

AZ AVAR ÉS A HUMUSZ SZERVESANYAGÁNAK MEGHATÁROZÁSA SZENTPÉTERFÖLDEI ÉS NAGYKAPORNAKI BÜKKÖSÖKBEN ÉS TÖLGYESEKBEN

Führer Ernő – Jagodics Anikó

1. Bevezetés

Ma, a világ közvéleményét leginkább foglalkoztató környezeti problémák közé tartozik a feltételezett klímaváltozás, annak várható következményeinek a feltárása, a negatív hatások mérséklése és a kiváltó okok megszüntetése. Ez utóbbi szempontból fontos ismernünk azokat a szénrezervoárokat, amelyek viszonylag nagy mennyiségben tárolnak szenet, ill. képesek az üvegházhatású gázok közül a légkör széndioxid-tartalmát megkötni és tárolni. E vonatkozásban az erdő fontos szerepet tölt be, hiszen a magyar erdők egyes kompartmentjeiben (földfeletti és földalatti dendromassza, talaj stb.) megkötött és tárolt szén mennyisége mintegy 20-szorosa az ország éves széndioxid-kibocsátásának.

A magyarországi erdők avar- és humuszsztintjében durva becslések szerint, mintegy 20-30 millió t szén tárolódik. Ennek további felhalmozódása vagy esetleg lebomlása, következésképp a légkörbe jutása a kiotoi klímaegyezmény magyarországi követelményeinek teljesítése szempontjából sem elhanyagolható. Becslések alapján 1 hektár erdő humusz- és avarsztintjében a fafajtól, a korösszetételtől és az erdőművelési eljárástól függően mintegy 10-20 tonna elemi szén található, ám Magyarországon pontos adatokkal ma még nem rendelkezünk.

Az erdei ökoszisztémákban a fák elhalt levelei és ágai, valamint egyéb részei évente a talajra hullva avartakarót képeznek. Az avartakaróból felszabaduló tápanyagok és a lebomlás során belőle képződő szervesanyag, a humusz az erdő életének fontos alkotóeleme, az erdei talaj termékenységének forrása. Az erdei talaj szénkészlete is részben a humuszban felhalmozódott szén mennyiségétől függ elsősorban.

Az erdei humusz kémiai összetétele és minősége még számos az erdei ökoszisztémára jellemző folyamatot befolyásol, illetve jellemez. A humusz- és avarsztint legfontosabb tulajdonságai tehát az alábbiak:

- Jelentős szénakkumulátor.
- Jellemzi az avarlebomlás és a tápanyag utánpótlás mértékét.
- Fontos víz- és tápanyagtároló.
- Befolyásolja a nedvesség talajba szivárgását.
- Kihat a talaj hőháztartására.
- Befolyásolja a növények, a fák magvainak csírázási körülményeit.
- Kihat a talajfauna összetételére és életkörülményeire.

A humusz kémiai összetételét és minőségét viszonylag rövid időn belül megváltoztathatják az alábbiak:

- Az időjárási körülmények/**klímaváltozás**.
- A fafaj-megválasztás.

- A véghasználati eljárás módja.
- Trágyázás.
- Levegőszennyeződés.

Az elmondottak miatt rendkívül fontos tehát az erdők humuszképződésének helyes és egyértelmű leírása, a folyamat jellemzése.

1. Fogalmak, folyamatok

A humusz olyan komplex képződmény, ami az elhalt szervesanyag kémiai lebomlása során a talajszervezetek spontán valamint enzimátikus átalakító folyamatai segítségével jön létre. A szénhidrátok és fehérjék gyorsabban, a komplexebb molekulák, mint pl. a cellulóz és a lignin lassabban bomlanak le. Ezért a humusz bizonyos összetevői csak néhány hétig, vagy hónapig, míg mások évszázadokig válnak a talaj alkotóivá.

A lebomlás folyamatai

- **elő fázis:** biokémiai reakciók (hidrolízis és oxidáció) a szöveteken belül, ami pl. a klorofil lebomlásához vezet a lomb őszi sárgulása alatt
- **kezdeti fázis:** a vízoldható komponensek, mint pl. a cukrok, aminosavak és szerves savak kimosódása, melyben az ezen anyagokból élő mikroorganizmusok elszaporodása figyelhető meg
- **felaprózódási fázis:** a növényi részeket a makro fauna képviselői mechanikailag (rágás, elfogyasztás és kiválasztás) is felaprózzák, majd a giliszták, ízeltlábúak a talajjal összekeverik és így a mezo fauna (ugróvillások, fonálférgek stb.) részére is hozzáférhetővé válnak
- **lebomló fázis:** a szerves fragmentátumok enzimátikusan részeire esnek és az egyszerű szerves komponensek (CO_2 , H_2O , NH_4 , NO_2 , NO_3 , PO_4) felszabadulnak. A nehezen lebomló anyagok (lignin, lipidek) feldúsulnak.

A leírt folyamatokkal először labilis szerves anyag (táphumusz), majd az un. stabil szervesanyag (tartóshumusz) keletkezik.

Táphumusz

Gyorsan lebomló szervesanyagokból áll, amihez az elpusztult talajélőlények is hozzátartoznak. Általában a talajban élő szervezetek táplálékául szolgál, ezért a talaj biológiai aktivitásának egyik előfeltétele. Sekélyen a talajba dolgozva elősegíti annak átlegezőzését és anyagforgalmát. Az növényi tápanyagok így módon ismét körforgalomba és felvehető állapotba kerülnek. A tartóshumusz huminanyagainak forrása.

Tartóshumusz

Csak lassan képes a táphumuszból lebomlani. Képes vizet és tápanyagokat megkötni és a növények számára leadni. Ez a képesség négyszeres az agyagénak. Az agyag-humusz komplexum képződésén keresztül a leglényegesebb építő és stabilizáló eleme a talajszervezetnek. Szinte teljes egészében szervesanyagból áll és a talaj nitrogéntartalmának legnagyobb részét tartalmazza. Tulajdonságain keresztül a talaj termékenységének meghatározója.

