökér mennyisége g-ban.)

(1) Kezelés	(2) Réteg cm	(3) Ismétlések				(4) Átlag	
		1.	2.	3.	4.	g	%
Szántott	0—20	27,45	22,10	19,45	26,00	23,75	79,5
	20—50	3,80	4,70	6,20	3,40	4,52	15,1
	50—75	1,00	1,30	1,80	1,45	1,39	4,7
	75—100	0,08	0,20	0,47	0,08	0,21	0,7
	Σ	32,33	28,30	27,92	30,93	29,87	100,0
50 cm-es lazítás	0—21	38,55	33,80	18,80	30,30	30,36	50,3
	21—54	12,40	25,35	36,10	30,15	26,00	43,1
	54—79	5,90	4,20	2,75	1,35	3,55	5,9
	79—104	0,27	0,65	0,68	0,18	0,45	0,7
	Σ	57,12	64,00	58,33	61,98	60,36	100,0
75 cm-es lazítás	0—21	19,18	20,08	20,48	10,06	17,45	36,0
	21—54	14,00	19,35	14,60	12,36	15,08	31,1
	54—81	13,19	16,78	13,13	12,02	13,78	28,4
	81—106	2,14	2,73	2,13	1,68	2,17	4,5
	Σ	48,51	58,94	50,34	36,12	48,48	100,0
100 cm-es lazítás	0—21	15,78	19,51	19,23	16,93	17,86	36,8
	21—54	16,20	14,73	15,88	16,70	15,88	32,8
	54—81	7,90	12,09	6,09	9,50	8,90	18,4
	81—108	6,49	8,00	4,63	4,13	5,81	12,0
	Σ	46,37	54,33	45,83	47,26	48,45	100,0

Az eredeti talajban a gyökerek zöme (keréken 80%-a) a felső 20 cm-es, gyakorlatilag tehát a szántott rétegben helyezkedik el. A 20—50 cm-es mélységben található 15%-a, 50 cm alá a tömött talajban a gyökérzetnek kevesebb mint 5%-a jutott le, és ez is az 50—75 cm-es zónában foglalt helyet.

A lazított talajokban a gyökérzet a mélyebb rétegeket is erőteljesen behálózta, a lazított és tömött réteg határán mennyisége azonban minden esetben ugrásszerűen csökkent.

Az 50 cm mély lazításnál a gyökerek tömege közel azonosan oszlik meg a 0—20 és 20—50 (lazítás után 21—54) cm-es rétegek között, a tömött réteghez érve pedig szinte minden átmenet nélkül befejeződik a gyökérszét fejlődése. A tömött rétegbe az egész gyökértömegnek összesen csak 6%-a hatolt le.

A 75 cm-es lazításnál hasonló a helyzet. A lazított talajréteget a gyökérszét szinte egyenletesen szőtte át, a tömött talajba viszont jóformán semmi gyökér (összesen 5%) sem nőtt bele.

A 100 cm-es lazítás hatására az eredetileg 75—100 cm mélységben lévő rétegben is számottevő mennyiségű gyökér (összesen 12%) fejlődött.

A lazítás tehát minden egyéb beavatkozás nélkül, pusztán mint talajfizikai tényező, a kukorica gyökérszétének egészségesebb kifejlődését eredményezte.

A növények faji tulajdonságai a gyökérszét kialakításában a gyökérszét viszonylagos tömegét, valamint vertikális és horizontális irányú terjeszkedésének nagyságát szabják meg, optimális viszonyok között azonban általában minden növény lefelé *fokozatosan* csökkenő mennyiségű gyökérszét fejleszt. Minden olyan gyökérszétfejlődési forma, amelynél lefelé haladva a tömeg fokozatos csökkenése helyett ugrásszerű változás (csökkenés) állapítható meg, rendellenességre, általában talajhibára utal.

A kukorica gyökérszété egészségesen csak a 100 cm mélyen lazított talajban tudott kifejlődni. Itt lefelé haladva a fokozatos változás (csökkenés) látható. A három másik kezelésnél, bár mennyiségileg különböző mértékben és a lazítás mélységétől függően különböző mélységben — mindig a lazított réteg aljánál — ugrásszerű változás, tehát rendellenes fejlődés figyelhető meg. A 75 és 100 cm-es lazítás között a 0—50 cm-es rétegben különbség nem található. A felső szántott rétegben az összgyökérszétnek alig valamivel több mint 1/3-a található, 2/3 rész a mélyebb rétegekben helyezkedik el. A csak 50 cm-ig lazított talajnál már erősen érződik, hogy a kukorica gyökérszété számára rendelkezésére álló talajréteg túlságosan kicsi. A gyökerek fele a felső 20 cm-es rétegben zsúfolódik össze. Hogy ez a fejlődési forma rendellenes, az látható abból is, hogy amíg a 75 és 100 cm-es kezelésben az ismétléseknél a gyökérszét rétegek közötti megoszlásának aránya egymástól csak kis mértékben tér el, itt a 0—20 és 20—50 cm-es rétegek közötti szórás igen nagymértékű. Az 1. ismétlésben 0—20 cm között háromszor annyi a gyökér, mint 20—50 cm-ig, ugyanakkor a 3. ismétlésnél a felső rétegben csak fele annyi gyökér van, mint az alatta lévő zónában.

Fenti megállapítások csak a gyökérszét elhelyezkedésére vonatkoznak. Érdemes azonban megvizsgálni a lazítás hatását a gyökerek tömegére vonatkozóan is. Természetesen az adatok abszolút nagyságát nem szabad figyelembe vennünk, hiszen azt a talaj tápanyagviszonyai erősen befolyásolják. Meg kell elégednünk azzal, hogy a különböző mélységű lazítások hatását a tömött kontrollhoz (csak szántott talajhoz) viszonyítva vizsgáljuk. Ezeket a viszonyszámokat a 2. táblázat tartalmazza. (Meg kell jegyeznünk, hogy az 1. táblázat súly adatai mindig az egy fészekbe vetett 2—2 tőre vonatkoznak. Kivételt képez a 75 cm-es lazítás 1. és 4. ismétlése, amelyek csak 1—1 tő gyökérszétéit jelentik. Ezekben a fészkekben a 2. tő ugyanis kipusztult. A gyökérszété rétegek közötti százalékos megoszlásának megállapításához ezeket az adatokat is felhasználtuk, a mennyiségi viszonyok értékelésénél azonban természetesen figyelmen kívül kellett hagynunk. A 75 cm-es kezelés adatai tehát csak két ismétlés középértékéből származnak.)

A gyökérzet teljes mennyisége az 50 cm-es lazításnál a legnagyobb, ke-
reken kétszerese a tömött (csak szántott) talajban talált gyökér tömegének.
A mélyebb lazítás hatására az összmennyiség fokozatosan csökken. Az adatok
tehát látszólag egy optimumgörbe mentén helyezkednek el, amelynek legma-
gasabb pontja az 50 cm-es lazításnál van. Korántsem jelenti ez természetesen
azt, hogy a legkedvezőbbnek az 50 cm-es lazítás tekinthető. Minél vékonyabb
talajréteg áll ugyanis a növény rendelkezésére, viszonylag annál több gyökeret
kényszerül fejleszteni, hogy a sekélyebb talajréteg sűrűbb behalózásával víz-,
és tápanyagigényét ki tudja elégíteni. A tömött homok annyira szélsőségesen
rossz termőhelynek tekinthető, hogy ott még ennek a kényszernek hatására
sem tudja a növény gyökérzetének tömegét fokozni. Az 50 cm-es lazításnál
ennek már megvan a lehetősége, s mivel a kihasználható talajréteg még mindig
kevés a kukorica számára, a növény nagyobb tömegű gyökérzet fejlesztésével
iparkodik a rossz életkörülményeket kiegyenlíteni. A mélyebb lazításoknál a
nagyobb talajtömegnek és különösen a mélyebb, kiszáradástól jobban védett
rétegeknek a bekapcsolódása a növények életébe fokozatosan csökkentik ezt a
megmaradásért vívott harcból származó kényszert. (Ezeket a jelenségeket

2. táblázat

Gyökértömeg rétegenként és összesen a szántott parcella százalékában

(1) Réteg cm	(2) Kezelés			
	szántott	50 cm-es lazítás	75 cm-es lazítás	100 cm-es lazítás
0—20	100	127,8	85,6	75,3
20—50	100	575,0	376,0	351,7
50—75	100	255,5	1075,0	640,0
75—100	100	214,0	1156,0	2768,0
0—100	100	202	183	162

minden valószínűség szerint elsősorban a vízigény kielégítésének szükségessége okozza.)

