

Újabb vizsgálatok a talajszerkezet néhány sajátságának és a talajművelő gépek munkájának összefüggéséről

KÉGL LÁSZLÓ

Mezőgazdasági Gépkísérleti Intézet, Budapest

Az előző közleményünkben [11] ismertettük azokat az elveket, kidolgozott módszereket és számítási eljárásokat, amelyekkel a talajművelő gépek munkája következtében a talaj szerkezetében végbemenő legszembetűnőbb változások számszerűen mérhetők és értékelhetők.

Kezdő lépésnek a gépek munkájának lazító és aprító hatását tűztük ki célul. A lazítást illetően leszögeztük, hogy feltétlenül különbséget kell tennünk a talajdarabocskákban levő pórusok és a közöttük levő üregek között, mivel lazításnak csupán az a levegőtöbblet tekinthető, amelyet valamely gép a darabocskák közé kever be. A belső pórusokban levő levegőt elsődleges levegőnek (L_1) mondtuk, a külső üregekben levőt másodlagosnak (L_2), a kettő összegét pedig összes levegőnek (L_0). A lazultságra jellemző másodlagos levegőmennyiséget az összes és az elsődleges levegő különbségeként számítottuk ki, az összes levegőt térfogat-súly (T_s) és fajsúly (F_s) alapján állapítottuk meg, míg végül az elsődleges levegő meghatározására kétféle módszert is közöltünk, amelyek közül az újabb vizsgálatainkban a közvetett alkalmaztuk.

Az aprításra vonatkozóan a Viljamsz-féle [28] határértéket vettük alapul, a 10 mm-nél nagyobb rögöket (R), az 1 és 10 mm közé eső morzsákat (M) és az 1 mm-nél kisebb port (P), amelyet megfelelő kezelés után [11] megfelelő szitával választottunk szét. Az így kapott adatokat lazultsági (Lh), rög (Rh), morzsa (Mh) és por (Ph) hányadosokkal fejeztünk ki, amelyeket úgy kaptunk, hogy az eredeti állapotban talált megfelelő értékekkel osztottuk a művelés után található értékeket. Mindezekon kívül megmértük a Hajas-Kertész-féle [10] légjárhatóságot is (LJ).

Az ismertett eljárások a Magyar Tudományos Akadémián 1952. április 24-én elhangzott előadáson és vitaülésen általában elfogadást nyertek, amiért az újabb vizsgálatainkat teljesen ezeknek az alapján vittük tovább, néhány kiegészítéssel és módosítással, amiket a vitaülés javasolt.

A mintáinkat nem egy rétegben vettük fel, mint előbb, hanem — 3-3 párhuzamban — 5 cm-es részlet rétegenként, a különböző művelési mélységeknek megfelelően, amely előhántós ekével (E) 20, tárcsával (T) 10, kultivátorral (K) 15 cm volt. A nem művelt (NM) területet szintén 20 cm mélységig vizsgáltuk. A lazultsághoz Kühnec hengert [19], az aprózottsághoz egyszerű bádoghengert használtunk. Az előzőektől eltérően a részletrétegekben megmértük a nedvességtartalmat és a vízállóságot [29] is, ami lehetővé tette a helyzetváltoztatások megállapítását és végül a legfelső rétegben számoló-kerettel meghatároztuk a kb. 10 cm-nél nagyobb rögök mennyiségét is. Az eredményeket a párhuzamok átlagában közöljük.

Az újabb vizsgálatok körülményei, eredményei és a helőlük levonható következtetések

Az újabb vizsgálatokat Martonvásáron végeztük ugyanazokkal a gépekkel és munkasebességgel, mint megelőzően. A talajnak a szokásos anyagi [14] fizika állandóit állapítottuk meg, ezek a következők:

A r a n y-féle kötöttségi szám (K_{sz} [1])	48,4
minimális vízkapacitás (VK [20])	26,6
higroszkópos nedvesség Kuron szerint 50%-os kénsav felett (hy [27])	2,67
agyagtartalom (A% [27])	22,6
0,75 fs-ú benzinen megállapított fajsúly (Fs)	2,45
átlagos nedvességtartalom ($\bar{N}t$ %)	16,6
VK telítettségi %	62,0

A felsorolt állandók közül azok, amelyek egymásból számíthatók, elég jó megegyeznek a számítható értékekkel [13, 15, 23].

Lazultság.

Az idevonatkozó méréseink eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat
A lazultsági vizsgálatok eredményei

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Művelés módja és réteg cm	Nedvesség tartalom %	Viszonylagos víz-állóság %	A felvett nedves talaj súlya 3 párhuzamos átlaga g	A víz-mentessé átszámított súly g	T_s kg/l	$\frac{T_s}{F_s}$	Szilárd rész térfogat %	Lö. térfogat %	L_1 ml / 100 g	L_1 térfogat %	L_2 térfogat %
Nem művelt (NM)											
0-5	13,2	30,6	406	352	1,16	0,47	47	53	14,5	17	36
5-10	17,9	22,9	445	365	1,21	0,49	49	51	17,8	22	29
10-15	18,3	23,5	526	429	1,42	0,58	58	42	16,2	23	19
15-20	16,9	37,1	581	483	1,59	0,65	65	35	11,5	18	17
Előhántós eke (E)											
0-5	16,5	36,4	383	320	1,06	0,43	43	57	12,9	14	43
5-10	17,6	25,7	385	317	1,05	0,43	43	57	15,5	16	41
10-15	18,0	23,2	403	330	1,09	0,45	45	55	17,0	19	36
15-20	12,8	29,1	412	358	1,18	0,48	48	52	13,1	15	37
Tárcsa (T)											
0-5	14,8	27,3	289	246	0,81	0,33	33	67	16,4	13	54
5-10	16,2	25,5	306	256	0,85	0,35	35	65	15,8	13	52
Kultivátor (K)											
0-5	13,5	31,8	298	258	0,85	0,35	35	66	15,3	13	53
5-10	17,4	21,7	279	230	0,76	0,31	31	69	18,2	14	55
10-15	18,6	24,2	311	253	0,84	0,34	34	65	16,0	14	51

Tetemes eltérés a mért és a számítható értékek között csupán a fajlagos ellenállásban mutatkozott. A mért 50 kg/dm², a számítható viszont 67 kg/dm². Ennek az oka nyilvánvalóan abban keresendő — amire más szerzők [2], de magunk is [12] rámutattunk már —, hogy a talajban megnyilvánuló különböző ellenállásoknak a kötöttségi szám csak az egyik tényezője, de azok nem csupán ettől függenek. A nem művelt talaj térfogat-súlyai a rétegek mélységének a függvényében éppen olyan növekvő irányzatot mutatnak, ahogyan azt más szerzők is megállapították már [6]. A 2. táblázatban a másodlagos levegő %-ok átlagát és a belőlük számítható lazultsági hányadosokat foglaltuk össze, de feltüntettük mellettük az előző vizsgálatok adatait is.