C/N arány

A növényi részek mikrobiológiai lebomlása során a nitrogén szabaddá válik és a növények számára újból felvehető formába kerül. A humusz minősége annál nagyobb értékű, minél gazdagabb nitrogénben a szervesanyag, azaz a szén-nitrogén arány minél alacsonyabb. A frissen elhalt növényi anyagokban a C/N arány magas, azonban a talajra lehullva és átalakuláson átesve jelentősen csökken.

2. Kísérleti objektumok és felvételi módszer

A klímamonitoring projekttel kapcsolatos ökológiai vizsgálatok céljára Zalában két helyütt, Szentpéterföldre és Nagykapornak térségében jelöltünk ki összesen öt, bükk és tölgy elegyes erdőrészt, melyekben egy 75 m x 75 m-es rácsháló sarokpontjaiban avar- és humuszfelvételeket végeztünk kétszer, lombhullás előtt és után. A kiválasztott faállományokban összesen 88 pontban egy 50 cm x 50 cm-es keret segítségével vettünk mintákat, melyek feldolgozásakor a következő rétegeket különítjük el:

- L** – a talaj felszínéről gyűjtött bomlatlan avar, a növényi részek még teljesen egyben vannak.
- F** – bomlásban lévő avar, a növényi részek már dezintegrálódtak, de még eredeti szerkezetük felismerhető.
- H** – intenzíven bomló, túlnyomórészt finom anyagokat tartalmazó szervesanyag, az eredeti szerkezet nem ismerhető fel (az ábrákon Egyéb megnevezéssel szerepeltetjük)
- A_H** – az avartakaró alatti humuszos ásványi talaj 0-5 cm-es rétege (az ábrákon Humusz megnevezéssel szerepel).

A nylon zacskókban laboratóriumba szállított mintákat légszáraz állapotig szellős helyen tálcán tároltuk, és ezt követően tömegmérést végeztünk. Abszolút száraz állapotig történő kiszárítás után mértük a minták abszolút száraz tömegét is, amelyet 1 hektárra vonatkoztattunk. A kísérleti parcellákon vett mintáknak a kémiai összetétel vizsgálatára szintén sor került, ami magában foglalja az elemi szén és nitrogén-tartalomra vonatkozó vizsgálatot. A kémiai mérések folyamatban vannak. Az így nyert adatokat szintén 1 hektárra számítjuk, valamint az abszolút száraz tömeg százalékos arányában is megadjuk.

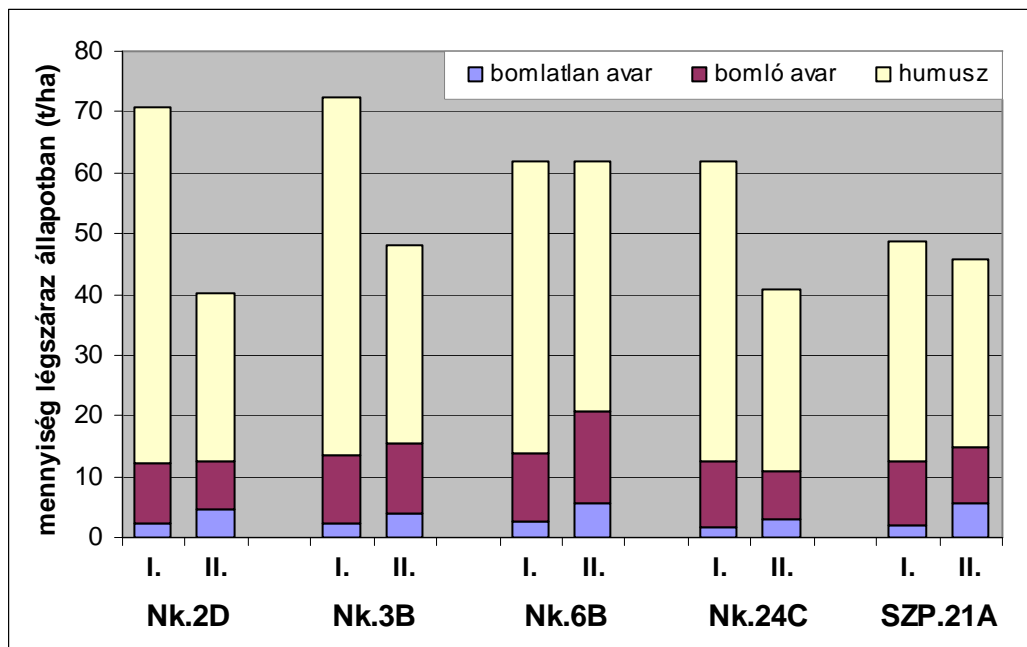
3. Eredmények

3.1. Az avar és a humusz légszáraz tömege

Az előző fejezetben ismertetett módszer segítségével mind az öt erdőrésztben először meghatároztuk a szétválogatott kompartmentek légszáraz tömegét (1-10. melléklet). Az egy hektárra számított eredményekből látható (1. ábra), hogy a lombhullás előtt gyűjtött minták összes tömege az erdőrésztetek faállomány-viszonyaitól függően hektáronként 50-70 t között mozog. A lombhullás után viszont jelentős csökkenés tapasztalható, átlagosan 40-60 t az avar- és humusztakaró hektáronkénti tömege. A változás mértéke a lebomlás különböző stádiumában más és más (1. táblázat), amíg a bomlatlan avartakaró a lombhullás miatt mindenhol duplájára növekszik, addig a bomló avarrétegben kisebb mértékű, de változó irányú (átlagban -5%), a humusztakaró pedig egyértelmű csökkenés (átlagban -35%) figyelhető meg. A humusztakaró szervesanyagának jelentős része tehát humifikálódott és a talaj termékenységét növelte. E folyamat mélyebb elemzése a kutatómunka további feladata lesz, hiszen a lebomlás jelentős széndioxid felszabadulással jár együtt. Amíg a bomlatlan kompartmenteken belül a levéltömeg aránya 40 % körüli, addig a lombhullást követően értelemszerűen több mint 60 %.

