



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Öntözési Szakmérnök szak

Agrárerdészeti rendszer hatása

az öntözött vöröshere

biomasszatömegére és virágzására

Belső konzulens: Dr. Kun Ágnes

Készítette: Konstantinovics Gábor

Neptun kód: IVBGZH

Tagozat: Levelező

Szarvas

2023

Tartalom

Bevezetés és célkitűzések	3
Irodalmi áttekintés	5
Vöröshere származása, jelentősége.....	6
Vöröshere morfológiája	8
Vöröshere beltartalmi értékei	9
Vöröshere termesztése	10
Vetőmagtermesztés	11
Az öntözés szerepe a vörös here termesztésében	13
Agrárerdészet bemutatása.....	14
Anyag és módszer	15
Kísérleti tér bemutatása.....	16
Termesztéstechnológia	16
Kísérleti évek időjárása	17
II. ábra. 2021-es év csapadék és átlaghőmérséklet eloszlása Szarvason.....	18
Vizsgálati módszerek	20
Statisztikai módszerek	22
Eredmények és értékelésük	23
Vöröshere fenológiai adatai.....	23
Vöröshere virágzása:.....	26
Vöröshere biomasszatömege:	29
Vöröshere takarmányminősége	32
Talajvizsgálatok.....	36
Következtetések és javaslatok	44
Összefoglalás.....	46
Irodalomjegyzék.....	47

Bevezetés és célkitűzések

Az emberiség létszáma 2050-re előreláthatólag megközelíti a 10 milliárd főt. Ez azt jelenti, hogy évről évre fokozni kell az előállított élelmiszer mennyiségét, mely magában foglalja az állattenyésztés kibocsájtásának bővülését is. A tejágazat világviszonylatban kis mértékű növekedést mutat, ez évi 1-2 %-os emelkedést jelent a gyakorlatban (FAO). A világ hústermelése is hasonló képet tükröz, hiszen néhány negatív évet leszámítva összességében szintén emelkedő tendenciát vetít előre. Ezt csak úgy lehet elérni, hogy megtermeljük a hozzá szükséges takarmánymennyiséget. A vöröshere (*Trifolium Pratense L.*) hazánkban a lucerna mögött a második legnagyobb területen termesztett pillangós szálatakarmány. Európában tőlünk északon, észak-nyugaton elterjedt. Angliában, Németországban, Franciaországban, Ausztriában, Svájcban és Lengyelországban jelentős területen termesztik. Tőlünk nyugatra és északra az egyik legjelentősebb mennyiségben termelt takarmánynövény. Az 1980-as években még 9,5 millió hektáron termesztették, amely terület 2000-re 6 millió hektárra csökkent. Az utóbbi években ismét nő a népszerűsége. Felhasználása történhet zöldtakarmányként (puffasztó hatása miatt fonnyasztani szükséges), silótakarmányként és szénaként is. Mindazonáltal talajjavító és talajgazdagító hatása is van. Kiterjedt, akár 3-4 méteres gyökérrendszere rendkívül jó hatással van a talajszerkezetre. Továbbá nitrogén megkötő és raktározó tulajdonsága miatt csökkenthető az utódnövény nitrogén műtrágyázása (Bányai & Beke 1983). Takarmányként főleg a szarvasmarha ellátásában játszik szerepet, de bármely növényevő állat szívesen fogyasztja. A világ szarvasmarha állománya, ha nem is nagy mértékben, de évről évre növekszik. A Föld lakosság gyarapodásának mértéke nagyobb volumenű emelkedést indokolna, de a húsfogyasztás csökkentését szorgalmazó lobbik/kampányok nagyon erős hatást gyakorolnak mind a lakosságra, mind a kormányokra (FAO - OECD). Magyarországon már az 1500-as években is említik, de célzott termelése csak az 1900-as évek elejétől számolható. Takarmányfelhasználásra főként a Dunántúlon termesztik, az Alföldön inkább vetőmag előállításával, nemesítésével foglalkoznak, öntözött körülmények között. Hazánk klímája a következő ötven évben hatalmas változásokon fog átesni. Az éves középhőmérséklet akár 2