Hogy a mélyebb lazítás az egészségesebb gyökérfejlődést milyen nagy mértékben segíti elő, bizonyítja az is, hogy a 75 és 100 cm-es lazításnál — bár az összgyökértömeg itt is lényegesen több, mint a tömött talajban — a 0—20 cm-es rétegben már abszolút mennyiségben is kevesebb a gyökér, mint a kontrol parcellán (75 cm-es lazításnál 85,6%, a 100 cm-es lazításnál pedig csak 75,3%-a).

Fentieket bizonyítja a kukorica föld feletti részeinek fejlődése is. A lazítás pozitív hatása a növény magasságnövekedésében kimutatható, bár a lazítás mélysége, illetve a lazított kezelések közötti, gyökértömegben talált különbségek hatása már nem (3. táblázat).

A kísérlet eredményeit a jobb áttekinthetőség kedvéért grafikonban is ábrázoltuk (1. ábra). Az ábrán az egyes kezeléseket jelentő négyzetek szélessége a kimosott teljes gyökértömeg viszonylagos mennyiségét, a fekete területek nagysága pedig a gyökérzet rétegek közötti %-os megoszlását érzékelteti. Mindenütt jól látható, hogy a lazítás alsó határánál a gyökerek mennyisége ugrásszerűen csökken. Az egyes rétegekhez írott számok közül a felső a fekete területekre vonatkozó százalék értéket, az alsó a tömött talaj megfelelő réte-

gében talált gyökér tömegéhez viszonyított mennyiséget jelenti. A négyszögek magassága a lazítás rétegvastagító hatásának nagyságát szemlélteti.

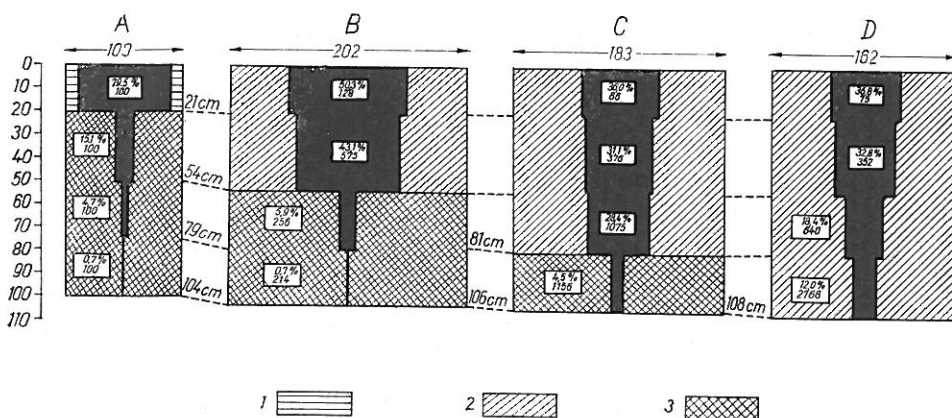
3. táblázat

A kukorica átlagos magassága a gyökerek kimosásakor

	(1) Kezelés			
	szántott	50 cm-es lazítás	75 cm-es lazítás	100 cm-es lazítás
Magasság cm (A)	105	125	126	120
Viszonyszám (B)	100	119	120	114

A gyökérzet a talajnak mindig abba a rétegébe igyekszik, ahol életfeltételeit leginkább megtalálja. Ennek megfelelően az összes talajféleségek közül legmélyebbre a homoktalajokba kellene a gyökérzetnek hatolnia, hiszen a homokban találja a legkevesebb tápanyagot és vizet. Itt tehát létkérdés a növény számára, hogy — még ha a feltalajban megfelelő is a felvehető tápanyagok mennyisége — minél mélyebb rétegekbe bocsássa le gyökereit, s így módon a kevés diszponibilis vizet tartalmazó homok minél vastagabb és a kiszáradásnak kevésbé kitett rétegeinek vízkészletét is hasznosíthassa. Ha a növény ennek ellenére sem fejleszti ki gyökérzetét a kellő mértékben a homok altalajában, ez mindenképpen arra utal, hogy a homok altalajok eredeti állapotukban olyan kedvezőtlen tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek a gyökérzet egészséges fejlődését nagy mértékben akadályozzák. Ennek okait érdemes részletesebb vizsgálat tárgyává tenni.

Nézzük meg, milyen talajhibák gátolhatják a gyökerek lehatolását valamely olyan rétegbe, amelyeket az illető növény faji tulajdonságainak megfelelően egészséges talajban még feltétlenül kihasználna?



1. ábra

A gyökerek mennyisége és rétegenkénti megoszlása. A) Szántott talaj, B) 50 cm-es lazítás. C) 75 cm-es lazítás. D) 100 cm-es lazítás. 1 : Szántott réteg, 2 : Lazított réteg, 3 : Tömött réteg

E hibák kémiai és fizikai jellegűek lehetnek. A kémiai hibák elsősorban a talaj só-, vagy valamely gyökérméregnek számító vegyülettartalma (pl. redukált vas, túl nagy szabad CO₂ koncentráció). Utóbbiak jelenléte azonban már fizikai hibára is utal, mert mindkettő az elégtelen levegőzés vagy a túl nedves körülmények hatására keletkezik, illetve halmozódik fel egyes rétegekben.

Fizikai hibának számít egyes túl kötött talajrétegek nagy fizikai ellenállása is, bár az általános vélemény szerint a gyökerek fejlődését ezekben az esetekben sem a talaj nagy ellenállása, hanem a kötöttséggel együttjáró rossz levegőztetés és az e miatt felhalmozódó szabad CO₂ tartalom akadályozza. Végül fizikai hiba az altalajban található kőpad, vagy felszínhez közellévő kavicsréteg is.

A tisztán kémiai természetű talajhibán az altalaj lazításával önmagában még nem segítünk, az őrszentmiklósi homokban pedig egyébként sincs semmilyen a növényekre káros talajalkotórész. Esetünkben tehát csak vagy a talaj elégtelen levegőtartalma, illetve légesereje, vagy az altalaj túlzottan nagy fizikai ellenállása akadályozhatja az egészséges gyökérfejlődést.

Vizsgáljuk meg először a homok altalaj levegőzésének kérdését. Éveken át rendszeresen végeztünk a kísérleti telepen térfogatsúlyméréseket. A több mint 1500 adat alapján a homok térfogatsúlya a művelt réteg alatt 1,50—1,70 között ingadozik. A homok tehát térfogatsúlyát, illetve összporozitását tekintve a legtömöttebb talajféleségeink közé tartozik. Az összporozítás értéke 2,65-ös fajsúllyal számolva

1,50 Ts-nél	43,4%
1,55 „	41,5%
1,60 „	39,6%
1,65 „	37,8%
1,70 „	35,8%

Összehasonlításként közöljük FEKETE [3] adatait, melyek szerint — sok mérés átlagában — a 20—25 cm-es réteg összporozitása

vályog és agyagos vályog talajokban	45—50%
agyagtalajokban	42%
nehéz agyagtalajokban	38%

A homokszelvények bolygatatlan altalaja tehát az agyag és nehéz agyagtalajokkal azonos összporozítású.