2. táblázat
A másodlagos levegő százalék átlaga és a lazultsági hányados

Művelés módja	Átlagos			
	L ₂ %		Lh	
	új	régi	új	régi
Nem művelt (NM)	25	30	1,00	1,00
Előhántós eke (E)	39	38	1,56	1,27
Tárcsa (T)	59	55	2,12	1,83
Kultivátor (K)	59	55	2,12	1,83

Annak az oka, hogy a régi és új lazultsági hányadosok között ilyen nagy különbségek találhatók, abban keresendő, hogy ezeket az értékeket a mindenkori vizsgált talaj eredeti másodlagos levegő %-ára vonatkoztattuk, amely a két vizsgált esetben tetemes különbséget mutat, míg a művelések után mért régi és új másodlagos levegő %-ok között alig található eltérés.

3. táblázat
A másodlagos levegő százalék és a lazultsági hányados a különböző műveléseknél a különböző mélységekben

Művelés módja	0—5 cm		5—10 cm		10—15 cm		15—20 cm	
	L ₂	Lh	L ₂	Lh	L ₂	Lh	L ₂	Lh
Nem művelt (NM)	36	1,00	29	1,00	19	1,00	17	1,00
Előhántós eke (E)	37	1,03	36	1,24	41	2,16	43	2,53
Tárcsa (T)	54	1,50	52	1,79	—	—	—	—
Kultivátor (K)	53	1,47	55	1,89	51	2,68	—	—

Ebből a megfigyelésből viszont egy nagyon fontos következtetést vonhatunk le: a gépeinkkel elért lazítás többé-kevésbé független a talaj eredeti lazultságától és a lazítás mértéke főként az egyes gépek specifikus tulajdonsága. Tömörebb eredeti állapotú talajt nagyobb mértékben lazítanak, lazább eredeti állapotút pedig kevésbé, amiből következik, hogy minden gép számára van egy olyan — másodlagos levegő%-ban kifejezhető — lazasági állapot, amelyet az illető gép már nem tud lényeges mértékben tovább lazítani, azaz, ha meg is változtatja a talaj szilárd részeinek a helyzetét, újból csak úgy rendezheti el, vagy ejtheti vissza azokat, hogy az eredeti másodlagos levegő% nem változik lényegesen.

Az idei, több rétegben felvett minták adatai nemcsak arra nyújtanak módot, hogy ezt a feltételezést tovább bizonyíthassuk, hanem arra is, hogy megállapíthassuk, melyik az a másodlagos levegő%, amelyet az egyes gépek már nem, vagy csak elenyészően változtathatnak meg. Ennek részletes kifejezéséhez a 3. táblázatot állítottuk össze.

Ha az egyes gépek után nyert különböző rétegek így kapott lazultsági hányadosait a nem művelt terület nekik megfelelő rétegeinek másodlagos levegő%-ai függvényében rajzoljuk meg, az 1. ábrát kapjuk.

Ezek az összefüggések pedig — a legkisebb négyzetek módszerével számolva [3] — így fejezhetők ki:

a) előhántós eke után

$$L_h = 5,72 - 0,8 \sqrt{L_2}; \quad L_2 = \left(\frac{5,72 - L_h}{0,8} \right)^2$$

b) kultivátor után

$$L_h = 4,41 - 0,466 \sqrt{L_2}; \quad L_2 = \left(\frac{4,41 - L_h}{0,466} \right)^2$$

c) tárcsa után

$$L_h = 3,03 - 0,042 L_2; \quad L_2 = \frac{3,03 - L_h}{0,042}$$

Az előbbi egyenletekkel az az eredeti másodlagos levegő%, amelyet a gépek a munkájukkal már nem képesek növelni, így alakul:

előhántós eke = 36%, tárcsa = 48%, kultivátor = 53%.

A mért és az így számított adatok középértékeként tájékozódásul tehát azt mondhatjuk, hogy az előhántós eke 40, a tárcsa 50, a kultivátor 54%-os másodlagos levegő%-ú talajt nem lazíthat lényegesen.

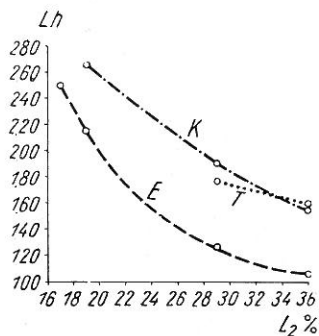
Kétségtelen, hogy ezek az adatok — a még mindig nagyon kevés számú megfigyelés miatt — még csak nagyon megközelítő értékek, de azt mindenesetre kifejezik, hogy gépeink túlságosan kicsi és túlságosan nagy fokú lazítást nem eredményezhetnek.

Ha a nem művelt és az előhántós ekével való művelés után nyert terület egyes rétegeinek a másodlagos levegő%-ait a rétegmélység függvényében ábrázoljuk, a 2. ábrát kapjuk.

Ez azt bizonyítja, hogy az előhántós eke után — ha a talajrétegek sorrendje éppen az ellenkezője is lesz, mint az eredeti állapotban volt — a másodlagos levegő% felülről lefelé éppen úgy csökken, mint nem művelt állapotban.

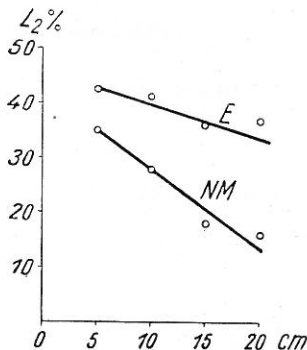
Ennek bizonyára az az oka, hogy az eredeti felsőbb rétegek magasabbról zuhannak alá, több következő réteg hullik rájuk, ami nagyobbfokú tömörödést idéz elő bennük, mint az ezekre forduló eredetileg alsóbbakban. Egyben ez magya-

rázhatja azt is, hogy a kultivátor — amely lényegileg kormánylemezzel nem bíró ekének tekinthető [18] — mivel nem emeli olyan magasra, tehát nem is ejti vissza olyan magasról a talajszeletet — jobban lazít, mint az előhántós eke. Az előhántós eke után visszamaradó, felülről lefelé csökkenő lazultságnak — amely sem a tárcsa, sem a kultivátor után nem tapasztalható — a szerkezet-tartósság regenerálódásában van fontos szerepe.



1. ábra

Az előhántós eke (E), a kultivátor (K) és a tárcsa (T) munkája után nyert különböző rétegek lazultsági hányadosai (Lh), a művelés előtti megfelelő rétegek másodlagos levegő százalékainak ($L_2\%$) függvényében



2. ábra

A nem művelt (NM) és előhántós ekével (E) művelt terület művelési mélységig terjedő részletrétegeinek másodlagos levegő százaléka ($L_2\%$), a részletrétegek maximumáinak függvényében

Aprózódottság.