fokkal magasabb lehet, a ma még szélsőségesnek hitt csapadékmennyiség évi eloszlása állandósulhat. A telek rövidebbek lesznek, a nyarak melegebbek, az aszályos időszakok hosszabbak és gyakoribbak (OMSZ, REMO RCP 8.5). A termésbiztonságot alapul véve egyértelműsíthető, hogy öntözés nélkül nem érdemes belevágni a vöröshere termesztésébe, kiváltképp akkor, ha vetőmag előállítás a célja. Ezt a tapasztalatok alapján az egyes kaszálások utáni egyszeri nagy vízzadagú öntözéssel a legeredményesebb megvalósítani. További segítséget nyújthat, ha mindezt agrárerdészeti rendszerben alkalmazzuk. Az agrárerdészet olyan kombinált gazdálkodási forma, mely egy adott területen fatermelést és mezőgazdasági termelést is folytat ugyanazon időben. Mindezt egymás közelségében és egymással kölcsönhatásban végezzük. A fák, fasorok közötti művelésnél egy optimálisabb mikroklíma alakul ki, mely pozitívan hat a növények fejlődésére, még az árnyékolás miatt kieső termés ellenére is. Nem beszélve az erdészeti fatermelés hozzáadott értékéről. A mezőgazdasági termelés, a növénytermelésen túl lehet legeltetési állattartás és állattenyésztés is. A fák nem csak kivágáskor hozhatnak bevételt, a termésükkel is gazdagíthatják a gazdaságot. Agrárerdészeti rendszereknek három fő típusát különíthetjük el jellegük alapján: mezőgazdasági jellegű, védelmi jellegű és erdő jellegű. A mezőgazdasági jellegűeknél megkülönböztetünk fás szántóföldet és fás legelőt. A védelmi jellegű lehet mezővédő erdősáv vagy vízparti erdősáv. Az erdő jellegű közé sorolható a többcélú erdőgazdálkodás vagy erdőkert. Az agrárerdészet adhatja az egyik választ több, a mai gazdálkodókat és termőföldjeiket sújtó problémákra. A talajpusztulás (erózió, defláció), a klímaváltozás, az aszály vagy éppen a belvíz mind–mind komoly gazdasági és környezeti károkat okoz. Ha nem is jelent teljes megoldást ezekre a problémákra, segítségével csökkenthetjük hatásaikat, növelhetjük bevételeinket, erősíthetjük a biodiverzitást. Az agrárerdészet legfontosabb követelményei az arányok betartása, illetve a fasorok tájolása, megfelelő fafaj körütekintő kiválasztása stb. (Zamozny 2020). Dolgozatomban arra próbálok választ találni, hogy öntözött agrárerdészeti rendszerben termelt vöröshere milyen pozitív vagy negatív fejlődési különbségeket mutat eltérő felosztású táblákon. Foglalkozom azzal is, hogy mindez milyen összefüggésben van a talajnedvességgel, illetve hogyan hat a vöröshere virágzására. Kutatásaim helyszíne Szarvas, a MATE KÖTI ÖVKI Műszaki Telepének agrárerdészeti kísérleti tere (2,7 ha). Az alábbi kérdésekre kerestem válaszokat:

- Milyen hatása van a fasoroknak a talajnedvességre?
- Mekkora hatása van a fasoroknak a talaj tápanyagtartalmára tájolástól függően?

- Mekkora a vöröshere biomasszahozama a fasorok távolságától és tájolásától függően?
- Mekkora a vöröshere maghozama a fasorok távolságától és tájolásától függően?
- Valószínűsíthető-e terméskiesés agrárerdészeti rendszer alkalmazásakor?

Irodalmi áttekintés

Vöröshere származása, jelentősége

A vöröshere vadon élő változata Eurázsia nyugati részének mérsékelt égövi vidékein általánosan elterjedt, őshonos növény. Így Magyarország flórájának is ősidők óta tagja. Bárhogy is vélekednek a vöröshere származásáról, megállapítható, hogy a kultúralak csakis egy délvidéki vad alakból keletkezhetett, amely azonban elég nagy alakváltozatossággal tűnt ki. Így lehetőség nyílt arra, hogy különböző termesztési helyeken az evolúció hatására többféle típus fejlődjön ki. Ezért alakulhatott ki az, hogy míg déli vidékeken a korai, többször kaszálható, kevésbé télálló vörösherek jöttek létre, addig az északon a késői, egyszer kaszálható, télálló vörösherek honosodtak meg. A köztes területeken természetesen a két típus hibridjeit is megtaláljuk. Hazánkban csak ott érdemes telepíteni, ahol az éves csapadék mennyisége meghaladja a 600 mm-t. Ezáltal termesztése a Dunántúlra és az északi régióra koncentrálódik. Szárazabb területeken csak öntözött körülmények között érzi jól magát. A lucernához képest vízigényesebb, de a magasabb talajvizet jobban tűri. Eltérő talajigényük az I. táblázatban jól megfigyelhető. Magas fehérjetartalma miatt kiváló takarmánynövény, nagyon jó hatással van a talajszerkezetre és növeli annak nitrogénellátottságát. Takarmányként való felhasználása történhet zöldtakarmányként, silótakarmányként, és szénát is készíthetünk belőle (Bányai & Beke 1983).