A bomló kompetimenten belül nincsen nagy különbség a két mérési időszak adata között, mindkét időpontban 50 % körüli a levélzet aránya.

1. ábra: A vizsgált erdőrészek (Nk: Nagykapornak, SZP: Szentpéterföldre) avar- és humuszsztintjének átlagos szervesanyag-tömege a lombhullást megelőző (I.) és a lombhullást követő (II.) időpontban



1. táblázat: A vizsgált erdőrészek avar- és humuszsztintjének átlagos szervesanyag-tömege (t/ha) és annak változása a lombhullást megelőző (I.) és a lombhullást követő időpontban (II.)

Lebomlási fázisok		Nagykapornak				Szentpéterföldre 21A
		2D	3B	6B	24C	
Bomlatlan avar (L)	I.	2,19	2,32	2,63	1,55	1,95
	II.	4,57	4,09	5,71	3,08	5,51
	változás	2,38	1,77	3,08	1,53	3,56
	vált. %	109	76	117	99	182
Bomló avar (F)	I.	10,08	11,19	11,21	11,12	10,58
	II.	8,08	11,32	14,90	7,90	9,16
	változás	-2,01	0,12	3,69	-3,21	-1,41
	vált. %	-20	1	33	-29	-13
Humusz (A_H)	I.	58,35	58,97	48,13	49,14	36,34
	II.	27,56	32,65	41,22	29,79	31,21
	változás	-30,80	-26,32	-6,91	-19,35	-5,13
	vált. %	-53	-45	-14	-39	-14

3.2. Az avar és a humusz szén és nitrogéntömege

A kompartmentekre szétválogatott minták tömegeit mértük és megállapítottuk a légszáraz és abszolút száraz tömegek közti átszámítási együtthatót (2. táblázat). Amíg a bomlatlan

és a bomló avartakaró légszáraz állapota átlagosan 10 %-nyi vizet, addig a humuszsint csak 4-7 %-ot tartalmazott. A kémiai elemzésekre előkészített mintákból a továbbiakban 3 erdő-részletben határoztuk meg a szén és a nitrogén koncentrációját (2. táblázat). Az értékek egyértelműen mutatják, hogy a legmagasabb szén és nitrogén az ép, vagyis a még bomlatlan kompartmentekben található. Itt a szén abszolút száraz súlyra vonatkoztatott koncentrációja 45 % és 51 % között, a nitrogén-koncentrációja pedig 1,2 % és 2,0 % között változik, főleg a növényi részek egyes fajtáitól (levél, ág, kéreg, termés stb.) függően. A vizsgált állományok egymástól e tekintetben nem különböznek, jelezve a hasonlóságot, mind az ökológiai adottságok, mind pedig az állományok struktúráját tekintve. A bomló növényi részek szénszázaléka már csak átlagban 31 % és 43 % között, a nitrogén koncentrációja pedig 1,5 % és 1,7 % között váltakozott. A humuszsintben mind a szén-, mind a nitrogén-koncentráció jelentősen lecsökkent az előbbinek értéke 8 % és 17 % között, az utóbbié pedig 0,6 % és 1,2 % között váltakozik. Ha a két időpont eredményeit hasonlítjuk össze, akkor láthatjuk, hogy a bomlatlan réteg átlagos szénkoncentrációja nem változott, a bomló rétegben viszont kismértékű (10 % alatti) csökkenés, a humuszsintben pedig egy-két %-os növekedés figyelhető meg. A nitrogén koncentráció teljesen másképp változik. A bomlatlan rétegben jelentős, a bomlóban pedig kisebb mértékű csökken, a humuszsintben viszont növekedés tapasztalható. Itt már a termőhely nitrogén-ellátottságában megmutatkoznak a különbségek.

2. táblázat: A vizsgált erdőrészek avar- és humuszsintjének abszolút szárazanyag százaléka, valamint szén és nitrogén koncentrációja a lombhullást megelőzően (I.) és a lombhullást követően (II.) gyűjtött minták átlagában

Erdőrészek		Nagykapornak					
		2D		3B		6B	
Mintagyűjtés ideje		I.	II.	I.	II.	I.	II.
Szárz- anyag %	bomlatlan avar	90,31	89,69	89,52	88,84	89,64	88,46
	<i>ebből a levél</i>	89,63	89,12	88,78	88,73	88,59	88,33
	bomló avar	89,52	90,34	89,73	89,68	89,69	90,46
	<i>ebből a levél</i>	90,36	91,17	90,67	90,28	89,70	91,14
	humusz	95,57	94,43	95,26	92,95	95,04	94,26
C%	bomlatlan avar	49,77	47,34	49,12	50,48	49,04	49,74
	<i>ebből a levél</i>	45,56	47,19	47,22	50,07	46,25	49,90
	bomló avar	43,03	36,16	38,78	36,26	38,73	31,22
	<i>ebből a levél</i>	38,87	30,74	35,50	30,35	35,52	25,94
	humusz	8,82	11,12	10,36	16,64	12,58	12,80
N%	bomlatlan avar	1,81	1,29	1,85	1,32	1,96	1,41
	<i>ebből a levél</i>	1,83	1,12	2,18	1,20	1,95	1,33
	bomló avar	1,65	1,48	1,69	1,52	1,74	1,51
	<i>ebből a levél</i>	1,88	1,49	1,87	1,54	1,83	1,44
	humusz	0,63	0,78	0,70	1,12	0,92	0,91