Méréseink eredményeit a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat
Aprózódottsági vizsgálatok eredményei

Művelés módja	Réteg cm	Rög	Morzsa	Por	Összes	Rög	Morzsa	Por	Összes
		g				%			
Nem művelt (NM)	0-5	410	145	110	665	61,6	21,8	16,6	100,0
	5-10	258	345	81	684	37,7	50,5	11,8	100,0
	10-15	441	326	41	808	54,6	40,4	5,0	100,0
	15-20	749	118	38	905	82,7	13,1	4,2	100,0
Előhántós eke (E)	0-5	294	260	50	604	48,7	43,5	8,3	100,0
	5-10	214	319	62	595	35,9	53,5	10,6	100,0
	10-15	127	226	264	617	20,6	36,7	42,7	100,0
	15-20	80	342	254	676	11,8	50,9	37,3	100,0
Tárcsa (T)	0-5	80	193	191	464	17,2	41,5	41,3	100,0
	5-10	143	222	116	481	29,6	46,1	24,3	100,0
Kultivátor (K)	0-5	156	224	95	475	32,7	46,9	20,4	100,0
	5-10	134	228	68	430	31,2	53,0	15,8	100,0
	10-15	213	202	73	488	43,5	41,3	15,2	100,0

A nem művelt terület egyes rétegeinek az aprózottsága — a por %-ok megvilágításában — igazolódik más szerzők [7] hasonló adatai alapján is, de bizonyít-

ják azt a feltevést is [11], hogy a tárcsa különleges elrendeződést okoz a talajdarabocskák között. A felső részletrétegben a por, az alsóban a rög helyezkedik el nagyobb mennyiségben, a morzsa pedig mindkettőben megközelítően egyenlő mennyiséggel oszlik meg.

A 4. táblázat %-os adataiból az 5. táblázatban található rög-, morzsa- és porhányadosok számíthatók.

5. táblázat
Rög, morzsa és porhányadosok különböző művelésnél

Művelés módja	Réteg cm	Rög hányados	Morzsa hányados	Por hányados
Nem művelt (NM)	0- 5	1,00	1,00	1,00
	5-10	1,00	1,00	1,00
	10-15	1,00	1,00	1,00
	15-20	1,00	1,00	1,00
Előhántós eke (E)	0- 5	0,59	3,28	1,97
	5-10	0,66	1,32	2,21
	10-15	0,55	0,73	3,61
	15-20	0,19	2,33	2,24
Tárcsa (T)	0- 5	0,28	1,90	2,48
	5-10	0,78	0,91	2,06
Kultivátor (K)	0- 5	0,53	2,15	1,22
	5-10	0,83	1,05	1,34
	10-15	0,80	1,02	3,04

A számítási módból önként következik, hogy az egyes frakciók változása valamely rétegben annál nagyobb, minél nagyobb a jelzőhányados eltérése az egységtől. Az előhántós eke munkáját illetően — a négy részletréteg sorrendje teljesen megfordul (!) — az a legszembeűnőbb, hogy a rög aprózódása a 0—5, a morzsaképződés a 15—20 és a porosodás az 5—10 cm-es eredeti elhelyezkedésű rétegekben a legnagyobb.

Az eredetileg legfelsőbb réteg nagyfokú rög aprózódásából a morzsa és a por csaknem egyenlő mértékben keletkezik, az eredetileg legalsóbb réteg viszonylag kismértékű rög aprózódásából pedig túlnyomólag morzsa létesül, amiért mondhatjuk, hogy az aprózódás felülről lefelé (fordított sorrend!) csökken. Ez viszont arra vallana, hogy az aprózódás mértéke a darabocskák tartósságával függ össze, mivel ez is együtt változik a réteg mélységével [28]. A fordítást nem, vagy csak alig végző kultivátor adatai, amelyek között a porosodás a legalsó rétegben a legnagyobb, nem igazolják ezt. Amíg azonban Viljamsz megfigyelései szerint — lévén az előhántó-test az eketest kiscsbített mása [8] — az előhántós eke nagyjából egyformán bánik el az egyes részlet-rétegekkel, a kultivátor megmunkáló testeit csak a legalsó réteget súrolják, amiért a nagyfokú porosodás itt indokolt is és tartható az a feltételezés, hogy az aprózódás függvénye lehet a tartósságnak. Ennek az esetleges összefüggésnek megállapíthatósága érdekében a darabocskák vízállóságának vizsgálatára egy gyors mikro-módszert dolgoztunk ki, amelynek az eredményeit viszonylagos vagy relatív vízállóságnak neveztük el, megkülönböztetésül az egyéb módszerekkel [16] kapható értékektől.

Az eljárás lényege az, hogy 5–6 g, 10–15 db-ból álló talaj mennyiséget (bemért talaj = Bt) 1 mm² nyílásokkal bíró, sárgaréz szövetből készült 2×2×4 cm méretű kosárákba helyezünk. Egy 50 ml-es hengerpohárba bürettából 40 ml 20 C°-ú vizet mérünk be. A talajmintát a kosárával együtt a hengerpohárban levő vízbe helyezük, előbb 2 percig állni hagyjuk benne, majd újabb 2 percig, percenként mintegy 30–40 mozdulattal fel és le mozgatjuk. Ezután a kosárákból visszarázzuk a pohárba a könnyen eltávolítható vizet, majd a kosárkát a tartalmával együtt megmérjük. Ha ismerjük az üres kosár súlyát nedvesen, az ilyen körülmények között kapható vízálló rész nedves súlya (relatív vízálló rész nedvesen = rv_n) megállapítható. Ez az érték azonban önmagában még nem vezet célra, mivel a talajt légszáraz állapotban vittük be, egy ismeretlen rész lemosódott a pohárba, viszont helyette egy másik, szintén ismeretlen vízmennyiség felszívódott a kosárban maradt talajba.

Ennek kiküszöbölésére szolgál a lemosáshoz használt ismert vízmennyiség.

Egy másik bürettát a 40 ml-es osztásjelleg megtöltünk vízzel, azaz annyi üres teret hagyunk benne, mint amennyi a hengerpohárba bemért víz volt. Egy tölesért *lazán* eltömünk gyapottal és ezen át a pohárban levő talajos szuszpenziót beleszűrjük ebbe a bürettába. A gyapotos tölesért természetesen előbb nedvesítjük, majd gyenge rázással a felesleges vizet eltávolítjuk belőle.

A rázogatással elősegített teljes lecepegés után a bürettáról közvetlenül leolvashatjuk, hogy az összes bemért talaj — függetlenül attól, hogy a kosárban maradt-e, vagy lemosódott — mennyi vizet vett fel összesen, (összes felvett víz = Fv), amiből kiszámítható, hogy mennyi víz van a kosárban maradt talajban, tehát mennyi lenne az ittmaradt talaj eredeti légszáraz állapotban (relatív vízálló rész szárazon = rv).

$$(Bt + Fv) : Bt = rv_n : rv$$

Ha ezt az eredetileg bemért talaj mennyiségére vonatkoztatjuk, megkapjuk a kérdéses talaj — adott konvenciók között mérhető — %-os relatív vízállóságát (RV%).

$$RV\% = \frac{100 \cdot rv_n}{Bt + Fv}$$

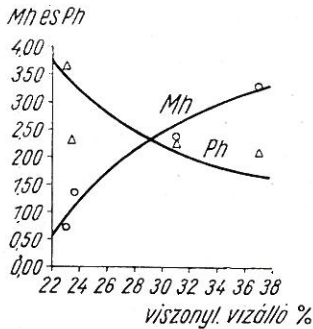
Előnye az eljárásnak az egyszerűségén kívül az is, hogy különlegesebb berendezés egyáltalában nem kell hozzá és ha nem is ad olyan részletes képet, mint a többi elfogadott módszer [5, 16], tömegvizsgálatra nagyon alkalmas, mivel a hosszadalmas szárítási folyamat kiküszöbölése következtében gyors módszernek tekinthető. Többé-kevésbé mentes a szubjektív megítéléstől is, mert azt a hibát, amely a kosárka jobban vagy kevésbé való kirázásából származhatnék, a számítási mód legnagyobbbrészt kiküszöböli. Az innen származható különbség ugyanis az aránylatnak mindkét oldalán kifejezésre jut, és pedig ellentétes értelemben. Ha ugyanis kevésbé rázzuk ki a kosárkát, a felvett víz nagyobb értékkel jelentkezik, de ugyanakkor szükségszerűen növekedik a nedves vízálló rész súlya is, ami azt jelenti, hogy növekedett — mint szorzó — az egyik beltag (rv_n), de növekedett — mint osztó — az ismert kültag is ($Bt + Fv$), ami természetesen az RV%-ot kifejező egyenletben hasonló kiegyenlítést eredményez.