I.táblázat: A vöröshere és a lucerna eltérő talajigénye Mándy (1970) nyomán

Eltérések talajigényben	Vöröshere	Lucerna
<i>Kémhatás</i>	pH 6,5 (5-8)	pH 7,5 (6,5-8)
<i>Méstartalom</i>	előnyös, ha van	mészigényes (a legkevesebb 0,02%)
<i>Sótartalom</i>	sókerülő	sótűrő
<i>Viztartalom</i>	igényes	mérsékeltbb igény
<i>Talajvízszint (1-1,5 m)</i>	még jó	hátrányos
<i>Levegőtartalom</i>	igényes	erősen igényes
<i>Talaj</i>	kötöttebb talaj, de nem túl igényes	alkáli mezőségi talajok

Ökonómiailag nem elhanyagolható szempont, hogy kiváló takarmánynövény volta mellett a vetőmagját is jól lehet értékesíteni. Mind belföldön, mind külföldön biztos piaca van. A

vöröshere nem szereti sem a nagy meleget (különösen érzékeny az aszály iránt), sem pedig a hideg körülményeket, inkább kedveli a mérsékelt hűvös időjárást, amely biztosítja számára a bővebb csapadékot és a nagyobb levegő páratartalmat. Időjárással szemben is eltérő az igényük, melyet a II. táblázatban tudunk nyomon követni.

II. táblázat: A vöröshere és a lucerna eltérő időjárás iránti igénye Mándy (1970) nyomán

Eltérések az időjárás iránti igényben	Vöröshere	Lucerna
<i>Hőmérsékleti összeg (°C)</i>	1700-2300	2500-3000
<i>Optimális fejl. hőmérséklet (°C)</i>	16-20	25-28
<i>Hőmérsékleti korreláció</i>	minden hónap negatív (a – csúcspont július)	április, május, szeptember pozitív, június-augusztus negatív (a – csúcspont augusztus)
<i>Csapadékgigény (mm)</i>	6-700 körüli	7-800 (850 felett káros)
<i>Csapadékkorreláció</i>	minden hónap pozitív (tetőpont július)	május-július pozitív (tetőpont július), április és szeptember negatív
<i>Páratartalom (%)</i>	35-100	55-80
<i>Talajlevegő (hézagterfogat%)</i>	12	20
<i>Napsütés</i>	mérsékelt	erős
<i>Fotoperiódusos igény</i>	hosszú nappalos, kedvező megvilágítás: 15-18 h	hosszú nappalos, kedvező megvilágítás: 16-18 h
<i>Kritikus téli hideg (hótakaró alatt) (°C)</i>	-20	-40
<i>Késő tavaszi fagy káros hőfoka (°C)</i>	-7	-5

Jól kivehető, hogy az optimális hőmérséklet és hőösszeg sokkal alacsonyabb, mint a lucerna esetében. Ennek ellentmond, hogy magtermesztés szempontjából előnyösebb a száraz, meleg időjárás. Amellett, hogy mindkettő kiváló takarmánynövény (főleg magas fehérjetartalmuk miatt), nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy nitrogénfelhalmozó képességük miatt rendkívül

jó elővetemények, főleg kalászosok előtt. Ezenkívül szót érdemel még talajlazító hatásuk. A vöröshere gyökere akár két méterre, míg a lucerna akár 4-5 méterre is lehatol a talajban (megfelelő termőrétég rendelkezésre állása során). Évelő, lágyszárú növény. Élettartama általában két év, de vannak 4-7 évig élő formái is. A vöröshere hosszú nappalos növény. A virágzás megindulásához napi 14-16 óra megvilágításra van szüksége. Idegentermékenyülő növényfaj, a megporzást csaknem kizárólag a hártyásszárnyúakhoz tartozó méh alkatú rovarok végzik, amelyek szájszerve kiválóan alkalmas a pillangósvirágúak felnyitására. A háziméhek és egyes vadméhek azonban nem szívesen látogatják a vörösherét, mert a 7,8-9,4 mm-es hosszú pártacsóban a nektárt nem minden esetben érik el, szipókájuk ugyanis csak 6,0-6,5 mm hosszú.