Az egy hektárra vonatkoztatott széntömeg esetében látható, hogy a lombhullás előtti mintavételkor hektáronként összesen mintegy 10 t szén található az avar- és humuszsintben (3. táblázat). Ennek 10 %-a a bomlatlan, 35 %-a a bomló avarban, 55 %-a pedig a humuszsintben

halmozódott fel. Természetesen az egyes erdőrészek között eltérés van, de nem jelentős. A második mintavételkor, azaz a lombohullás után, kis mértékben (átlagban 2 %-kal) csökkent az összes szénkészlet, de a megoszlása jelentősen változott. A frissen lehulló lomb miatt a bomlatlan avar széntömege megduplázódott, és aránya elérte a 21 %-ot, a bomló avar aránya változatlan (35 %) maradt, a humuszsztint széntömege azonban csökkent és aránya már csak 44 %. Vagyis megállapítható, hogy a humuszsztint széntömegének minaralizáció miatti csökkenése nagyjából megegyezik a lombohullásból adódó növekedéssel. Természetesen a vizsgált állományok között kisebb-nagyobb különbségek adódnak, azaz a bevétel és kiadás egyensúlya éves szinten kevésbé, inkább hosszú távon áll csak fenn. Amíg pl. 2013-ban a vizsgálati időszak két hónapja alatt a Nagykapornak 2D erdőrészetben a kiadási tételek (3,27 t/ha) jóval meghaladták a bevételt (0,99 t/ha), addig a Nagykapornak 6B erdőrészetben fordított a helyzet, a kiadási tétel kisebb (0,77 t/ha), mint a bevétel (1,67 t/ha). Azaz az erdő nemcsak szénnyelőként, hanem némelykor, amikor a fatest éves növedékében megkötött szén kisebb az előbb említett kiadásnál, szénkibocsátóként viselkedik.

3. táblázat: A vizsgált erdőrészek avar- és humuszsztintjének széntömege (t/ha), valamint annak változása a lombohullást megelőzően (I.) és a lombohullást követően (II.) gyűjtött minták átlagában

Erdőrészlet		Nagykapornak			Átlag
		2D	3B	6B	
Bomlatlan avar	I.	0,99	1,02	1,15	1,05
	II.	1,94	1,84	2,51	2,10
	változás	0,96	0,82	1,36	1,05
	vált. %	97	80	118	100
Bomló avar	I.	3,88	3,89	3,89	3,60
	II.	2,64	3,68	4,21	3,51
	változás	-1,25	-0,21	0,31	-0,09
	vált. %	-32	-6	8	-3
Humusz	I.	4,92	5,82	5,75	5,50
	II.	2,89	5,05	4,97	4,30
	változás	-2,02	-0,77	-0,78	-1,20
	vált. %	-41	-13	-14	-22

A humusz a talaj legfontosabb nitrogénforrása. Az egy hektárra eső nitrogén-mennyiség a lombohullást megelőző időszakban a három erdőrészet átlagában összesen 594 kg (4. táblázat). Ennek csak 7 %-a található a bomlatlan avartakaróban, 28 %-a a bomlóban és 65 %-a a humuszsztintben. A lombohullást követő mintavételezés során 14 %-kal kevesebb az összes nitrogén-tömeg (511 kg/ha), aminek 11 %-a a bomlatlan, 30 %-a a bomló avartakaróban, és a maradék 59 %-a a humuszsztintben található. Vagyis amíg a bomlatlan rétegben 43 %-os növekedés, addig a bomlóban és a humuszos rétegben 3 ill. 22 %-os csökkenés volt tapasztalható, hasonlóan, mint a széntömeg esetében. A nitrogén esetében azonban az állapítható meg, hogy a nitrogén-tömeg minaralizáció miatti átlagos csökkenése jóval nagyobb (99,4 kg/ha) a lombohullásból adódó növekedésnél (17,2 kg/ha). E különbség a 2D erdőrészetben a legnagyobb (170 kg/ha) és a 6B erdőrészetben pedig a legkisebb (16,9 kg/ha). Tekintettel arra, hogy a szervesanyagból szabaddá váló nitrogén zömében ionos formában (NO₃, NH₄), vízben oldva van jelen, fokozatosan a talaj egyes rétegeibe szivárog. Ezt követően vagy a téli csapadékvízzel elhagyja hasznosulás nélkül a termőréteget, ami hosszabb távon nitrogénhiányhoz vezethet, vagy pedig ennek hiányában nitrogén-feldúsulást eredményezhet.

4. táblázat: A vizsgált erdőrészek avar- és humuszsztintjének nitrogéntömege (kg/ha), valamint annak változása a lombhullást megelőzően (I.) és a lombhullást követően (II.) gyűjtött minták átlagában

Erdőrészlet		Nagykapornak			
		2D	3B	6B	átlag
Bomlatlan avar	I.	35,8	38,4	46,2	40,1
	II.	52,7	48,0	71,0	57,2
	változás	16,9	9,6	24,8	17,2
	vált. %	47	25	54	43
Bomló avar	I.	148,0	169,5	175,0	164,2
	II.	108,2	154,0	203,7	155,3
	változás	-39,8	-15,5	28,7	-8,9
	vált. %	-27	-9	16	-5
Humusz	I.	350,9	394,8	422,2	389,3
	II.	203,8	340,7	351,8	298,8
	változás	-147,1	-54,1	-70,4	-90,5
	vált. %	-42	-14	-17	-23

3.3. Az avar és a humusz szén-nitrogén aránya

A szervesanyaghoz kötődött nitrogén mikrobiális leépülésen (mineralizáció) keresztül válik szabaddá és a növények számára felvehetővé. Ezért a humuszminőség annál értékesebb, minél gazdagabb nitrogénben, azaz minél kisebb a szén-nitrogén arány (C/N). A lehulló frissen elhalt növényi részek C/N-aránya általában magas, kétségtelen erősen függ ez a növényi részek fajtájától. A lebomlási folyamatok előrehaladtával csökken ez az arány, és optimális esetben 10-15 % közé esik. Mindez megfigyelhető a mérések alapján is. A bomlatlan avarban a C/N arány átlagos értéke 26, a bomlóban 23, a humuszsztintben pedig már csak 14 (5. táblázat). Az utóbbi két szintben az egymást követő felvételi időpont mintáiban nincsen különbség, az ép, még bomlatlan avarnál azonban a lombhullást követő mintavételnél a frissen lehulló lomb miatt a C/N arány 10-zel nagyobb. Az egyes erdőrészek között különbség nincsen, ami azok ökológiai hasonlóságára utal.