A módszer az eddigi megfigyelések szerint átlagosan $\pm 2-3$ RV%-os hibával használható.

Az ilyen módon mért és 5–5 párhuzam átlagából kapott viszonylagos vízállósági értékek az 1. táblázat harmadik oszlopában találhatók, közülük azonban egyelőre még csak a nem művelt terület rétegeinek az adatait használjuk fel.

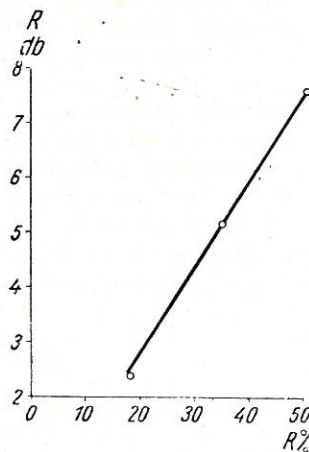
Ha ezeknek a függvényében az előhántós eke munkája után kapott — megfordult — rétegek morzsa- és porhányadosát visszük fel, a 3. ábrát kapjuk, amelyek közül a morzshányados nagyon tiszta, a porhányados kevésbé jó összefüggést mutat, de a kialakuló karakter mindenesetre ebben is megtalálható. A röghányados összefüggést nem ábrázoltuk, mivel ennek korrelatívnak kell lennie az előbbi kettővel és mivel az ábrázolt két görbe csaknem ellentéte egymásnak, ennek az összefüggésnek megközelítőleg állandónak kell maradnia, ami — mérési hibáktól eltekintve — kisebb szóródásokkal igazolódik is.

A két ábrázolt görbéből pedig a következő olvasható le: minél nagyobb valamely talajréteg viszonylagos vízállóképessége, annál nagyobb az előhántós eke munkája nyomán beálló morzszaképződés és minél kisebb a réteg vízállóképessége, annál nagyobb mértékű az elporosodás. Ebből pedig az a nagyon is lényeges tétel állítható fel, hogy amíg a lazulás legnagyobb mértékben a különböző gépek



3. ábra

Az előhántós eke munkája után nyert részlet rétegek morzsa (Mh), illetőleg porhányadosai (Ph), a nem művelt terület megfelelő részletrétegeinek viszonylagos vízálló százaléka függvényében



4. ábra

A mintavevő edénybe be nem férő, nagy rögek (R) száma, a különböző módon művelt területek legfelső rétege rögz százalékának (R%) függvényében

munkájának specifikus eredménye, addig az aprózódásra elsősorban a talaj szerkezetének eredeti sajátosága nyomja rá bélyegét, és pedig a szerkezetnek a viszonylagos vízállóságban is kifejezésre juttatható állandósága, ami lényegileg meg egyezik Z a k h a r o v [30], N i k i f o r o f f [25] és K u b i e n a [17] felfogásával is. Az aprózódás tehát egy alaptulajdonsága a talajnak, amelyet különböző gépek — kisebb határok között — különbözően módosíthatnak, ahogyan arra R á z s ó [26] is már ismételtelen rámutatott.

Arranézve pedig, hogy a talajnak az — elsősorban az eredeti sajátosságaitól függő — aprózódását az egyes géptípusok — ha csak másodsorban és kisebb mértékben tőlük függően is — miként szabályozzák, az alábbi felsorolás nyújthat felvilágosítást, amelyben az egyes gépek összes megművelt 5—5 cm-es rétegeinek átlagos rögz-, morzsa- és porhányadosait foglaltuk össze.

	Előhántós eke	Tárcsa	Kultivátor
Rög átlagos hányadosa	0,75	0,53	0,72
Morzsa átlagos hányadosa	1,91	1,40	1,41
Por átlagos hányadosa	3,51	2,27	1,53

A legkisebb mértékű porosítás nézőpontjából a kultivátor, a legnagyobb-fokú rögapritás nézőpontjából pedig a tárcsa mutat legjobb eredményt, viszont a morzsásodást tekintve az előhántós eke áll magasabban, ami egyben döntő is a háromféle gép aprózódást moduláló hatásának megítélésében. Viljamsz a leg-határozottabban mutat rá ennek a frakciónak a legfontosabb mivoltára.

A felületen található olyan nagyméretű rögöknek — Kund ajánlatára — számláló kerettel való megállapítását, amelyek nem férnek bele a mintavevő hengerekbe, minden gép után 10—10 párhuzamban végeztük 0,5 m²-es kerettel. A nem művelt területen nem végeztünk ilyen számolást, mivel a felső kérgesedés folytán a felülete csaknem összefüggőnek volt minősíthető. A meghatározás módjából következik, hogy ezzel a módszerrel csak a legfelső réteg vizsgálható, amiért, ha össze akarjuk hasonlítani a hengeres mérőmódszer eredményeivel, nem szabad az egész művelt réteg adatát alapul venni, hanem csupán a 0—5 cm-es részlet-réteget. Éppen ezért ennek a rög %-át a keretes számolás adatai mellett, \pm hibáival együtt közöljük, mivel hasonló adatok az irodalomban nem találhatók.

	Előhántós eke	Tárcsa	Kultivátor
0,5 m ² -es területen található nagy rögök száma 10 párhuzam átlagában	7,6 \pm 0,9	2,3 \pm 0,5	5,1 \pm 0,5
A 0—5 cm-es réteg R % -a	48,7	17,2	32,7

A két fenti mérésorozatok adatainak összefüggését a 4. ábra szemlélteti.

Légjárhatóság

Ezeket a vizsgálatokat a módszer szerzői által meghatározott körülmények között végeztük [10]. Az új és a régebbi vizsgálatok adatai:

	Nem művelt	Előrehántós eke	Tárcsa	Kultivátor
Légjárhatóság:				
új adatok	8,3	27,9	18,7	26,7
régi adatok	24,0	31,4	11,1	20,0

Ezekből az adatokból elsősorban az a legszembetűnőbb, hogy a míg a régi vizsgálatok szerint a nem művelt terület légjárhatósága volt a legjobb, az újak között éppen ez maradt el — mégpedig igen nagy mértékben — a többiek mögött, ami az új terület legfelső 1—2 cm-es rétegének nagymértékű kérgesedésével magyarázható. A többi adat — ha az újak általában lényegesen nagyobbak is a régiéknél — egymáshoz viszonyítva csaknem ugyanazt az eltérést mutatja.