I. kép: virágzó vöröshere

Hazai tapasztalatok szerint háziméhek telepítésével a magtermést némiképp növelni lehet (I. kép). Egy hektárra 3-4 méhcsaládot kell számítani, de ha más virágzó állomány elvonó hatása érvényesül, növeljük 4-5-re a kaptárok számát. A virágzás gyors lefolyásához, a magéréshez a kevesebb csapadék és a virágzás idején 20 °C feletti nappali átlaghőmérséklet a kedvező. (Mándy, 1970)

Vöröshere morfológiája

Gyökérzete: erős, erőteljesen mélyre hatoló (60 cm mélyre is nőhet, de mélyrétegű, laza szerkezetű talajon a 3 m hosszú főgyökér is előfordulhat), vaskos orsógyökérzet tengelyű

főgyökérrendszere van, amely alapi (felső) részével fejlett, vastag, el nem ágazó függőleges gyökértörzshöz illeszkedik. Dús oldalgökérzete közvetlenül a talajfelszín alatt kezdődik, s kb. fél méter mélységig erőteljesen fejlett, sűrű hálózatot alkot. Többéves töveknél gyakori, hogy a többé-kevésbé elpusztuló főgyökér szerepét a rizómából elágazó hajtás eredetű oldalgökerek veszik át. A sötétbarna, kissé megnyúlt, egyszerű gyökérgümők főleg az oldalgökereken képződnek. A vöröshere hajtásai a gyökértörzs csúcsából fejlődnek, elágazók. Az oldalhajtások száma alapvetően a tenyészterület függvénye (illetve a sűrű vetés vagy a tág térállás is befolyásolja). A növény magassága a 90 cm-t is elérheti. Egy hajtáson 1-4 virágzat található. Gombvirágzata fejlődik (kettős fürtös típusú fejecske). Hüvelyes termése van, egy vagy kétmagvú. A vad típusok ezermagtömege 1,1-1,3 g, a termesztett diploidoké 1,5-2,3 g, a tetraploidoké 2,0-2,8 g. Levélzete hármasan összetett (Trifolium-levél). Az alsó levelek hosszú, a felső szárlevelek rövid nyelűek. A levelek alakja tojásdad, épszélűek, finoman és egyenletesen szőrözöttek. A levelek színén félhold alakú, világosabb zöld színű folt (keresztsáv) látható, de vannak folt nélküli levelek is (Mándy, 1970).

Vöröshere beltartalmi értékei

Mindenekelőtt meg kell határozni, hogy szénaként, zöldtakarmánnyként vagy silóként hasznosítjuk. Legfontosabb tápanyaga a fehérje. Ennek értékei a különböző hasznosítás mellett az III. táblázatban olvashatóak.

III. táblázat. Vöröshere beltartalmi értékei (Stahlin, 1957)

Zöldtakarmány	Nyersfehérje	Nyerszsír	Nyersrost	Hamu	Víz
I. kaszálás	%	%	%	%	%
virágzás előtt	2,9	0,5	3,8	1,5	84,5
virágzás elején	3	0,7	4,7	1,9	82,5
teljes virágzáskor	3,6	0,6	6,6	2,3	77,5
II. kaszálás					
teljes virágzáskor	3,6	0,7	5,3	2	80
Széna					
I. kaszálás					
virágzás előtt	15,9	2,8	19	8	15,4
virágzás elején	13,4	2,4	24,8	8,5	13,6
teljes virágzáskor	10,9	1,9	25,8	6,9	15
virágzás végén	9,7	1,9	28,2	6	14,5
II. kaszálás					
virágzás elején	17,8	2,2	25,8	8,8	14,5
teljes virágzáskor	12,7	1,9	26	6,9	14,5
Siló					
I. kaszálás					
virágzás előtt	3,2	0,9	4,5	1,9	83
teljes virágzáskor	3,1	0,9	5,1	1,7	82
virágzás végén	3	0,7	6,7	1,6	78
II. kaszálás					
virágzás elején	3,5	0,8	4,1	1,8	83,8
virágzásban	3,3	0,7	5,6	2	80,8
Magszalma	8,8	2,3	38,8	5,5	13
Törek	20	1,7	22	12	11,6