A kis összporozításértékek azonban a homokoknál víz-, és levegőgazdálkodási szempontból nem lehetnek hátrányosak, mert a homokok vízkapacitása viszonylag kicsi, a pórusokban tehát nem uralkodhatnak levegőtlen körülmények. A pórusokban levő víz:levegő arány még a nagyon jónak mondható VK_{min} = 12 súly %-os homokokban is erősen a levegő javára van eltolódva.

TS	VK _{min} térf.%	Levegő- tartalom, térf.%	Vízrel	
			telt pórusok mennyisége az összporozítás %-ában	Levegővel
1,50	18,0	25,4	41,4	58,6
1,55	18,6	22,9	44,9	55,1
1,60	19,2	20,4	48,5	51,5
1,65	19,8	18,0	52,4	47,6
1,70	20,4	15,4	57,0	43,0

A levegőtartalom tehát még a legtömöttebb homokban sem kisebb 15%-nál. A legtöbb homokban a VK azonban a 12 súly %-nál lényegesen kisebb, a levegőtartalom ennek megfelelően az esetek túlnyomó többségében fenti értékeknél nagyobb. DOLGOV [1] kísérletei szerint 13% levegőtartalom mellett már nem kell az elégtelen levegőzés káros hatásaival számolnunk. SEKERA [6] szerint optimális porozitásviszonyok mellett a pórusok 1/4—1/3 része tartalmaz levegőt. KACSINSZKIJ [4] — az összporozitás %-ában számolva — 20% levegőt tartalmazó pórust tart még elegendőnek a tökéletes levegőzés biztosításához. (Sekera adatai 12—16%, a Kacsinszkij által megadott érték pedig 10% levegőtartalmat jelentenek.) Hasonló adatokat állapítottak meg KOPECKY [5], valamint FEHÉR, FRANK és HANK [2] is.

A homoktalajok levegőzése tehát minden esetben kielégítő. (Természetesen akkor, ha az altalajvíz megfelelő mélyen van.) A CO₂ tartalom káros mértékű gyarapodása pedig már csak azért sem képzelhető el, mert a homok pórustere differenciálatlan, nagyobb átmérőjű pórusokból áll, amelyeken keresztül a gázcserét biztosító diffúzió gyorsabb, mint az azonos pórusterű kötött talajokban. Hozzájárul ehhez még az is, hogy a homoktalajok CO₂ termelése — a kis szervesanyagtartalom következtében — sokkal kisebb, mint az egyéb talajoké. (STOKLASA [7] mérései szerint a humuszban szegény talaj CO₂ termelése a jó termékenységű humuszos vályogtalajénak csak mintegy 15—20%-a, és LAN [cit 2] adatai szerint a talajlevegő térfogatszázalékos CO₂ tartalma 60 cm mélységben homokban 0,11—0,57%, vályogban 0,20—1,13%.)

Kísérletünkben az eredeti és a 100 cm mélyen lazított parcellából a kukorica lekerülése után vett eredeti szerkezetű talajmintákon laboratóriumban vizsgáltuk a két szelvény víz-, és levegőgazdálkodási tulajdonságait.

Az eredeti szerkezetű mintákat 6-szoros ismétlésben a Nyekraszov-féle fúróhoz Klimes-Szmik által szerkesztett 4,8 cm \varnothing -ű, 10 cm magas rézhenger betétekkel vettük. A tömött talajból a 10—20, 20—30, 40—50, 65—75 és 90—100 cm-es, a lazított talajból pedig a 10—20, 20—30, valamint a három alsó rétegnek a lazított talajban megfelelő 44—54, 71—81 és 98—108 cm-es rétegekből vettük a mintákat. A mintavételek tehát — bár a lazított talaj mintái mind a 100 cm-es lazításból származnak — az 50, 75 és 100 cm-es lazítás alsó 10 cm-es rétegének viszonyait reprezentálják, és teszik összehasonlíthatóvá a tömött talaj megfelelő mélységeivel. A mintákat laboratóriumban kapillárisan 100 órán keresztül vízzel telítettük, majd lemérve 60 órára (2 1/2 nap) száraz homokra állítottuk, hogy a felesleges víz leszivárogjon belőlük. A leszivárgási idő alatt a talajfelszín párolgását a hengerek tetejének lezárásával természetesen megakadályoztuk. A leszivárgási idő elteltével ismét lemértük a mintákat, majd kiszárítva és újból lemérve az adatokból kiszámítottuk a minták térfogatsúlyát, összporozitását, valamint a pórustér víz és levegő közötti megoszlásának arányát a telítés, és a leszivárgás utáni állapotokra vonatkoztatva. A 6—6 ismétlés középértékeit jelentő adatokat a 4. táblázat tartalmazza.

A kísérlet talaja a viszonylag lazább homokok közé tartozik. Az eredeti szelvény Ts-a is csak 1,50—1,56 között ingadozik. A lazítás a térfogatsúlyt 1,39—1,44 közötti értékekre csökkentette. Ez a csökkenés átlagosan 4,7%, tehát nem lényeges nagyságú összporozitásnövekedést eredményezett.

A homok pórusterét majdnem teljes egészében a feszültségmentes hézagter alkotja. A finom, kis átmérőjű pórustér mennyisége (kötött és lazán kötött vizet tartalmazó pórustér, amelynek nedvessége közelítőleg a talaj

4.

A szántott és 100 cm mélyen lazított szelvény

(1) Réteg cm	(2) Ts	(3) P%	(4) h _{v1}	(5) H _v	(6) Nedvességtartalom súly %-ban		(7) Kötött vizet tart. pórus tér %-ban	(8) Lazán kötött vizet tart. pórus tér %-ban
					Kapilláris telítés után	60 óras leszivárgás után		
A) Szántott								
10—20	1,56	41,0	0,40	1,39	22,02	17,41	1,45	0,87
20—30	1,56	41,0	0,47	1,38	22,01	16,22	1,43	0,86
40—50	1,50	43,2	0,33	1,09	22,80	15,30	1,09	0,66
65—75	1,50	43,2	0,26	0,81	23,34	15,52	0,81	0,49
90—100	1,54	41,7	0,22	0,69	22,44	14,57	0,71	0,42
B) 100 cm mélyen								
10—20	1,39	47,4	0,33	1,07	26,42	14,45	0,99	0,60
20—30	1,40	47,0	0,34	1,06	26,18	13,82	0,99	0,59
44—54	1,40	47,0	0,30	0,99	27,74	14,50	0,92	0,55
71—81	1,41	46,6	0,25	0,90	27,20	12,47	0,85	0,51
98—108	1,44	45,5	0,29	0,98	25,82	12,80	0,94	0,56

HV értékével vehető azonosnak) szinte elhanyagolhatóan kicsi (a kísérletben maximálisan 2,32%). A homok levegőgazdálkodásával az eredeti tömött állapotban sinesen baj, hiszen még a kapilláris telítés — amely a talajoszlop 10 cm-es magassága miatt igen nagymértékű — után közvetlenül is 7,5—9,7% a levegővel telt pórusok mennyisége. 60 órával később ez az érték már 14,8—21,0%-ra emelkedett. A lazított szelvényben ezek az értékek valamivel nagyobbak (telítés után 8,7—11,3%). A felesleges víz leszivárgása utáni állapotban a tömött talajban is a pórusok 36—48%-a levegőt tartalmaz.

Ezek az adatok is azt bizonyítják, hogy a homok lazítása nem a talajban eredetileg uralkodó kedvezőtlen víz:levegő arány, illetve a légsere megjavításával segíti elő a gyökérszövet kedvezőbb fejlődését (mint pl. az agyagtalajokon végzett altalajlazítás), hiszen arra a homoktalajokban nincs szükség.