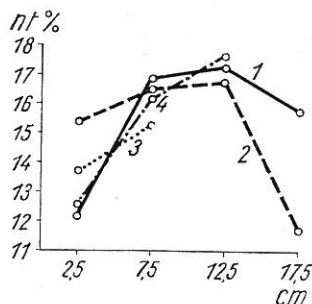
A tárcsa után mutatkozó légjárhatóság az új vizsgálatok szerint is nagy mértékben elmarad az előhántós eke és a kultivátor után mérhető mögött. Ezt a jelenséget az előző közleményünkben azzal magyaráztuk — akkor még csak elméletileg, mivel részletretegenkénti felvételünk nem volt —, hogy a tárcsa a különböző nagyságú darabocskákat különböző rétegekben helyezi el. Legfelül a könnyebb porfrakciót amiért ez a réteg eleve rányomja a bélyegét az egész metszet értékére, hiába van alatta lényegesen jobban légjárható közeg. Ez a jelenség az újabb vizsgálatokban is pontosan ismétlődik és a részletretegenkénti felvétel igazolta is, hogy a tárcsa után valóban a fentebb vázolt elrendeződés áll elő, amiből következik, hogy a tárcsa után jelentkező — immár következetes — jelenség okát helyesen fogtuk meg. Következik az is, hogy a légjárhatósági vizsgálatok — sok egyéb részletvizsgálattal kapcsolatban — valóban jól jellemző értéket adhatnak a talaj szerkezetének az elrendeződöttségére.

A rétegek helyzetváltoztatása

Ezeket a vizsgálatokat általában jelzőtárgyak segítségével szokás végezni [9, 22, 24], amelyek azonban a talaj eredeti állapotának megváltoztatása nélkül nem helyezhetők el.

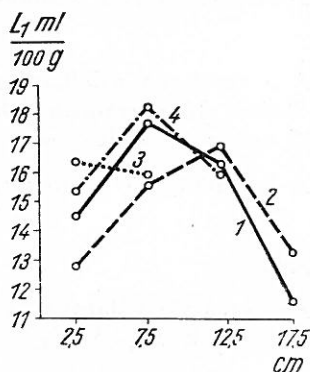
Éppen ezért ennek a kérdésnek a tanulmányozására olyan tulajdonságra igyekeztünk támaszkodni, amely jól mérhető különbséggel található meg az egyes rétegek között, és amely a művelés során vagy nem, vagy csak kis mértékben változik. Erre a célra a talaj egyes 5 cm vastag rétegeinek nedvességtartalma, az itt található darabocskák 100 g-jára eső elsődleges levegő mennyisége és viszonylagos vízállósága látszott legalkalmasabbnak.

Ezeket az adatokat mind a nem művelt területre nézve, mind az egyes művelések után — a meghatározási módszerek pontosságának megfelelő számú párhuzamos mérés átlagában — az 1. táblázat 2., 3. és 10. oszlopában tüntettük fel.



5. ábra

A nem művelt (1), az előhántós ekével (2), a tárcsával (3) és a kultivátorral (4) művelt területek részletrétegeinek nedvességtartalma (nt%), a részletrétegek átlagos mélységeinek (cm) függvényében



6. ábra

A nem művelt (1), az előhántós ekével (2), a tárcsával (3) és a kultivátorral (4) művelt területek részletrétegeinek ml/100 g-ban kifejezett elsődleges levegő (L_1) mennyiségei, a részletrétegek átlagos mélységeinek (cm) függvényében

Ha ezeket az adatokat az egyes rétegek átlagos mélységeinek a függvényében visszük fel, az 5., 6. és 7. ábrát kapjuk.

A három ábra görbéi — mivel az egyes művelések után kapottak viszonya a nem művelt terület adatait vázolókéhoz meglehetősen azonos mind a három ábrán — kellő határozottsággal világítják meg a következőket:

1. Az előhántós eke pontosan megfordított sorrendben helyezi vissza a barázdába az általa kiemelt rétegeket és az előbb említett módszerekkel mérhető keveredést alig okoz közöttük.

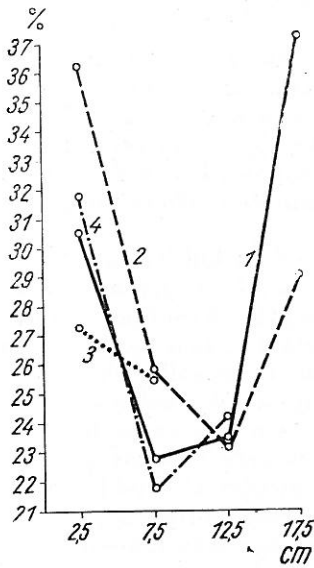
2. A tárcsa az általa megművelt két 5 cm-es réteget a nedvességtartalom alapján nem fordítja, de a két réteg nedvességtartalmában eredetileg mérhető különbségeket közelebb hozza egymáshoz, ami keveredésre vall. Ugyanez vonatkozik a viszonylagos vízállóság alapján történt meghatározásra is. Az elsődleges levegő alapján a két réteg megfordulni látszik, de egyben a két eredeti adat különbségének a közeledése is megállapítható, amiért kimondhatjuk: a tárcsa egészen másként fordítja a talajt, mint az előhántós eke, ha munkája után tapasztalható is bizonyos fokú forgatás. Ez ugyanis az egyes részletrétegeket megfordított sorrendben helyezi vissza a barázdába, míg a tárcsa elsősorban alaposan megkeveri a részletrétegek alkotó részeit, ami éppen ezért bizonyos mértékig fordításnak is

tekinthető, mivel az eredetileg mélyebben fekvő alkotó-részek egy része a felsőbb rétegbe kerül és viszont.

3. A kultivátor görbéi mindhárom ábrán csaknem azonosak a nem művelt görbe megfelelő szakaszaival, amiből az következik, hogy a kultivátor a megművelt rétegeket nem forgatja, de — az alkalmazott módszerekkel megmérhetően — nem is keveri.

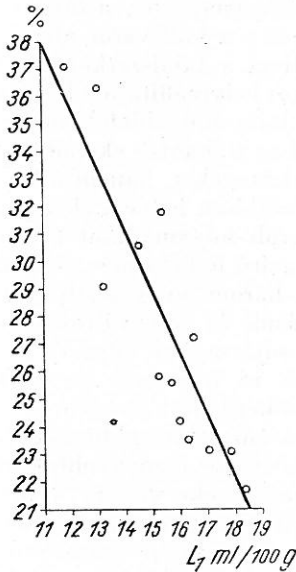
Ez a megállapításunk nem vág össze Z s u k és R u b i n [31] megállapításai- val, ellenben megegyezik B i t t e r a-éval [4], amiért a vizsgálatok részletesebben folytatandók tovább ebben az irányban, mivel ebben a kérdésben vannak még nem tisztázott ellentmondások.