Vöröshere termesztése

A vöröshere csírázásához már 3°C talajhőmérséklet elegendő. Tavasszal, amint a talaj állapota megengedi, kombinátorral (fogas, rugós borona, hengerborona kombináció), majd külön járátva hengerrel, porhanyós, gyomtalan, a felső rétegben tömörített vetőágyat nyitunk. A jó tavaszi növekedés feltétele a bőséges, téli (legalább 100 mm feletti) és az áprilisi, májusi, legalább 80 mm-es csapadék. Az Alföldön a vöröshere termesztése az öntözhető területek kivételével bizonytalan. Ha az egyes kaszálások után 50-80 mm/ha víz biztosított, nagy termést várhatunk. Szárazságtűrése gyenge, ha a vízhiány még tápanyaghiánnyal is kapcsolódik (főleg P, K, Mg), csak gyenge termésre számíthatunk. A szárazabb klíma a vírusfertőzéseknek is kedvez. A vöröshere kezdeti tavaszi fejlődése lassú. Kihajtás után a tőlevelek akkor fejlődnek jól, ha a talaj vízkapacitása 70-80%-ig telített. Kevés téli csapadék után a további fejlődés nagymértékben a tavaszi csapadék mennyiségétől függ. Fontos, hogy az első kaszálás korán történjék. Ha ez a szárazság miatt megkésik, a második növedék sarjadzása vontatott. A homokos, sós és laza láptalajokat kivéve minden talajon termesztendő. Általában nem megfelelőek a rossz vízgazdálkodású talajok. Nem díszlik jól sem a sekély rétegű laza homokon, sem a szélsőségesen kötött szikes talajokon. Gabonáknak jó előveteménye a vöröshere. Beltartalmi vizsgálatok alapján 100 kg szénatermést alapul véve a vöröshere 2 kg nitrogént, 0,6 kg foszfort, 1,6 kg káliumot von ki a talajból. Öntözéses termesztés esetén minden öntözés előtt vagy az öntözővízzel együtt juttassunk ki gyorsan ható nitrogénműtrágyát. Talajelőkészítése nagyon fontos az egyenletes kelés és fejlődés elősegítése szempontjából. Kisméretű magja miatt különösen fontos a talaj aprómorzsás, laza szerkezetének kialakítása. Az előveteménytől függően törekedni kell a lehető legoptimálisabb vetőágy létrehozására. Vetésnél két időpont kerülhet szóba: tavasz vagy nyár vége. A tavaszi vetés az általánosabb. Az őszi vetés csak öntözéses körülmények mellett ajánlott. Tavaszi vetés a lucernánál korábban már március első felében lehetséges. Ilyenkor takarónövényt is alkalmazhatunk, általában tavaszi árpát, melyet a vöröshere előtt az átlagos vetőmagmennyiség 60-70%-val kevesebb maggal vetjük. Utána a vörösherét az árpára merőlegesen vetjük. Vetőmagigénye függ a vetőmag minőségétől és a talajállapottól. Általánosságban elmondható, hogy jó vetőmag és átlagos talaj esetén 19-21 kg/ha, míg kiváló vetőmag és talajszerkezet esetén elegendő lehet a 16-17kg/ha (Tóth et.al., 1956).

Vetőmagtermesztés

A vöröshere vetőmagtermesztéséhez azok a vidékek kedvezőbbek, ahol a talaj vízkapacitása a virágzásig 60%-ban telített és ezalatt a szárazabb, melegebb időjárás a jellemző. A száraz, alföldi, öntözhető vidékeken a magtermesztés igen sikeres lehet. A növény biológiájához igazodva a második év második kaszálása alkalmas magtermesztésre. Az első növedéket még bimbózás előtt kell levágni, így a második virágzás július elején, közepén várható. A vöröshere fejlődéséhez a két legfontosabb mikroelem a molibdén és a bór. A Wuxal készítmény 2% bórt tartalmaz. A szuszpenzióval a maghozó vörösherét virágzás elején permetezzük (8 liter/ha). Tapasztalatok szerint a magtermést 15-20%-kal növeli (Mckenna et al., 2018).