Fentiek alapján viszont a homok altalajnak a gyökér fejlődését akadályozó tulajdonságát túlságosan nagy fizikai ellenállásában kell keresnünk. Ez az ellenállás azonban nem azonos a kötött agyagtalajok ellenállásával és éppen a homok mechanikai összetételének jellegzetességéből következik. Az egyes és viszonylag nagy szemcsékből álló homok részecskéi között kis kohéziós erők működnek, s ezért a homoktalajok művelhetőség szempontjából kis kötöttségű talajok. De éppen a finomabb részecskék hiánya — tehát a fizikai értelemben vett lazaságot biztosító adottság — az oka, hogy a homok altalaj

táblázat

pórusterének minőségére vonatkozó adatok

(9) Kapilláris vizet tartalmazó póruster % -ban		(10) A pórusterben levő víz és levegő térfogat %-ban				(13) RL %	
Kapilláris teltés után	60 órás leszivárgás után	Kapilláris teltés után		60 órás leszivárgás után		Kapilláris teltés után	60 órás leszivárgás után
		(11) víz	(12) levegő	(11) víz	(12) levegő		
talaj							
31,15	23,91	33,5	7,5	26,2	14,8	18,3	36,1
31,10	22,10	33,4	7,6	24,4	16,6	18,5	40,5
31,70	20,48	33,5	9,7	22,2	21,0	22,4	48,7
33,18	21,45	34,5	8,7	22,8	20,4	20,2	47,3
32,96	20,82	34,1	7,6	22,0	19,7	18,2	47,3
lazított talaj							
34,50	17,85	36,1	11,3	19,4	28,0	23,9	59,9
34,40	17,12	36,0	11,0	18,7	28,3	23,4	60,2
36,80	18,22	38,3	8,7	19,7	27,3	18,5	58,1
36,50	15,70	37,9	8,7	17,1	29,5	18,6	63,2
35,10	16,32	36,6	8,9	17,8	27,7	19,5	61,0

növényéletteni szempontból nagyon is tömött, a gyökérzet számára nagy ellenállást jelentő talajféleség. A homok ugyanis a finom részecskék, ragasztóanyagok hiánya miatt szerkezetnélküli talaj. Pórusterét az egyes ásványi szemcsék és nem mikroaggregátumok, illetve morzsák illeszkedése alakítja ki. Keletkezésükkor — függetlenül attól, hogy régi folyóártéren vízből kiülepedett elsődleges vagy a szél által szállítva másodlagos fekvésben alakulnak ki — az egyedülálló egyes szemcsék rakódtak egymásra, porozítást növelő szerkezet nem alakulhatott ki bennük, a szemcsék pedig a rájuk rakódott újabb rétegek nyomása alatt lassan az alakjuk és nagyságuk által megszabott legtömörebb elrendeződésbe kerültek. (Ezért nevezik a homokot a kultúrmérnöki gyakorlatban konzervatív viselkedésű talajnak. Nagy terhelés alatt ugyanis a homok tömörödik a legkisebb mértékben, mert tömegében az egyes szemcsék a legstabilabb elrendeződésben helyezkednek el, porozítást növelő szerkezete nincsen.)

A morzsás, szerkezetes talajban a talajalkotórészek labilis térbeli elrendezésűek. A labilis elrendezést a ragasztóanyagok biztosítják. A talajszerkezetnek ez a felépítettsége a szerkezetet kialakító aggregátumoknak egymás közötti kisebbfokú térbeli elmozdulását teszi lehetővé. Ezért a gyökerek könnyebben be tudnak hatolni a morzsák vagy mikroaggregátumok közötti viszonylag kisebb pórusokba is, mert a talaj szerkezetessége, rugalmassága

folytán a morzsákat, mikroaggregátumokat szét tudják tolni, a pórusokat ki tudják tágítani. Homokban a fenti okok miatt erre kisebb a lehetőség, illetve a gyökerek csak sokkal nagyobb energia felhasználásával tudják ugyanezt a célt elérni. *A homok tehát nem rugalmas és ezért növényéletteni szempontból nem laza talaj.* Lazításával — még ha a lazítás az összporozítást csak aránylag kis mértékben emeli is — az egyes szemcséket kimozdítjuk stabil elhelyezkedésükből, így rugalmasságot biztosítunk a talajnak, és ezzel minden egyéb agrotechnikai és trágyázási beavatkozástól függetlenül is nagy mértékben elősegítjük a természetett növény gyökérzetének mind mennyiségi, mind minőségi szempontból előnyösebb fejlődését. Az Egerszegi-féle réteges homokjavítás kedvező hatását nem utolsósorban az aljréteg lehelyezésével szükségszerűen együttjáró mély lazítás is elősegíti, mivel a gyökereknek a mélyebb, kiszáradásnak kevésbé kitett rétegekbe való lejutását könnyíti meg.

A lazításnak a gyökérfejlődésre gyakorolt kedvező hatását bizonyítják 2 éven át végzett talajvízháztartási méréseink is.

Ugyancsak Őrszentmiklóson az A/6 bemutatókísérletben 2 éven át rendszeresen mértük a talaj nedvességtartalmát a természetett növény vegetációs ideje alatt. A kísérletben az alábbi kezelések voltak:

1. Kontrol (szokásos művelés trágyázás nélkül)
2. Felszíni istállótrágyázás
3. 60 cm mély forgatás trágyázás nélkül
4. 60 cm mélyre lehelyezett ist. trágya aljréteg
5. 45 és 60 cm mélyre lehelyezett két ist. trágya aljréteg.

A kísérlet 1953-ban került beállításra, a vizsgált esztendőök (1958, 1959) a lazítás utáni 5. ill. 6. év voltak. A kísérletben az altalaj fellazítása forgatással történt, e ténynek azonban ezen a talajon nem kell nagy jelentőséget tulajdonítanunk, mert mint azt az 5. táblázat adatai bizonyítják, a feltalaj alig különbözött az altalajtól, 80—90 cm mélységig egyöntetűen világos barna, homogén, rétegzettség nélküli. A táblázatban feltüntetettük az eredeti tömött és a lazított

5. táblázat

A parcellák jellemző talajtani adatai

(1) Réteg cm	(2) Ø és felszínileg trágyázott parcellák				(3) A 3 lazított talajú parcella			
	h _{y1}	CaCO ₃ %	Összes humusz %	Ts	h _{y1}	Ca CO ₃ %	Összes humusz %	Ts
0—10	0,73	<1	1,27	1,40	0,87	<1	1,14	1,39
10—20	0,74	<1	1,27	1,41	0,85	<1	0,98	1,39
20—30	0,70	<1	1,02	1,61	0,83	<1	0,97	1,47
30—40	0,84	<1	0,97	1,61	0,71	<1	1,06	1,47
40—50	0,97	<1	1,07	1,54	0,76	<1	1,27	1,44
50—60	0,97	<1	1,12	1,54	0,75	<1	1,20	1,44

parcellák átlagai alapján a rétegek Ts-át is. Ezek az adatok a mindkét esztendőben sok ismétlésben (parcellánként és rétegenként 26, tehát az eredeti talajra rétegenként 52, a lazított talajra 78 ismétlés) végzett mérések középértékei.

A lazítás hatása a rétegek Ts-ában még az 5—6. esztendőben is kimutatható. A 20—60 cm közötti rétegek átlagos Ts-ában (1,575, illetve 1,455) a különbség 0,12, ami az összporozításban 4,5%-ot jelent, vagyis levegőgazdálkodási szempontból nem számottevő. Hatása azonban a gyökérzet mélységbeli elhelyezkedésében — amint látni fogjuk — mégis jelentős.

A kísérletben 1958-ban kukorica, 1959-ben dohány volt. A kukorica vegetációs ideje (vetéstől-törésig) 1958 jún. 6.-tól nov. 6.-ig, a dohányé (palántázástól-törésig) 1959. máj. 12.-től aug. 24.-ig tartott.