Ezekben az értékelésekben természetesen kisebb mérési eltéréseket nem vettünk figyelembe, mivel nem tudjuk, hogy miből származhattak. Okai lehetnek



7. ábra

A nem művelt (1), az előhántós ekével (2), a tárcsával (3) és a kultivátorral (4) művelt területek részletrétegeinek viszonylagos vízálló százaléká, a részletrétegek átlagos mélységének (cm) függvényében



8. ábra

A talajdarabocskák viszonylagos vízálló százaléka a ml/100 g-ban kifejezett, elsődleges levegőtartalmuk (L₁) függvényében

a mintavétel és mérések körül állandóan jelentkező hibaforrások éppen úgy, mint a viszonylagos vízállóság megváltozása. Az egyes gépek ugyanis az elmondott hatásokon kívül nyomást is gyakorolnak a talajdarabocskákra, ez tömörödést okozhat bennük, ami viszont az elsődleges levegő és viszonylagos vízállóság (!) változását vonja maga után. Mindezekkel azonban — mivel teljesen különálló kísérletsorozatot tesznek szükségessé — egyelőre még nem foglalkozhatunk, arra azonban, hogy a darabocskák elsődleges levegőtartalmában kifejezésre jutó tömörsége és viszonylagos vízállósága között lehet valamilyen összefüggés, már itt fel kell hívnunk a figyelmet. Ha ugyanis az 1. táblázat 3. és 10. oszlopa alapján ezeket az adatokat mint egymás függvényeit vesszük fel, a 8. ábrát kapjuk, amelynek az egyenese az

$$y = 63,6 - 2,34 x$$

egyenlettel fejezhető ki és hibája :

$$h = \pm 0,6$$

Ez az összefüggés természetesen egyáltalában nem jelenti azt, hogy a darabcskák vízállóságának egyetlen szabályozója az elsődleges levegő mennyiségében kifejezésre jutó tömörség, hanem csupán azt, hogy azok között a tényezők között, amelyek a vízállóságot szabályozzák a tömörség is szerepelhet.

A gépek munkájának összehasonlítása és értékelése

A megvizsgált három féle talajművelőgépünk — annak ellenére, hogy valamennyi lazít és aprít — bizonyos mértékben ellentétes munkát végez. Az előhántós eke teljesen megfordítja, de egymás között alig keveri a megművelt réteg egyes részletrétegeit ; a tárcsa kisebb mértékben forogat, de nagy mértékű keveredést okoz ; a kultivátor alig forogat és alig kever.

Mivel a talajszerkezet tartóssága, illetve ennek szükségyszerű leromlása és kívánatos helyreállítása a felsőbb rétegekben aerob és az alsóbb rétegekben anaerob módon lejátszódó biofolyamatok következménye, ennek célszerű szabályozására egyedül az előhántós eke alkalmas. Az előhántós eke ugyanis nemcsak megfordítja a részletrétegeket, hanem a lefordított alsóbbakat tömörebben, a felhozott felsőbbeket lazábban helyezi el egymás felett, amivel szintén a célnak megfelelő aerob és anaerob folyamatokat tereli helyes irányba.

Lazító hatása nem sokkal marad el a tárcsáé és a kultivátoré mögött.

A három megvizsgált gép aprító hatása nem annyira differenciálódott, mint a lazításuk és rétegváltoztatásuk, mivel az aprózódás elsősorban a talaj ilyen irányú sajátságától függ és a gépek specifikus tulajdonságai csak másodsorban lehetnek rá hatással. Az azonban ennek ellenére is megállapítható volt, hogy a morzszaképződést illetően az előhántós eke munkája mind a kultivátorénál, mind a tárcsáénál jobbnak bizonyult, aminek természetesen oka az is, hogy a tárcsa és a kultivátor legnagyobbbrészt a pusztultabb szerkezetű felső rétegeket műveli, az előhántós eke viszont a tartósságát legjobban megőrzött alsóbb rétegeket is. Ez tehát ismételtén azt bizonyítja, hogy az aprózódást illetően a talaj erre való hajlamossága döntő elsősorban és a gépek specifikussága csak másodlagos jelentőségű. Ahhoz azonban, hogy ez szabatosan legyen összehasonlítható, egyenlő mélységben kellene járattunk gépeinket, ami viszont következetlen lenne, mivel közülük vagy az egyiket, vagy a másikat úgy alkalmazzánk, ahogyan a valóságban nem használatos.

Összefoglalás

A legfontosabb talajművelő gépeink — mint előhántós eke, tárcsa és kultivátor — lazító és aprító munkája még egyáltalában nem tisztázott kérdés. Ennek megvilágítása érdekében vált szükségessé a fenti vizsgálat-sorozat, amelynek eredményeit az alábbiakban foglalhatjuk össze :

1. A megvizsgált gépek lazító munkájának eredménye két tényezőtől tevődik össze : a talaj eredeti tulajdonságából és a gépek specifikus sajátságából. A két tényező közül az előbbi kisebb, az utóbbi nagyobb mértékben érvényesíti hatását. Ebből következik, hogy minden gép számára van egy olyan eredeti lazasági állapot, amelyet az illető gép már nem változtat lényegesen.

2. Az előhántós ekével művelt terület egyes részletrétegeinek a lazultsága felülről lefelé éppen olyan csökkenést mutat, mint a nem művelt területé. Ugyanez a jelenség tárcsa és kultivátor után nem mutatható ki.

3. Az aprózódás, éppen úgy, mint a lazulás, szintén két tényezőtől tevődik össze. Ebben a kérdésben azonban elsősorban az a döntő, hogy a kérdéses talajban milyen mértékben vannak jelen a jó szerkezet kialakításához szükséges alapfeltételek és a gépek specifikus munkája másodlagos jelentőségű.

4. A kerettel való nagy rög számlálás adatai megbízhatóan alkalmazhatók az egyes művelési módokkal kapott legfelső rétegek aprózottságának jellemzésére.

5. A légjárhatóság jó jellemzője a talaj állapotának és adataiból lehet következtetni a különböző művelések következtében beállott együttes változásokra is.

6. A rétegek elmozdulásának megfigyelésére mind a nedvességtartalom, mind az elsődleges levegőmennyiség, mind a darabocskák viszonylagos vízállósága — ha az egyes rétegek között e tekintetben elég nagy különbség mutatkozik — megbízhatóan felhasználható.

7. Minél kevesebb a levegővel telt pórus valamely talajdarabocskában, azaz minél tömörebb, a relatív vízállósága annál nagyobbfokú. A relatív vízállóság a tömörséggel tehát egyenesen, a levegőtartalommal pedig fordítottan arányos.

8. Mind az előhántós eke, mind a tárcsa és kultivátor lazít és aprít. Ezek az alapvető jelenségeken túl azonban mind a háromnak a munkája más és más. Az előhántós eke csaknem tökéletesen forgat és alig kever; a tárcsa azáltal, hogy specifikus elrendeződést hoz létre, bizonyos mértékig forgat és jól kever; a kultivátor alig forgat és alig kever. Éppen ezért meghatározott célú talajművelési kívánalmak elvégzésében a háromféle gép munkája nem helyettesítheti egymást.

Érkezett: 1956. június 14.