Vetőmagtermesztés szempontjából különösen fontos a beporzás, hiszen ez a magtermés alapja. A vörösherét megporzó fajok legtöbbjeinek a kötött talaj nyújt kedvező fészkelési lehetőséget, amiért a kötött talajú táblákon találtuk legmagasabbnak a vadméh mennyiségét. A közép-kötött talajokon 10-15%-kal, a homoktalajú területeken kb. 60-70%-kal kevesebb vadméh volt, mint kötött talajú táblákon. Különösen a hosszú rajzású két nemzedékű fajok mennyisége volt kisebb. Az eredmények alapján egyértelmű, hogy kötött talajú táblákra kell telepíteni a vörösherét. Ha a vadméhek teljes rajzási időszakában megfelelő táplálékforrás áll rendelkezésükre, utódaik számára megfelelő mennyiségű táplálékot gyűjthetnek. Az utódok száma ezért 1-2 év alatt eléri az elérhető maximális értéket. Táplálósávok telepítése útján elérhetjük a megcsappant népesség elszaporodását. Rövid rajzású fajok legalkalmasabb tápnövénye a lucerna. A közepes rajzású megporzók táplálékellátását a lucernás mellé telepített szöszbükköny és pannonbükköny sávokkal oldhatjuk meg. A hosszú rajzású, két nemzedékű fajok elszaporítása érdekében káposztarepce és somkóró sávokat telepítsünk a lucernás mellé. Fészkelési lehetőségek megteremtése céljából ezért a lucernás környékén tanácsos fészkelősávot létesíteni. A vadméhek egyrésze csupasz talajon, a legtöbb faj azonban fűvel gyéren benőtt helyeken él, amiért a korábbiakkal ellentétben ne sima talajú, hanem gyér fűvű fészkelősávokat létesítsünk. Ezeket lucernások és táplálósávok mellett létesítsük.

A vetőmagtermesztés sikerét befolyásoló tényezők:

- A száraz meleg időjárás a vöröshere megkötésére is kedvező. Ilyen időjárás nemcsak a sikeres megtermékenyülést biztosítja, hanem a megporzást elvégző rovarok is csak ebben az esetben tevékenykednek.

- A talaj foszfor és kálium ellátottsága szintén fontos tényezője a jó magtermésnek.

- Mindazonáltal az állati kártevők elleni védekezés hiánya sok esetben teljesen megghiúsítja a magtermesztést.

- Legjobb magtermést rendszerint a második év második kaszálásától várhatjuk.

- A sikeres magkötést rendszerint a vöröshere legveszedelmesebb rovarkártevője, a cickánybogár vagy ápcion veszélyezteti. Ez ellen úgylis védekezhetünk, ha az első kaszálást a szokottnál korábban végezzük. Túlságosan buja vörösherénél a korai kaszálás viszont azt eredményezheti, hogy a sarjadzás is erőteljesebb lesz a kívánatosnál, ami viszont magkötésre nem előnyös.

- Általában kedvezőbb, ha a magtermesztésre kijelölt tábla vagy táblarész kissé ritkább állományú. A ritkább állomány azonban semmiképpen se elgyomosodott vöröshere táblát jelentsen.

- A magkötést a kálium-és foszforműtrágyák használata kedvezően befolyásolja. Ezt tehát vöröshere vetésekor ne mulasszuk el.

- Az első növedéket még bimbózás előtt kell levágni, így a második virágzás július elején várható. Virágzáskor száraz, meleg időjárás kedvező.

- A megtermékenyüléshez, tehát a sikeres magkötéshez szükséges virágmegporzást főként a poszméhek végzik el. Vöröshere magot rendszeresen termeszto gazdaságokban tehát elő kell segíteni ezek szaporodását. Háborítatlan, bokros, csalitos területek, erdőszélek, erdősávok jó fészkelő helyek a poszméh számára. A tábla szélein létesített, ledöngölt töltésekkel elősegíthetjük a fészkelésüket. Továbbá kaptárak kihelyezése (házi méh), vöröshérés cukorszirup etetés, korábban virágzó növények telepítése, környező virágforrások lekaszálása ugyancsak elősegíti a megporzást.