A két esztendő időjárása — különösen ha a két növény vegetációs idejét is figyelembe vesszük — nagyon különböző volt. 1958-ban két aszályos periódus volt. Az első április közepétől június 11-ig (összesen 20,9 mm csapadékkal), a második július végétől (utolsó eső júl. 22.-én) szeptember 22.-ig (összesen 30,4 mm csapadékkal) tartott. A június hónap csapadékban igen gazdag volt (összesen 138,3 mm), de júliusban (22.-ig) is 42,9 mm eső esett. A kukorica tehát vegetációs idejének első szakaszában vízzel bőségesen el volt látva, később azonban erősen aszályos körülmények közé került.

1959-ben a nyár csapadékos volt. Az aszályos periódus csak aug. közepén kezdődött, a dohány tehát jóformán a tenyészidő végéig csapadékdús viszonyok között volt (vegetációs ideje alatt összesen 213 mm). A kukorica alatt jún. 18. és okt. 16. között 6 alkalommal, a dohány alatt máj. 29. és aug. 22. között 9 alkalommal mértük a 0—60 cm-es szelvény nedvességtartalmát 10 cm-es rétegenként 2, illetve 4 ismétlésben.

Az egyes időpontokban talált nedvességtartalmak alapján kiszámítottuk az egyes talajrétegeknek a természetett növény tenyészidőszaka alatti átlagos nedvességtartalmát (6. táblázat). Természetesen ez a számítási mód nem tekinthető teljesen exaktnak, mert a kapott átlagnedvességtartalom nagyságát az alapadatokat szolgáltató mérési időpontok száma és időbeli eloszlása befolyásolja. A különböző kezelések (parcellák) közötti különbségek kimutatására

6. táblázat

A talajrétegek átlagos nedvességtartalma a természetett növény vegetációs ideje alatt

(1) Réteg cm	1958					1959				
	(2) ∅	(3) Felsőzini #	(4) Forga- tott	(5) Egy # aljréteg	(6) Két # aljréteg	(2) ∅	(3) Felsőzini #	(4) Forga- tott	(5) Egy # aljréteg	(6) Két # aljréteg
0—10	5,44	5,73	6,50	6,20	6,52	5,53	4,86	6,14	5,66	6,17
10—20	7,09	7,09	7,89	7,69	8,04	5,71	5,47	6,72	6,45	6,50
20—30	7,18	6,87	8,34	8,10	7,85	5,49	5,79	6,81	6,92	6,50
30—40	8,52	7,61	7,64	7,31	8,00	6,49	6,67	6,67	7,24	6,56
40—50	8,65	8,17	7,34	7,33	7,67	6,98	7,64	6,39	7,39	6,33
50—60	8,48	8,55	7,44	7,52	7,60	6,98	7,93	6,03	6,69	5,53

azonban felhasználható, mert az egyes parcellákra számított átlagos nedvességtartalmak alapadatait a minden parcellán egyszerre végzett mérések szolgáltatták.

A tenyészidőszak alatti rétegenkénti átlagos nedvességtartalmak felhasználásával kiszámítottuk a 0—30 és a 30—60, valamint az egész 0—60 cm-es szelvény kezeléskénti (parcellánkénti) átlagos súly %-os nedvességtartalmát, valamint a Ts-ok ismeretében a tenyészidőszak alatti mm-ben kifejezett átlagos vízkészletét (mindkét évben a 2 év átlagos Ts-aival számoltunk). Ezeket az adatokat a 7. táblázat tartalmazza. A táblázatban a lazított parcellák mm-ben kifejezett vízkészlete a 0—31,5, illetve 31,5—63,6 cm-es rétegekre vonatkozik, mert a lazítás az eredeti 30—30 cm vastag talajréteget ennyivel vastagította. Az összehasonlításokat tehát itt sem az azonos vastag talajrétegek, hanem az azonos talajtömegek között végeztük.

7. táblázat

A 0—30 és 30—60 cm-es réteg, valamint az egész vizsgált szelvény átlagos nedvességtartalma súly %-ban és vízkészlete m/m-ben a természetett növény vegetációs ideje alatt

(1) Réteg cm	1958					1959				
	(2) ∅	(3) Felszíni †	(4) Forga- tott	(5) Egy † aljréteg	(6) Két † aljréteg	(2) ∅	(3) Felszíni †	(4) Forga- tott	(5) Egy † aljréteg	(6) Két † aljréteg
A) Nedvességtartalom súly %-ban										
0—30	6,57	6,56	7,58	7,33	7,47	5,58	5,37	6,56	6,34	6,39
30—60	8,55	8,11	7,47	7,44	7,76	6,82	7,41	6,36	7,11	6,14
0—60	7,56	7,33	7,52	7,39	7,61	6,20	6,39	6,46	6,73	6,27
B) Vízkészlet m/m-ben										
0—30	29,2	29,1	33,9	32,8	33,5	24,7	23,8	29,4	28,6	28,6
30—60	40,1	38,0	35,1	34,5	36,1	31,9	34,7	29,4	32,5	28,4
0—60	69,3	67,1	69,0	67,3	69,6	56,6	58,5	58,8	61,1	57,0

Az adatokból megállapítható, hogy a 0—30 és a 30—60 cm-es rétegek átlagos nedvességtartalmában illetve, vízkészletében a lazított (forgatott, egy és két aljréteges) és a lazítatlan (kontrol és felszíni trágyázott) parcellák között mindkét esztendőben azonos különbség van. Nevezetesen a lazítatlan parcellákban a felső 0—30 cm-es réteg szárazabb, az alsó 30—60 cm-es réteg pedig nedvesebb, mint a lazított parcellák talajának megfelelő rétegei, illetve talajtömegei. A teljes, 0—60 cm-es szelvény átlagos nedvességtartalma, illetve vízkészlete azonban az 5 parcellán azonos volt. (Kivételt képez 1959-ben az egy aljrétegű parcella alsó rétege és ebből következően az egész szelvény nedvességtartalma kissé nagyobb értékeivel.)

A lazítatlan és lazított szelvények tenyészidőszak alatti eltérő nedvességi állapota még szemléletesebben látható a 8. táblázatból, ahol a két lazítatlan és a 3 lazított parcella adatainak átlagai vannak abszolút számokban és viszonyszámokban feltüntetve (a lazítatlan kezelések átlaga 100-nak véve).

A két parcellacsoport talajának nedvességtartalmi különbségei teljesen egyértelműen bizonyítják a homok mély lazításának a gyökérzet fejlődésére gyakorolt hatását. A lazítatlan parcellákon mind a kukorica, mind a dohány gyökérzete zömmel a felső (0—30 cm-es) rétegben fejlődött, s ennek megfelelően ezt a réteget jobban kiszáritotta. A 3 lazított parcellán a gyökérzet a mélyebb rétegeket is átszötte, a felső 30 cm-es zónában kevesebb, a 30—60 cm-es rétegben több gyökér volt. Megfelelőképpen a 0—30 cm-es rétegből kevesebb, a 30—60 cm-es rétegből több vizet vett fel. Fenti különbségek kialakulását nem magyarázhatjuk a tápanyagokban gazdagabb talajrétegek eltérő helyzetével, hiszen a csak lazított, de trágyázásban nem részesült parcella vízforgalma a rétegesen javított kezelésekkel, a kontrol parcelláé pedig a felszínileg trágyázott kezeléssel volt azonos mindkét esztendőben.