4. Kitekintés

A Klímamonitoring projekt keretében végzett avar- és humuszvizsgálatok ráirányították a figyelmet arra, hogy a klímaváltozással összefüggésben a humuszsztintben lezajló változások jó indikátornak tekinthetők. A humusz nemcsak a talaj termőképességének a forrása, hanem meghatározó széntároló is, ezért annak változása befolyásolja az erdők fejlődését és szénelnyelését. A mérések alapján látható, hogy a különböző bomlási állapotban lévő szervesanyag (ép avar, bomló avar, humusz) szén és nitrogén-tartalma más és más, és nagyban függ az ökológiai, valamint a faállományviszonyoktól. Ezért az eddigi vizsgálatok mögötti ok-okozati összefüggéseinek megismeréséhez, alaposabb feltárásához ismételt mérésekre, klímaértékelésre, valamint korszerű számítástechnikai elemzésekre lesz szükség.

5. táblázat: A vizsgált erdőrészek avar- és humuszsintjének C/N aránya, valamint annak változása a lombhullást megelőzően (I.) és a lombhullást követően (II.) gyűjtött minták átlagában

Erdőrészlet		Nagykapornak			
		2D	3B	6B	átlag
Bomlatlan avar	I.	27,50	26,57	24,98	26,35
	II.	36,83	38,24	35,36	36,81
	változás	9,32	11,66	10,38	10,46
	vált. %	34	44	42	40
Bomló avar	I.	26,15	22,98	22,32	23,82
	II.	24,38	23,90	20,66	22,98
	változás	-1,77	0,92	-1,65	-0,84
	vált. %	-7	4	-7	-4
Humusz	I.	14,01	14,74	13,63	14,12
	II.	14,20	14,82	14,13	14,38
	változás	0,18	0,08	0,50	0,26
	vált. %	1,3	0,6	3,7	1,8

Nagykapornak 2D, avar-humusz vizsgálatok

1. mintagyűjtés: 2013. október 7.

Légszáraz tömeg (g/0,25 m²)

pont száma	bomlatlan B levél	bomlatlan T levél	bomlatlan GY levél	bomlatlan MJ levél	bomlatlan ág-kéreg	bomlatlan B termés	bomló levél	bomló ág-kéreg	bomló B termés	bomló T termés	bomló GY termés	humusz
1	27,50	3,50			38,57	1,72	86,08	28,60	13,00	70,09		941,30
2	23,36	3,43			45,07	13,10	133,38	31,90	50,20			1033,90
3	26,56	4,44			20,25	6,24	124,78	14,70	43,27			1391,90
4	35,10				17,35		43,30	52,10	11,80		0,53	4736,60
5	3,81		0,45		15,00	5,70	78,25	27,44	6,84		0,60	907,40
6		27,06	4,02		40,61		151,72	132,00		172,00	0,57	680,65
14	7,72				13,00	17,86	133,50	145,00	88,13		2,90	1020,00
15	5,48				26,00	23,74	114,88	78,57	63,80	0,82	0,30	1020,20
16	38,87				11,14	13,62	139,29	98,02	19,20		1,00	2022,60
17	3,63		1,06			24,24	122,81	46,28	53,64		8,74	797,20
18	14,14	3,71	1,88		27,27	48,34	122,40	75,05	60,04	11,14	0,86	1239,90
19	0,75	11,31	0,66	0,40			139,00	122,18		103,86		1713,50

Nagykapornak 2D, avar-humusz vizsgálatok
2. mintagyűjtés: 2013. december 12.

Légszáraz tömeg (g/0,25 m²)

pont száma	bomlatlan B levél	bomlatlan T levél	bomlatlan GY levél	bomlatlan MJ levél	bomlatlan ág-kéreg	bomlatlan B termés	bomló levél	bomló ág-kéreg	bomló B termés	bomló T termés	bomló GY termés	humusz
1	45,42	20,64			4,09	7,59	119,70	77,14	16,06	31,09		447,80
2	48,97	30,85				36,43	107,54	37,34	58,05			485,40
3	68,70	14,43			8,14	40,40	230,90	146,36	48,50			394,70
4	43,40	20,13	6,01		14,37	8,35	55,20	42,07	22,92		1,24	301,70
5	64,65	22,57	1,14		10,02	18,12	42,85	11,34	23,08		1,00	601,20
6	0,40	59,62	5,23		2,95		263,65	82,69		77,07		926,00
14	76,33	6,32	3,56		17,52	26,11	90,81	38,39	74,56		1,54	507,90
15	51,03	28,41	8,44			72,50	6,42	3,05	8,74			324,70
16	41,16	3,46	7,11		5,76	16,95	55,91	14,73	25,80		0,55	247,08
17	39,70	18,13	43,71		6,82	91,85	5,39		9,31		5,95	555,30
18	27,22	33,82	6,18		10,33	58,64	63,68	131,10	67,00		1,72	1719,00
19		57,30	5,46		5,24		121,30	154,36		46,88		1755,80

Nagykapornak 3B, avar-humusz vizsgálatok

1. mintagyűjtés: 2013. október 7.