Irodalom

- [1] Arany, S.: Mezőgazd. Kutatások. 2. 557. 1929.
- [2] Babarczy, J & Sárosi, D.: Agrokémia és Talajtan. 1. 511. 1952.
- [3] Balogh, A.: Nomográfia, hálósábra. Népszava. Budapest. 1949.
- [4] Bittera, M.: Növénytermesztéstan. Pátria. Budapest. 1928.
- [5] Dvoracek, M.: Agrártudomány. 2. 703. 1950.
- [6] Dvoracek, M. & Klimes-Szmik, A.: Agrokémia és Talajtan. 1. 321. 1952.
- [7] Dvoracek, M., Klimes-Szmik, A. & Fejér, S.: Agrokémia és Talajtan. 1. 479. 1952.
- [8] Fekete, Z.: Természettudományi Kiskönyvtár. 33. 48. 1951.
- [9] Forchheimer, Ph.: Z. Österreich. Ing. und Arch. Verein. 34. 111. 1882.
- [10] Hajas, J. & Kertész, I.: Agrártudomány. 3. 98. 1951.
- [11] Kégl, L.: Mezőgazdasági Gépkísérleti Intézet Évkönyv. 2. 175. 1951.
- [12] Kégl, L.: MTA Agrártudományok Osztálya Közleményei 1. 281. 1952.
- [13] Kégl, L.: Mezőgazd. Tud. Közl. 1. 43. 1949.
- [14] Kreybig, L.: MTA Műszaki Osztálya Közleményei. 5. 109. 1952.
- [15] Kreybig, L.: Földtani Intézet Évkönyve. 31. 1937.
- [16] Kramer, M.: Agrokémia és Talajtan. 1. 495. 1952.
- [17] Kubiena, W. L.: Micropedology. 1938.
- [18] Kund, E.: Szóbeli közlés.
- [19] Kühne, G. & König, A.: Schriften der Königsbergerischen Gelehrten Gesellschaft. 9. 55. 1952.
- [20] Lemmermann, O.: Untersuchungsmethoden. Bodenchemie G. m. b. h. 2. 100. 1934.
- [21] Lemmermann, O.: Untersuchungsmethoden. Bodenchemie. G. m. b. h. 2. 29. 1934.
- [22] Letosnyev, M. N.: Mezőgazdasági gépek elmélete. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1951.
- [23] Mados, L.: Mezőgazd. Kut. II. 217. 1938.
- [24] Mc. Kibben, F. G. & Oreen, R. L.: Agricultural Engineering. 21. 183. 1940.
- [25] Nikiforoff, C. C.: Soil Sci. 52. 1941.
- [26] Rázsó, I.: Agrártudomány. 3. 67. 1951.
- [27] Robinson, C. N.: Transaction of I. Commission the International Society of Soil science. Versailles. 1934.
- [28] Viljamsz, V. R.: A földművelés alapjai. Atheneum. Budapest. 1950.
- [29] Viljamsz, V. R.: Talajtan. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1950.
- [30] Zakharov, S. A.: Russzkiej Pedologija Insztitut Akademija Sziencija. USSR. 1927.
- [31] Zsuk, J. M. & Rubin, V. F.: Szelyhozmasina. 3. 25. 1935.

НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ О ВЗАИМОСВЯЗИ НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ И РАБОТЫ ПОЧВООБРАБОТАЮЩИХ МАШИН

Л. Кегл

Опытный Институт сельскохозяйственной механизации, Будапешт (Венгрия)

Резюме

Разрыхляющая и измельчающая работа важнейших почвообрабатывающих машин — плуга с предплужником, диска и культиватора — является пока совершенно неясным вопросом. Для выяснения этого стало необходимым проводить серию опытов, результат которых можно суммировать в следующих выводах:

1. Результат разрыхляющей работы изученных машин составляется из двух фактора, из свойства почвы и из специфической особенности машин. Из этих двух факторов второй имеет больше влияние чем первый. Из этого следует, что для каждой машины существует такое состояние исходной рыхлости, которое данная машина значительно не изменяет.

2. Рыхлость отдельных горизонтов территорий, обработанных плугом с предплужником сверху вниз показывает такое же снижение, как у необработанных территорий.

3. Измельчение, также как и рыхление, составляется из двух факторов. По этому вопросу в первую очередь решающими являются предусловия в данной почве к образованию хорошей структуры, а специальная работа машин имеет второстепенное значение.

4. Данные, полученные при подсчете глыб в рамке можно достоверно использовать для характеристики измельченности верхних горизонтов под влиянием отдельных способов обработки.

5. Аэрация хорошо характеризует состояние почв, и из её данных можно судить о совместных изменениях, вызванных различными способами обработки.

6. Для наблюдения смещения горизонтов можно достоверно использовать и содержание влаги, и первичное количество воздуха, и относительную водопрочность частиц — если по этим признакам имеется у различных горизонтов значительная разница.

7. Чем меньше в любой почвенной частичке пор, занятых воздухом, т. е. чем она плотнее, тем выше её релятивная водопрочность. Значит, релятивная водопрочность прямо пропорциональна плотности, и обратно содержанию воздуха.

8. И плуг с предплужником, и диск и культиватор рыхлят и измельчают. Но кроме этих основных явлений работа всех трёх является различной. Плуг с предплужником почти совершенно переварачивает и мало смешивает, диск вызывая размельчение, до некоторой степени переварачивает и хорошо смешивает, культиватор мало переварачивает и мало смешивает. Поэтому при решении определённых требований при обработке почвы работа отдельных машин из этих трех не может замещаться другой.

Рис. 1. Коэффициент рыхлости (Lh) различных горизонтов, полученный после работы плуга с предплужником (E), культиватора (K), и диска (T), в зависимости от % вторичного воздуха (L%) соответствующих состоянию до обработки горизонтов.

Рис. 2. Процент вторичного воздуха отдельных горизонтов необработанных (NM) территорий и территорий, обработанных плугом с предплужником (E) до глубины обработки, в зависимости от максимума отдельных горизонтов.

Рис. 3. Коэффициенты структурности (Mh) и пылеватости (Ph) отдельных горизонтов после работы плуга с предплужником, в зависимости от процента относительной водопрочности соответствующих отдельных горизонтов необработанных территорий.

Рис. 4. Число больших глыб, не размещившихся в сосуде для взятия образцов, в зависимости от % глыбистости (R%) верхнего горизонта территорий, обработанных различными способами.

Рис. 5. Содержание влаги отдельных горизонтов необработанных территорий (1), и обработанных плугом с предплужником (2), диском (3) и культиватором, в зависимости от средней глубины (см) отдельных горизонтов.

Рис. 6. Количество первичного воздуха (L) в мл/100 гр. необработанных территорий (1), и обработанных плугом с предплужником (2), диском (3) и культиватором (4), в зависимости от средней глубины (см) отдельных горизонтов.

Рис. 7. Процент относительной водопрочности отдельных горизонтов необработанных территорий (1), обработанных плугом с предплужником (2), диском (3) и культиватором (4), в зависимости от средней глубины (см) отдельных горизонтов.

Рис. 8. Процент относительной водопрочности почвенных частичек, в зависимости от их содержания первичного воздуха (L), выраженного в мл/100 гр.

Neuere Untersuchungen über den Zusammenhang mancher Eigenschaften der Bodenstruktur mit der Arbeit der Bodenbearbeitungsmaschinen

L. KÉGL

Versuchsinstitut für Landwirtschaftliche Maschinen. Budapest (Ungarn)

Zusammenfassung

Die Frage der lockernden und zerkleinernden Arbeit der wichtigsten Maschinen für Bodenbearbeitung — wie Vorschärpflug, Kultivator und Scheibe — ist noch ganz ungeklärt.