Mivel a mm-ben kifejezett víztartalmakat a súly %-os nedvességtartalomnak a Ts-al történő szorzata adja, azok pontosságát a Ts meghatározások pontossága befolyásolja. Annak ellenére, hogy a számításokhoz felhasznált Ts értékek parcellánként és rétegenként 26 ismétlés átlagát jelentik, bizonyosfokú pontatlanság lehetőségével számolnunk kell. A lazított parcellák mélyebb rétegei kisebb Ts-úak, mint a tömött parcellák talaja a megfelelő mélységben, feltételezhetnénk tehát, hogy előbbieik 30—60 cm-es rétegének kisebb vízkészletét az azonos súly %-os nedvességtartalomnak a kisebb számmal való szorzata adja. Bár növényélettani szempontból a gyökérzet rendelkezésére álló vagy általa felhasznált víz mennyisége a döntő, amit viszont csakis a mm-re történő átszámítás alapján kapunk meg, számításaink és az azokból levont

8. táblázat

A tömött (lazítatlan) és lazított kezelések parcellacsoportonként átlagolt adatai abszolút és viszonyszámokban

(1) Réteg cm	(2) Abszolút számokban						(3) Viszonyszámokban			
	1958		1959		(4) 2 év átlaga		(5) Tömött parcellák	1958	1959	(4) 2 év átlaga
	(5) Tömött	(6) Lazított	(5) Tömött	(6) Lazított	(5) Tömött	(6) Lazított				
	p a r c e l l á k						(6) Lazított parcellák			

A) Súly %-os nedvességtartalomra vonatkozó adatok

0—30	6,57	7,46	5,48	6,43	6,03	6,95	100	113,5	117,2	115,4
30—60	8,33	7,56	7,11	6,54	7,72	7,05	100	90,9	91,9	91,4
0—60	7,45	7,51	6,30	6,49	6,88	7,00	100	100,8	102,9	101,9

B) m/m-ben kifejezett vízkészletre vonatkozó adatok

0—30	29,1	33,4	24,2	28,9	26,7	31,2	100	114,7	119,3	117,0
30—60	39,1	35,2	33,3	30,1	36,2	32,6	100	90,0	90,4	90,2
0—60	68,2	68,6	57,5	59,0	62,9	63,8	100	100,5	102,5	101,5

következtetések abszolút helyességét leginkább az bizonyítja, hogy a kezeléscsoportok közötti víztartalomkülönbségek már a súly %-os értékekben is kimutathatók (lásd 8. táblázat). Amíg a teljes szelvény átlagos víztartalmában a két csoport között csak 0,12, a 0—30 cm-es rétegnél 0,92, a 30—60 cm-es rétegnél pedig az előzővel ellenkező előjellel 0,67 súly %-os különbség van. Az adatok bizonyító erejét fokozza az a tény is, hogy 1959-ben viszonylag sekély gyökérzetű, tipikus homoki növény alatt és olyan csapadékos esztendőben is az előző évhez teljesen hasonló különbségeket találtunk, amikor a vizsgált időszakban a dohány tenyészideje alatt összesen 213 mm csapadék hullott.

Összefoglalólag megállapítható, hogy

1. Kísérleteink és méréseink bizonyítják, hogy a homok növényélettani szempontból nem laza talaj. Mély lazítása minden egyéb agrotechnikai és trágyázási beavatkozástól függetlenül is nagy mértékben elősegíti a természetett növény gyökérzetének mind mennyiségi, mind minőségi szempontból előnyösebb fejlődését.

2. A lazítás hatását nem a talajban eredetileg uralkodó víz:levegő arány megjavításával (mint pl. az agyagtalajokban végzett altalajlazítások), hanem kizárólag az eredeti településben rugalmatlan homoknak a gyökérzet behatolásával szemben tanúsított mechanikai ellenállásának csökkentésével éri el.

Ö s s z e f o g l a l á s

Gyökérfejlődési és vízháztartási mérésekkel vizsgáltuk a homok mély lazításának hatását.

A kukorica gyökérzetének kialakulását eredeti (csak szántott), valamint 50, 75 és 100 cm mély lazítás mellett vizsgáltuk gyökérkimosásokkal. A lazítás a gyökérzet tömegének fokozása mellett annak mélyebb lehatolását is eredményezte. A növény mindenütt a lazított réteg alsó határáig fejlesztett nagyobb tömegű gyökérzetet.

A két éven át kukorica és dohány alatt végzett vízháztartási mérések szerint a 60 cm-ig lazított talajokban a növény a mélyebb (30—60 cm) réteget szárította ki jobban. Ennek megfelelően a talaj tenyészidőszak alatti átlagos nedvességtartalma, illetve vízkészlete a lazított kezeléseknél 0—30 cm-ig nagyobb, 30—60 cm-ig kisebb volt, mint a lazítatlan parcellákban. Ugyanakkor együttesen az egész vizsgált szelvényben (0—60 cm-ig) az átlagos vízkészlet minden kezelésben azonos volt. Ezek az adatok ugyancsak azt bizonyítják, hogy a homok mély lazítása a gyökérzet mélységbeli erőteljesebb fejlődését eredményezi, ami a növény vízellátása szempontjából különösen a kis vízkészletű és gyorsabban száradó homoktalajokon előnyös.

A homok levegőzése eredeti tömött állapotában is megfelelő. A lazítás tehát — eltérően a kötött talajok altalajlazításától — nem annak megjavításával, hanem azzal fejt ki kedvező hatását, hogy a szerkezetnélküli, eredeti településében rugalmatlan homok szemcséit kimozdítja stabil elrendeződésükből. Ezáltal a homok bizonyosfokú rugalmasságot nyer és a gyökerek fejlődésével szemben tanúsított mechanikai ellenállása csökken.

A kísérlet adataiból megállapítható, hogy a homok eredeti tömött állapotában növényélettani szempontból nem tekinthető laza talajnak.

Érkezett: 1960. október 5.

I r o d a l o m

- [1] DOLGOV, Sz. I.: Issledovanija podviznoszti pocsvennoj vlagi i eje dosztupnoszti dlja rasztenii. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1948.
 [2] FENÉR, D.: Talajbiológia. Akad. Kiadó, Budapest. 1954.
 [3] FEKETE, Z.: Talajtan. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1952.
 [4] KACSINSZKI, N. A., VAGYUNYINA, A. F. & KORCSAGINA, Z. R.: Opit agrofiziceszkoj harakterisztiki pocsv na primere centralnogo Urala. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1950.
 [5] КОРЕЦКЫ, J.: Investigations of the relations of water to soil. Proc. I. Intern. Congr. Sci. Soil. Washington. 1. 495—503. 1927.
 [6] SEKERA, F.: Gesunder und kranker Boden. Parey. Berlin. 1951.
 [7] STOKLASA, J.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Bestimmung der Fruchtbarkeit des Bodens. Mitt. Intern. Bodenkundl. Ges. 2. 254—265. 1926.

ВЛИЯНИЕ ПОЧВОУГЛУБЛЕНИЯ НА ПЕСКАХ

М. Дворачек и М-не Дворачек

Научно-исследовательский Институт Почвоведения и Агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

Р е з ю м е

На опытной станции песчаных почв нашего института в Эрсентмиклош исследуем влияние почвоуглубления на песках. В нашей работе сообщаются результаты исследования развития корней и водный режим.

Мы изучали методом отмывки образование корневой системы кукурузы, выращенной при обычной агротехнике, а также при почвоуглублении на глубину 50, 75 и 100 см. В результате этого увеличивалась не только масса корней, но и их распространение в глубину. Растения всегда развивали наибольшую массу корней до нижней границы разрыхленного слоя (рис. 1 и табл. 1—3). У здорового растения — если ничего не мешает развитию корней — корневая масса *постепенно* уменьшается с глубиной. В наших опытах кукуруза развивала корневую систему, приближающуюся к нормальной корневой системе здорового растения, в зависимости от глубины почвоуглубления. При рыхлении на 50 см, в слое 0—20 см относительное содержание корней было меньше (вместо 79,5% только 50,3%), но в абсолютном количестве их было больше, чем при обычной вспашке. В результате более глубоких рыхлений, несмотря на то, что в слое 0—20 см масса корней была больше, чем при обычной вспашке, абсолютное количество корней в этом-же слое было меньше (табл. 2). Значит соответствующее почвоуглубление увеличивает массу корней и помогает более глубокому проникновению корней. Это явление имеет большое значение в снабжении растения водой, особенно в песчаных почвах, с малой водоудерживающей способностью и быстро высыхающих.