Légszáraz tömeg (g/0,25 m²)

pont száma	bomlatlan B levél	bomlatlan T levél	bomlatlan GY levél	bomlatlan F levél	bomlatlan ág-kéreg	bomlatlan B termés	bomlatlan CS termés	bomló levél	bomló ág-kéreg	bomló B termés	bomló T termés	bomló GY termés	bomló CS termés	bomló T gu-bacs	humusz
7	42,90				83,73	4,15	26,72	242,20	40,37	36,14			81,90		493,10
8	78,15				29,48	24,40		178,60	88,10	57,91					813,78
9	42,00		0,15		41,37	19,90		126,20	60,35	50,06		0,56			1132,10
10	31,45	1,42	0,70		23,74	2,73		123,81	31,34	38,46		1,12			718,90
11	14,47	1,75	0,76		13,04	10,90		105,13	54,40	22,30		2,60			458,25
12	1,38		2,90		6,38			42,75	25,93	1,37		11,30			713,26
13	58,56	11,46	2,54					341,48	218,00		9,67	0,73		41,18	3289,10
22	5,80				11,55	4,50		135,20	56,22	19,20	6,40				871,77
23	50,00	8,66		7,37	7,78			195,32	66,60	106,87					1705,60
24	7,26				8,17	4,28		153,16	74,54	27,31					1234,40
25	18,90	1,25			12,58	4,03		120,22	33,85	44,15		0,20			1108,10
26	21,48	17,00			15,30			61,40	133,93	25,25					751,00
27	13,51	3,43	0,95		3,24			144,16	7,22	49,24					1534,79
28	69,81				84,22	17,06		118,43	59,92	53,06		2,73			1615,08
31	2,67	0,45	0,50		4,87			192,22	60,67	7,84	24,95	2,91			3308,20
32	2,74	4,02			26,31			257,70	70,80	84,18		4,90			3809,10
33	17,00				6,85	6,06		116,06	54,29	48,06					2434,80
34	29,75	2,83			21,90			175,28	148,56	80,30					775,10
35	37,51		0,96		6,01	2,51		124,74	123,06	34,40		0,30			610,55
38	2,58				8,61	1,22		131,42	93,00	20,20	11,15	0,82			2107,70

Nagykapornak 3B, avar-humusz vizsgálatok
2. mintagyűjtés: 2013. december 12.

Légszáraz tömeg (g/0,25 m²)

pont száma	bomlatlan B levél	bomlatlan T levél	bomlatlan GY levél	bomlatlan F levél	bomlatlan ág-kéreg	bomlatlan B termés	bomlatlan CS termés	bomló levél	bomló ág-kéreg	bomló B termés	bomló T termés	bomló GY termés	bomló CS termés	bomló T gu-bacs	humusz
7	65,60	11,17			8,43	30,07		339,42	34,00	23,70	100,09				581,00
8	127,07	1,68			40,72	40,20		228,15	243,83	94,89					983,40
9	89,29	3,40	2,44		3,83	43,68		108,30	36,80	29,43					761,80
10	40,46	15,30	6,38		14,15	8,24		50,45	13,05	25,80		2,00			601,30
11	40,58	8,40			8,13	32,27		103,54	89,16	39,95		1,50			408,20
12	8,78	12,95	7,65		24,85			81,62	58,30			6,34			750,40
13	37,47	46,06	7,46		64,23	1,73		129,51	62,83		1,73	1,18			1057,80
22	61,01	24,52			30,04	3,89		220,60		43,49	33,27				1112,40
23	38,13	32,33			2,52	3,60		91,30	25,45	21,00					1419,30
24	62,06	6,36			12,26	16,56		164,17	58,84	47,83					438,50
25	45,11	16,60	2,52		2,54	5,00		57,02	47,20	20,43					580,30
26	27,12	36,49			6,31			98,57	18,27	24,31	20,43				609,40
27	32,16	18,96	5,04		10,83	3,05		55,27	33,50	37,04					566,20
28	71,14	2,43	2,66		31,00	75,20		68,69	147,08	37,70		2,06			480,20
31	22,64	21,34	2,80		23,36			341,44	135,27	7,12	38,88	4,27			1190,50
32	15,47	32,76	20,24		8,85	8,64		344,21	71,95	8,64	54,85	3,60			1286,60
33	53,67	10,00			6,78	7,45		182,50	55,35	67,79					1180,60
34	57,17	9,77	0,81		8,75	19,16		202,57	91,32	83,19					947,20
35	44,44		13,75		3,26	17,76		193,42	63,03	25,95					839,00
38	51,00	31,08	1,80		4,48	9,63		272,80	108,70	20,78		1,34			531,10

Nagykapornak 6B, avar-humusz vizsgálatok

1. mintagyűjtés: 2013. október 7.

Légszáraz tömeg (g/0,25 m²)

pont száma	bomlatlan B levél	bomlatlan T levél	bomlatlan GY levél	bomlatlan ág-kéreg	bomlatlan B termés	bomló levél	bomló ág-kéreg	bomló B termés	bomló T termés	bomló GY termés	humusz
20	56,36			10,21	14,94	138,47	55,89	53,57			668,42
21	82,38				21,63	185,31	46,00	66,85			976,30
29	8,78			9,32	12,35	195,85	72,53	17,18			1170,16
30	81,23			25,02	20,50	99,38	25,78	44,32			686,70
36	41,00			40,32	28,06	161,70	32,26	57,90			1201,60
37	40,56			20,34	34,04	120,93	20,31	18,96			1552,60
39	9,30		2,30			293,90	34,40	4,28			1324,30
40	37,10			6,10	8,88	202,18	92,92	98,42		0,26	2382,72
41	1,53		2,15	5,23		87,40	29,23				676,10
42	24,90		1,73	31,82	13,11	204,68	175,82	81,74		5,40	1637,30
43	8,35			19,06	44,95	190,10	102,76	143,05		0,40	1306,00
44	5,75		0,74	10,28	7,49	115,90	65,46	19,06		2,26	856,10

Nagykapornak 6B, avar-humusz vizsgálatok
2. mintagyűjtés: 2013. december 12.