Zur Klärung dieser Frage hielten wir diese Experimente nötig und fassen die Ergebnisse im Folgenden zusammen.

1. Die lockernde Arbeit der untersuchten Maschinen setzt sich aus zwei Faktoren zusammen: die ursprüngliche Eigenschaft des Bodens und die spezifische Eigenheit der Maschinen. Von den zwei Faktoren übt der Erstere eine kleinere, der Zweite eine grössere Wirkung aus. Daraus folgt, dass es für jede Maschine einen solchen ursprünglichen Lockerungszustand des Bodens gibt, an welchem die betreffende Maschine keine wesentliche Änderung bewirken kann.

2. Die Lockerung der einzelnen Teil-Schichten des mit dem Vorschärpflug bearbeiteten Feldes nimmt von Oben nach Unten genau so ab, wie bei dem unarbeiteten Boden. Nach Bearbeitung mit Scheibe und Kultivator ist diese Erscheinung nicht nachzuweisen.

3. Die Zerkleinerung setzt sich ebenso wie die Lockerung aus zwei Faktoren zusammen. Bezüglich dieser Frage sind aber in erster Reihe die zur Bildung einer guten Bodenstruktur notwendigen Grundbedingungen entscheidend, und die spezifische Arbeit der Maschinen ist von sekundärer Bedeutung.

4. Die bezüglich der grossen Erdklumpen mittels Zählrahmen festgestellten Daten können auch zur Charakteristik der durch die verschiedenen Kultivierungsmethoden erzielten Zerkleinerung der Obersten-Schichten gesichert verwendet werden.

5. Die Luftdurchlässigkeit ist für den Bodenzustand recht bezeichnend und kann man aus diesen Angaben, auch auf die durch die verschiedenen Kultivierungen eingetretenen Gesamtveränderungen folgern.

6. Zur Beobachtung der Schichtenbewegung kann sowohl der Feuchtigkeitsgehalt, als auch die primäre Luftmenge, und die relative wasserhaltende Kraft der Krümel mit guter Sicherheit verwendet werden, falls diese Unterschiede zwischen den einzelnen Schichten genügend gross sind.

7. Je weniger luftdurchdrungene Poren in einem Klumpen enthalten sind, d. h. je festfügter der Erdklumpen ist, umso grösser ist seine relative wasserhaltende Kraft, oder Wasserkapazität. Diese relative Kraft steht also mit der Konsistenz in geradem, mit der Luftdurchdrungenheit in umgekehrtem Verhältnis.

8. Alle drei Geräte: der Vorschärpflug, die Scheibe und der Kultivator, lockern und zerkleinern. Von diesen grundlegenden Eigenschaften abgesehen, ist aber die Arbeit jeder der drei Maschinen verschieden. Der Vorschärpflug wendet den Boden fast vollkommen, rührt aber kaum; die Scheibe wendet und rührt auch gut da sie gewissermassen eine spezifische Anordnung zustande bringt; der Kultivator dagegen wendet und mischt nur wenig. Eben deshalb kann bei Bodenarbeiten, welche zu einem bestimmten Zwecke vorgenommen werden, die Arbeit der drei Maschinen sich nicht miteinander ersetzen lassen.

Tabelle 1: Die Prüfungsergebnisse der Lockerung. (1) Bodenschichte cm und Bearbeitung: NM = unbearbeitet, E = Vorschärpflug, T = Scheibe, K = Kultivator. (2) Feuchtigkeitsgehalt %, (3) Relatives Wasserfangungs %, (4) Gewicht des geprüften feuchten Bodens, Durchschnitt von 3 Parallelproben, in g, (5) Auf trockene Bodensubstanz umgerechnetes Gewicht in g, (6) Volumgewicht kg/l, (7) Verhältnis Volumgewicht-spezifisches Gewicht, (8) Volumgewichts-% der festen Masse, (9) Volumgewichts-% des Gesamtluftgehaltes der Bodenkrümel, (10) Luftgehalt der inneren Hohlräume in ml/100 g, (11) Luftgehalts-% der inneren Hohlräume, (12) Luftgehalts-% der äusseren Hohlräume.

Tabelle 2: Sekundärer Luft-% (Luftgehalt der äusseren Hohlräume). Sekundäres Luft-% (L_2 %) und Lockerungs-Koeffizient (Lh) bei den unterschiedlichen vier Bodenbearbeitungen, laut früheren und neuen Prüfungsergebnissen.

Tabelle 3: Sekundäres Luft-% (L_2 %) und Lockerungs-Koeffizient (Lh) bei unterschiedlicher Bearbeitung und Tiefe.

Tabelle 4: Ergebnisse der Zerkleinerungs-Prüfungen. Erdklumpen, Krümel und Staub in g und %, bei unterschiedlicher Bearbeitung, in verschiedener Tiefe.

Tabelle 5: Klumpen-, Krümel- und Staub-Koeffizienten bei unterschiedlicher Bearbeitung, in verschiedener Tiefe.

Abb. 1 : Lockerungs-Koeffizienten (Lh) der einzelnen Bodenschichten nach der Bodenarbeit des Vorschälpluges (E), des Kultivators (K) und der Scheibe (T) im Verhältnis des sekundären Luftprozentages (%) der bezüglichen, unbearbeiteten Bodenschichten.

Abb. 2 : Die sekundären Luftprozentage (L%) der unbearbeiteten (NM), der mit Vorschälplug bearbeiteten (E) Bodenschichten bis zur Bearbeitungstiefe, im Verhältnis des Teilschichten-Maximums.

Abb. 3 : Die Krümel- (Mh) bzw. Staub-Koeffizienten der Teilschichten nach Bearbeitung mit Schälplug, im Verhältnis des relativen Wasserfangs-Prozentages der bezüglichen, unbearbeiteten Teilbodenschichte.

Abb. 4 : Anzahl der grossen, das Probestgefäss übertreffenden Klumpen (R) im Verhältnis des Klumpen-Prozentages (R%) in der obersten Bodenschichte der unterschiedlich bearbeiteten Fläche.

Abb. 5 : Feuchtigkeitsgehalt (nt %) der unbearbeiteten (1), mit Vorschälplug (2), mit Scheibe (3) und mit Kultivator (4) im Verhältnis der durchschnittlichen Tiefe (cm) der Teilschichten.

Abb. 6 : In ml/100 g ausgedrückte primäre Luftmenge (L) der unbearbeiteten (1), der mit Vorschälplug (2), mit Scheibe (3) und mit Kultivator (4) bearbeiteten Teilschichten, im Verhältnis der durchschnittlichen Tiefe (cm) der Teilschichten.

Abb. 7 : Relatives Wasserfangs-Prozent der unbearbeiteten (1), mit Vorschälplug (2), Scheibe (3) und mit Kultivator (4) bearbeiteten Teilschichten, im Verhältnis der durchschnittlichen Tiefe (cm) der Teilschichten.

Abb. 8 : Relatives Wasserfangsprozent der Bodenkrümel, im Verhältnis ihres in ml/100 g ausgedrückten primären Luftgehaltes (L₁).