Количество почвенного воздуха в песчаных почвах до почвоуглубления вполне достаточно. Таким образом рыхление песчаных почв, в противоположность связным, служит не для улучшения воздушного режима почв, а сдвигает частички песка с их стабильного положения. Частички песка приобретают некоторую упругость и оказывают меньшее механическое сопротивление корневым системам (табл. 6).

В течение 2х лет исследовали водный режим песка. Почвоуглубление оказывает благоприятное влияние на него.

Под кукурузой и под табаком за вегетационный период исследовали влажность почвы до глубины 60 см, по 10 сантиметровым слоям, на 2-х делянках без углубления пахотного слоя (контроль и поверхностное внесение удобрений) и на 3-х делянках с рыхлением на 60 см (разрыхленный контроль, одно- и двухслойное внесение удобрений). Была высчитана общая влажность почвы по слоям за вегетационный период (табл. 6), затем из этих данных высчитали общую влажность 0—30 см, 30—60 см и всего 0—60 см слоя почвы, а также запас влаги в мм (табл. 7). Высчитали средние значения двух групп опытов с почвоуглублением по годам и за два последние года, выражая данные в относительных величинах. За 100 взяли результаты, полученные в опытах углубления (табл. 8). По нашим данным растения в разрыхленных почвах просушивали более глубокие горизонты (30—60 см), т. е. их корневая система развивалась лучше и усвоение воды было больше. Общая влажность и запас воды в течение вегетационного периода на разрыхленных делянках на глубине 0—30 см были больше, а на глубине 30—60 см меньше, чем на

делянках без рыхления. Средний запас воды по всему профилю почвы (0—60 см) независимо от метода обработки, был одинаковым. Таким образом, влияние почвоуглубления на развитие корневой системы в обоих годах оказалось положительным. Из вышеизложенного материала видно, что песчаная почва в исходном плотном ее состоянии, с точки зрения физиологии растений, не является рыхлой и глубокое рыхление ее необходимо.

Табл. 1. Результаты отмывания корней (количество корней в гр). 1. Обработки (обычная вспашка, рыхление на глубину 50, 75 и 100 см). 2. Слой в см. 3. Повторность. 4. Среднее в гр и %.

Табл. 2. Масса корней послойно и общее в % от данных, полученных с деланки с обычной вспашкой. 1. Слой в см. 2. Виды обработок.

Табл. 3. Средняя высота кукурузы в момент отмывания корней. 1. Обработка. А = высота в см. В = в относительных величинах.

Табл. 4. Данные порозности почвы, вспаханной и углубленной на глубину 100 см. 1. Слой в см. 2. Объемный вес. 3. Общая порозность в %. 4. Гигроскопическая влажность по Шик (практически равняется h_u по Курон). 5. Гигроскопическая влажность по Митчерлиху. 6. Содержание влаги в весовых процентах (после 100 часового капиллярного насыщения и 60 часового просачивания). 7. Порозность связанной воды в %. 8. Порозность рыхлосвязанной воды в %. 9. Порозность капиллярной воды в % (100 часовое капиллярное насыщение, 60 часовое просачивание). 10. Поры, занятые водой и воздухом в % на 100 часовое капиллярное поднятие и 60 часовое просачивание. 11. Вода. 12. Воздух. 13. Поры, занятые воздухом в % от общей порозности (100 часовое капиллярное насыщение и 60 часовое просачивание). А = почва с обычной вспашкой. В = разрыхленная до 100 см почва.

Табл. 5. Почвенная характеристика деланок (гигроскопическая влажность, $CaCO_3$, общий гумус, объемный вес). (1) Контроль и поверхностно удобренные деланки. (2) Три деланки с почвоуклублением. (3) Слой в см.

Табл. 6. Средние данные влажности по слоям в течение вегетационного периода. (1) Слой в см. (2) Контроль. (3) Поверхностно-удобренная деланка. (4) Деланка с почвоуглублением. (5) Деланка с однослойным внесением удобрений. (6) Деланка с двухслойным внесением удобрений.

Табл. 7. Средние данные влажности в весовых процентах и запас влаги в мм в течение вегетационного периода в слоях 0—30, 30—60 см, а также всего почвенного профиля. Обозначение от 1—6 см. в табл. 6. А = влажность в весовых процентах. В = запас влаги в мм.

Табл. 8. Средние данные деланок с почвоуглублением и с обычной обработкой в абсолютных и относительных цифрах. (1) Слой в см. (2) В абсолютных значениях. (3) В относительных. (4) Средние данные двух лет. (5) Деланка без почвоуглубления. (6) Деланки с почвоуглублением. А = данные содержания влажности в весовых процентах. В = данные запаса воды в мм.

Рис. 1. Количество корней по слоям. А = вспаханная почва. В = рыхление на 50 см. С = рыхление на 75 см. D = рыхление на 100 см. (1) Пахотный слой. (2) Разрыхленный слой. (3) Уплотненный слой (ширина квадратиков обозначает относительное количество всей массы отмываемых корней, размер черных площадок обозначает %-ое содержание корней по слоям. А высота квадратов обозначает увеличение мощности слоя в зависимости от почвоуглубления.

Wirkung und Wirkungsmechanismus der Untergrundlockerung auf Sandböden

M. DVORACSEK und FRAU M. DVORACSEK

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Zusammenfassung

In unserer Sandversuchsstation zu Órszentmiklós wurden Wirkung, sowie wirkungsbedingende Faktoren der Tieflockerung geprüft. Die vorliegende Arbeit berichtet — im Zusammenhang mit Wurzelentwicklungs- und Wasserhaushaltsmessungen — über die bislang erhaltenen Ergebnisse.

Die Wurzelbildung des Maises wurde in gepflügtem, in bis zur 50, 75 und 100 cm Tiefe gelockertem Boden, mit Wurzelwaschung geprüft. Die Lockerung führte nicht nur zu einer Erhöhung der Wurzelmasse, sondern gleichzeitig zu deren tieferem Eindringen in den Boden. Die Pflanzen entwickelten die größeren Wurzelmassen in jedem Fall bis zur unteren Grenze der gelockerten Bodenschicht (Abb. 1 und Tabellen 1—3).

Eine gesunde Pflanze wird — vorausgesetzt, daß die Wurzelbildung durch irgendwelche Bodenfehler nicht behindert ist — in Tiefenrichtung laufend abnehmende Wurzelmenge entwickeln. Diese normale Entwicklungsform wurde von den Maispflanzen in unserem Versuch umso besser angenähert, je tiefer der Boden gelockert war. Bei einer 50 cm tiefen Lockerung war in der 0—20 cm Bodenschicht eine wenn auch relativ geringere, doch in absoluter Menge größere Wurzelmasse festgestellt, als in der nur gepflügten Variante. Unter Einfluß der tieferen Bodenlockerung ist in der 0—20 cm Bodenschicht auch schon die absolute Menge der Wurzelmasse geringer, wenn auch die Gesamtwurzelmasse dieser Varianten die der nur gepflügten Parzellen übertrifft (Tabelle 2). Eine entsprechend tiefgehende Lockerung bedingte demnach nicht nur eine Erhöhung der Gesamtwurzelmasse, sondern gleichzeitig auch das Vordringen des größeren Teiles der Wurzeln in tiefere Schichten. Dieser Umstand bedeutet für die Wasserversorgung der Pflanze, besonders auf rasch austrocknenden Sandböden von geringer Wasserkapazität einen unbedingten Vorteil.