Légszáraz tömeg (g/0,25 m²)

pont száma	bomlatlan B levél	bomlatlan T levél	bomlatlan GY levél	bomlatlan ág-kéreg	bomlatlan B termés	bomló levél	bomló ág-kéreg	bomló B termés	bomló T termés	bomló GY termés	humusz
20	77,55	8,42		39,19	24,16	292,60	22,00	55,84			1733,10
21	78,62	10,70		3,00	87,32	419,50	22,37	51,16			839,10
29	72,12	9,02		29,13	31,04	335,32	68,49	47,37	8,49		1049,10
30	88,20	2,54		38,11	44,10	299,81	88,35	135,49			1373,50
36	93,76			27,26	80,13	295,95	41,38	90,80			1073,70
37	95,08	1,23		13,30	61,18	215,13	65,25	138,76			1494,40
39	45,05		22,76	4,16	4,70	186,94	22,11				796,60
40	87,25	3,20		18,24	27,23	181,40	65,36	61,80			591,00
41	13,89	35,18				7,16	23,36		2,95		272,00
42	75,70		1,08	37,15	57,82	218,60	38,26	95,49			1456,10
43	63,41			4,08	77,38	514,50	72,65	176,02			974,40
44	55,57	6,63	30,27	12,45	14,61	84,11	9,64	16,23			711,50

Nagykapornak 24C, avar-humusz vizsgálatok

1. mintagyűjtés: 2013. szeptember 16.

Légszárak tömeg (g/0,25 m²)

pont száma	bomlatlan B levél	bomlatlan T levél	bomlatlan GY levél	bomlatlan ág-kéreg	bomlatlan B termés	bomlatlan T termés	bomló levél	bomló ág-kéreg	bomló B termés	bomló T termés	bomló GY termés	humusz
1		5,43	1,60	17,33			213,34	76,01		30,03	2,00	989,40
2	23,50	0,76		32,26			264,10	122,50	48,25	15,50	0,56	1439,10
3	7,40	12,30		23,53			127,48	56,73	1,20	101,71	0,71	1439,40
4		31,47	0,38	10,10			68,10	117,70		49,70	0,57	3950,30
5		5,10		7,80			155,65	40,27		9,54	0,44	1021,20
6	3,40	1,50	0,17	73,70			132,40	372,00	4,52	13,95		952,90
7	1,63	2,37		26,12			155,90	46,10	0,86	30,03	0,72	1482,13
8	13,26	8,00		36,80			142,40	79,28	6,50	34,53	0,94	752,60
9	3,88	1,11		4,15			205,54	24,31	10,06			847,90
10	5,90	8,60		54,34			201,35	95,30	41,63	15,23	1,18	1061,72
11	2,97	2,43		15,24			239,74	130,70	7,02	20,61		1457,10
12	1,76	1,91		16,34			156,25	58,50		2,66	2,80	901,10
13	1,71	1,55	1,20				127,62	36,56	2,43	1,63	0,23	798,80
14		1,05	0,85	9,60			169,33	57,47	0,43	12,77	0,71	583,84
15	18,23	2,51	2,50	4,30			85,72	66,68	2,00	25,10	6,75	1411,60
16	10,10	1,04	2,23	19,93			156,15	78,58	2,75	48,81	2,53	1592,10
17	11,15	3,60	0,57	51,70			110,88	66,73	0,75	5,25	4,25	734,75
18	3,30	3,33		57,05			351,00	80,31		24,20	0,35	1329,40
19		10,14	1,25	15,90			170,00	56,70		15,02		1361,00
20	27,70			22,80			116,50	37,38	32,67		0,75	1100,85
21	4,08	2,83	0,50	28,15			198,54	130,86		29,06	4,07	1407,78
22	25,17	2,52		50,70			165,34	41,60	27,36		0,77	983,71
23	1,65	1,45		25,22			131,83	90,06	3,00	10,26	0,24	1538,70
24	1,02	15,32	3,34	31,13		5,80	144,69	61,08		35,90	1,63	996,38
25		1,60	3,27	12,31			115,74	54,33	1,21	3,62	4,91	581,24

Nagykapornak 24C, avar-humusz vizsgálatok

2. mintagyűjtés: 2013. december 11.

Légszáraz tömeg (g/0,25 m²)