Die Bodenlüftung des Sandes ist auch in seinem ursprünglichen dichten Zustand noch ausreichend. Hier ist demnach die günstige Wirkung — im Gegensatz zu der Untergrundlockerung der bindigen Böden — nicht in der verbesserten Bodenlüftung, sondern darin zu suchen, daß die Teilchen des strukturlosen, in seiner ursprünglichen Lagerung unelastischen Sandes aus ihrer stabilen Lage herausgerückt werden. Dadurch erhält der Sand eine gewisse Elastizität und dem Wurzelwachstum wird ein geringerer Widerstand geleistet (Tabelle 4).

Die in zwei Versuchsjahren durchgeführten Wasserhaushaltsuntersuchungen haben ebenfalls die Vorteile der Tieflockerung des Sandes erwiesen. Unter Mais, sowie unter Tabak wurde in der Vegetationszeit, in 0—60 cm Tiefe die Bodenfeuchtigkeit je 10 cm Schicht auf zwei ungelockerten Parzellen (Kontrolle und Oberflächendüngung), sowie auf drei, bis zu 60 cm Tiefe gelockerten Parzellen, (bei ein- und zweischichtiger Tiefendüngung) laufend gemessen. Aus den erhaltenen Daten wurden für die Vegetationszeit je Bodenschicht der durchschnittliche Feuchtigkeitsgehalt (Tabelle 6), hierauf aus diesen Werten der durchschnittliche Feuchtigkeitsgehalt bzw. Wasservorrat in mm für die 0—30, 30—60 Schichten, sowie für das ganze, 0—60 cm Profil errechnet (Tabelle 7). Die Gruppenmittel der gelockerten und ungelockerten Parzellen je Prüffjahr, sowie im Durchschnitt der zwei Prüffjahre wurden auch in Relativzahlen ausgedrückt, wobei die Werte der ungelockerten Parzellengruppe für 100 genommen wurden (Tabelle 8). Laut erhaltener Ergebnisse haben die auf gelockertem Boden stehenden Pflanzen die tieferen (30—60 cm) Bodenschichten stärker ausgetrocknet, d. h. ihr Wurzelwerk hat sich in diesen Tiefen stärker entwickelt, demzufolge hier die größte Wassermenge aufgenommen. In diesem Sinne lag der durchschnittliche Feuchtigkeitsgehalt bzw. Wasservorrat des Bodens während der Vegetationszeit auf den gelockerten Parzellen in 0—30 cm Tiefe höher, in 30—60 cm Bodentiefe dagegen niedriger, als auf den ungelockerten Parzellen. Gleichzeitig war der durchschnittliche Wasservorrat des gesamten, geprüften Profils (0—60 cm) in allen Varianten gleich groß. Der günstige Einfluß der Untergrundlockerung auf die Wurzelentwicklung wurde demnach in beiden Prüffjahren bestätigt.

Aus den hier angeführten Angaben kann festgestellt werden, daß Sandböden in ihrem ursprünglichen dickgepackten Zustand von pflanzenphysiologischem Gesichtspunkt nicht als lockere Böden angesprochen werden können und aus diesem Grunde die Tieflockerung unbedingt vorteilhaft ist.

Tabelle 1. Ergebnisse der Wurzel-Auswaschungen (die Menge der ausgewaschenen Wurzeln, in g). (1) Versuchsvarianten (nur gepflügt, bis zur 50, 75 und 100 cm Tiefe gelockert), (2) Bodenschicht, in cm, (3) Wiederholungen, (4) Mittelwert in g und in %.

Tabelle 2. Wurzelmasse je Bodenschicht und insgesamt, im Prozent der nur gepflügten Parzelle ausgedrückt. (1) Bodenschicht in cm, (2) Versuchsvarianten.

Tabelle 3. Durchschnittliche Pflanzenhöhe des Maises zum Zeitpunkt der Wurzel-Auswaschungen. A) Höhe in cm, B) Relativzahl, (1) Versuchsvarianten.

Tabelle 4. Daten über die Porenverhältnisse in dem nur gepflügten und dem bis zur 100 cm Tiefe gelockerten Profil. (1) Schicht in cm, (2) Volumgewicht, (3) Gesamtporosität in %, (4) Hygroskopizität nach Sik (praktisch mit der Kuron-schen hy identisch). (5)

Hygroskopizität nach Mitscherlich, (6) Feuchtigkeitsgehalt, in Gewichtsprozenten (nach 100-stündiger kapillarer Sättigung, sowie 60-stündiger Versickerung), (7) festgebundenes Wasser enthaltendes Porenvolumen, in %, (8) schwachgebundenes Wasser enthaltendes Porenvolumen, in %, (9) Kapillarwasser enthaltendes Porenvolumen, in % (nach 100-stündiger kapillarer Sättigung und 60-stündiger Versickerung), (10) Wasser und Luft im Porenvolumen, in Volumprozenten ausgedrückt (nach 100-stündiger kapillarer Sättigung und 60-stündiger Versickerung). (11) Wasser. (12) Luft. (13) mit Luft gefüllte Poren in Prozenten der Gesamtporosität (nach 100-stündiger kapillarer Sättigung und 60-stündiger Versickerung). A) gepflügter Boden, B) bis 100 cm Tiefe gelockerter Boden.

Tabelle 5. Bezeichnende bodenkundliche Daten der Parzellen (Hygroskopizität nach Sik, CaCO_3 - und Gesamthumusgehalt, sowie Volumgewicht) (1) Bodenschicht, in cm, (2) Kontroll- und oberflächengedüngte Parzellen, (3) die 3 gelockerten Parzellen.

Tabelle 6. Durchschnittlicher Feuchtigkeitsgehalt der Bodenschichten während der Vegetationszeit der angebauten Pflanzen. (1) Bodenschicht, cm. (2) Kontrolle, (3) oberflächlich gedüngte Parzelle, (4) gelockerte Parzelle, (5) mit einer Schicht tiefgedüngte Parzelle, (6) mit zwei Schichten tiefgedüngte Parzelle.

Tabelle 7. Durchschnittlicher Feuchtigkeitsgehalt (in Gewichtsprozent(en) und Wasservorrat (in mm) in der 0—30 und 30—60 cm Bodenschicht, sowie im geprüften Gesamtprofil, während der Vegetationszeit gemessen. Bezeichnungen (1)-(6) wie in Tabelle 6. A = Feuchtigkeitsgehalt in Gewichtsprozenten, B = Wasservorrat in mm.

Tabelle 8. Mittelwerte der aus ungelockerten und gelockerten Varianten gebildeten Parzellengruppen, in absoluten und in relativen Zahlen ausgedrückt. (1) Bodenschicht, in cm, (2) in absoluten Zahlen, (3) in relativen Zahlen, (4) Durchschnitt von 2 Jahren, (5) ungelockerte Parzellen, (6) gelockerte Parzellen. A) Daten des in Gewichtsprozenten ausgedrückten Feuchtigkeitsgehaltes, B) Daten des in mm ausgedrückten Wasservorrates.

Abb. 1. Masse und schichtenweise Verteilung des Wurzelwerkes. A) gepflügter Boden, B) bis 50 cm Tiefe gelockert, C) bis 75 cm Tiefe gelockert, D) bis 100 cm Tiefe gelockert. (1) gepflügte Schicht, (2) gelockerte Schicht, (3) dichtgepackte Schicht. (Die Breite der die einzelnen Varianten bezeichnenden Vierecke zeigen die relative Menge der ausgewaschenen gesamten Wurzelmasse, die dunklen Felder die prozentuelle Verteilung der Wurzelmasse in den einzelnen Bodenschichten. Die bei den einzelnen Bodenschichten stehenden oberen Ziffern zeigen die auf die dunklen Felder bezogenen Prozentwerte, die unteren Ziffern die auf die in der gleichen Bodentiefe der gepflügten Parzelle festgestellte Wurzelmasse bezogene Menge. Die Höhe der Vierecke veranschaulicht die Wirkung der Lockerung auf die Mächtigkeit der Bodenschicht).