pont száma	bomlatlan B levél	bomlatlan T levél	bomlatlan GY levél	bomlatlan ág-kéreg	bomlatlan B termés	bomlatlan T termés	bomló levél	bomló ág-kéreg	bomló B termés	bomló T termés	bomló GY termés	humusz
1		30,55	8,02	3,42			75,51	65,10				194,20
2	56,44	15,01	2,50	20,96	2,03		218,95	77,86	41,18	4,98	0,91	392,20
3	5,26	55,65	5,58	117,39			62,25	61,22		24,62	0,81	258,30
4		89,30	6,28	19,90			28,15	32,79		26,89		1122,80
5		73,39	2,07				85,39	39,40		3,76	1,10	589,40
6	6,02	30,63	0,82	7,40			101,57	152,82	4,33	8,08		732,40
7	27,62	30,70	4,52	36,18			54,51	20,84	4,55	17,78		776,30
8	12,46	48,26	4,03				91,47	77,12	8,67	13,11	1,81	850,20
9	28,40	15,36		3,90			74,15	81,03	5,55			761,70
10	16,23	68,26	6,15	30,47			184,36	143,44	17,22	18,30	1,70	1063,70
11	21,11	47,73		7,06			168,04	58,51	13,24	17,72		1126,30
12	14,52	41,44	2,75	3,69			75,54	39,40		3,36	5,64	1007,60
13	8,02	16,61	0,81				128,21	90,78				487,40
14	0,43	74,34	5,86	3,29			75,35	123,12		12,80		636,60
15	37,58	19,70	9,40	42,28	3,67		78,46	57,55	2,30	14,70	3,96	384,30
16	18,38	38,91	2,74				53,45	58,26	1,72	13,24	1,62	1450,10
17	16,19	18,38	0,84	14,20			198,03	90,72	2,12		5,82	764,00
18	3,15	34,52					228,28	151,42				736,50
19	3,25	65,16	7,20	5,30			58,33	28,01		8,56		958,50
20	85,15	4,22	2,85	10,92	4,20		131,91	46,52	35,03		0,37	557,30
21	26,45		4,18	36,00	1,65		121,10	43,25		7,46	2,55	508,00
22	61,70	24,48	2,21				110,91	19,66	25,77			981,70
23	9,41	27,90	1,60				107,10	82,27				1075,00
24	1,82	28,13	1,05	5,79			183,34	96,86		21,88	1,00	921,70
25	0,58	59,03	29,60	14,66			49,27	44,24	1,07	5,87	0,51	284,90

Szentpéterföldre 21A, avar-humusz vizsgálatok

1. mintagyűjtés: 2013. szeptember 25.

Légszáraz tömeg (g/0,25 m²)

pont száma	bomlatlan B levél	bomlatlan T levél	bomlatlan GY levél	bomlatlan VT levél	bomlatlan ág-kéreg	bomlatlan B termés	bomlatlan T termés	bomló levél	bomló ág-kéreg	bomló B termés	bomló T termés	bomló GY termés	bomló T gubacs	humusz
1	14,24	0,24			35,34	6,14		278,01	97,69	36,55				620,75
2	20,19	1,08			48,69	13,27		185,00	122,52	24,92		0,21		1135,13
3	24,74				54,60	11,12		168,25	74,89	24,93				1119,62
4	11,51		1,11		41,80	5,71		131,10	42,50	17,21		2,60		1430,35
5	12,55		1,14		37,04	9,74		116,02	82,85	44,79		1,94		959,98
6	17,17	0,54			6,53	7,68		89,90	34,94	33,17		0,30		1440,01
7	18,54	2,00			14,52	7,18		197,82	130,76	23,26				1075,4
8	17,60	1,12	0,49		27,65	5,44		170,47	105,66	30,13		2,01		1113,44
9	35,93				8,64	16,31		122,86	26,49	13,08				873,29
10	21,46		1,00		18,06	2,51		145,71	82,65	14,48		0,58		881,06
11	15,81	0,69	0,65		11,28	3,67		105,08	18,70	14,64		2,54		673,14
12	9,66		2,45		19,76	1,31		99,29	215,13	11,03		4,41	5,58	459,16
13	19,16				4,53	4,02		195,52	57,42	34,66				799,56
14	14,25		0,40		36,62	24,08		157,28	58,92	56,39				865,35
15	30,96	0,43			13,61	10,68		235,03	50,35	46,57				637,47
16	21,94	2,02			2,79	11,77	1,31	167,11	42,42	52,83				719,82
17	17,73	1,12			11,78	1,88		159,07	64,83	13,04	1,18			919,02
18	12,33				19,03	1,71		243,38	83,80	7,93				201,53
19	9,50				6,53	1,53		125,58	18,35					1335,53

Szentpéterföldre 21A, avar-humusz vizsgálatok

2. mintagyűjtés: 2013. december 9-11.

Légszáraz tömeg (g/0,25 m²)

pont száma	bomlatlan B levél	bomlatlan T levél	bomlatlan GY levél	bomlatlan VT levél	bomlatlan ág-kéreg	bomlatlan B termés	bomlatlan T termés	bomló levél	bomló ág-kéreg	bomló B termés	bomló T termés	bomló GY termés	bomló T gubacs	humusz
1	85,58	23,96	2,15		25,82	19,44		120,35	86,44	38,92				418,00
2	79,89	10,84	1,78		21,60	22,26		114,12	57,13	26,70				811,30
3	80,82	0,88			39,19	56,85		92,78	51,04	38,38				809,70
4	80,60	2,62	4,94		12,82	55,20		74,23	31,80	20,74		2,26		535,90
5	76,39	0,75	14,04		24,38	102,40		93,03	69,03	33,00		0,83		347,30
6	80,66	7,82	4,74			30,85		92,28	46,10	88,28				1288,10
7	76,44	7,91	2,13	6,15	12,96	31,16		165,10	252,00	59,44		0,34		1046,60
8	87,48	11,08	3,71		9,10	20,12		128,18	50,88	33,50		1,24		1521,40
9	80,07	2,60			12,80	20,23		76,80	55,62	37,41				793,90
10	66,86	0,51	1,22		18,86	6,45		77,53	46,26	17,63				875,90
11	51,08	8,00	6,48		26,35	14,80		130,67	62,55	26,09				339,80
12	50,84	5,39	16,45		34,05	25,33		82,30	108,56	31,66		3,06		2350,70
13	93,44	3,92	0,65		29,06	16,84		174,54	24,87	46,16				337,50
14	76,80	2,39	7,03		9,48	25,79		131,16	68,80	95,12				741,70
15	124,46	4,44	0,61		8,67	18,26		189,57	59,49	67,55				542,80
16	95,10	8,67			14,04	33,04		217,30	80,60	92,03				405,10
17	120,00	8,20			21,34	39,15		83,18	90,70	11,50				581,90
18	75,00	3,63	0,50		15,41			77,58	51,79	11,95				455,80
19	13,93	3,58	52,80		5,18			104,64	41,33	1,22		7,47		619,50