- Fontos, hogy a vetésállomány gyommentes legyen.

- A vöröshere táblát mindig kísérjük figyelemmel. Virágzás előtt a kártevők, virágzáskor és virágzás után a magkötés szempontjából. Ha a virágzatban átlagosan hatnál több ápcion lárvát találunk, nem célszerű magtermésre meghagyni a vörösherét. Ebben az esetben takarmányként még mindig jól hasznosíthatjuk. A termés nagysága tág határok között mozog, többnyire 100-300 kg körüli. Kedvezőtlen időjárás vagy nagyobb rovarkár esetén lecsökkenhet 50 kg-ra is, kedvező esetben viszont elérheti a 400-500 kg-ot (Tóth et al., 1956).

Az öntözés szerepe a vörös here termesztésében

Az öntözésnek a vöröshere termesztésében – ellentétben a lucernával – mind a takarmányelőállításban, mind a vetőmagtermesztésben fontos szerepe van. Takarmányelőállításban azokban a régiókban szükséges öntözni, ahol az éves csapadékmennyiség nem éri el a 600 mm-t. Nem szabad azonban elfeledkezni a csapadék éven belüli eloszlásáról sem. A magtermesztésben az öntözés jelentősége a lucerna kivételével a többi pillangósnál előtérbe kerül (a lucerna bő vízellátásban leromlik). Az öntözéses termesztés legelső fázisa a kelesztő öntözés, mely száraz tavaszon éppúgy szükséges, mint egy nyár végi telepítéskor fellépő száraz időszakban. Adagja általában 15-20 mm, amivel a felső 5 cm -t kell csak átnedvesítenünk ahhoz, hogy beinduljon a csírázás és a növény fejlődése. A következő öntözésre optimális esetben csak tavasz végén, nyár elején kerül sor. Az egyes kaszálások után egyszeri 50-80 mm-es öntözéssel biztosíthatjuk jó termésünket. Az a fontos, hogy a talaj felső 30-35 centiméteres szelvénye átnedvesedjen. Kerülni kell a gyakori, kis adagú (10-15 mm) öntözést, mivel így nagyon megnő a párolgási veszteség. Ügyelni kell arra is, hogy az öntözés fokozza a tápanyagszükségletet is. Akár kétszeres adagú műtrágyát is használhatunk az öntözés nélküli termesztéshez képest. Minden öntözés előtt vagy az öntözővízzel együtt célszerű nitrogénműtrágyát kijuttatni. Mindenképpen esőztető öntözés javasolt, mivel így a páratartalmat is növelni tudjuk, amit a növény meghálál. Módszerét tekintve lehet csévéldobos, lineár rendszerű, illetve center pivot rendszerű is. A csévéldobos rendszert esetleg kiegészíthetjük egy konzollal is, így a rajtuk elhelyezett kisebb szórófejek használatával még előnyösebb páratartalmat érhetünk el, és elkerüljük a nagy szórófej okozta esetleges növénydőlést, sérülést is. Öntözéssel elérhető a „szárazon” termelt termésátlag kétszerese is, megfelelő mennyiségű tápanyagutánpótlás biztosítása mellett (Szabó, 1981).

Agrárerdészeti bemutatása

Az agrárerdészet egy olyan mezőgazdasági termelési módszer, amely az erdőgazdálkodás és a mezőgazdaság kombinációjából jön létre. Az agrárerdészeti rendszer célja a hosszú távú fenntartható mezőgazdasági termelés elősegítése, az ökológiai sokféleség megőrzése és az élelmiszerbiztonság javítása. Az agrárerdészeti rendszerben a növényeket és az állatokat az erdőökoszisztémára alapozva termesztik, amely magában foglalja az árnyékolt termelési területeket, a különböző növényfajok használatát és a talajtakarás fenntartását. Az agrárerdészeti rendszer kiválóan alkalmazkodik a klímaváltozáshoz, mivel növeli a talaj széndioxidtároló képességét, csökkenti az eróziót, javítja a talaj minőségét, és csökkenti a vegyszer használatát. Az agrárerdészeti rendszer fenntartható mezőgazdasági termelést biztosít, amely segít megőrizni az ökoszisztéma stabilitását és fenntarthatóságát (Zamozny, 2020).

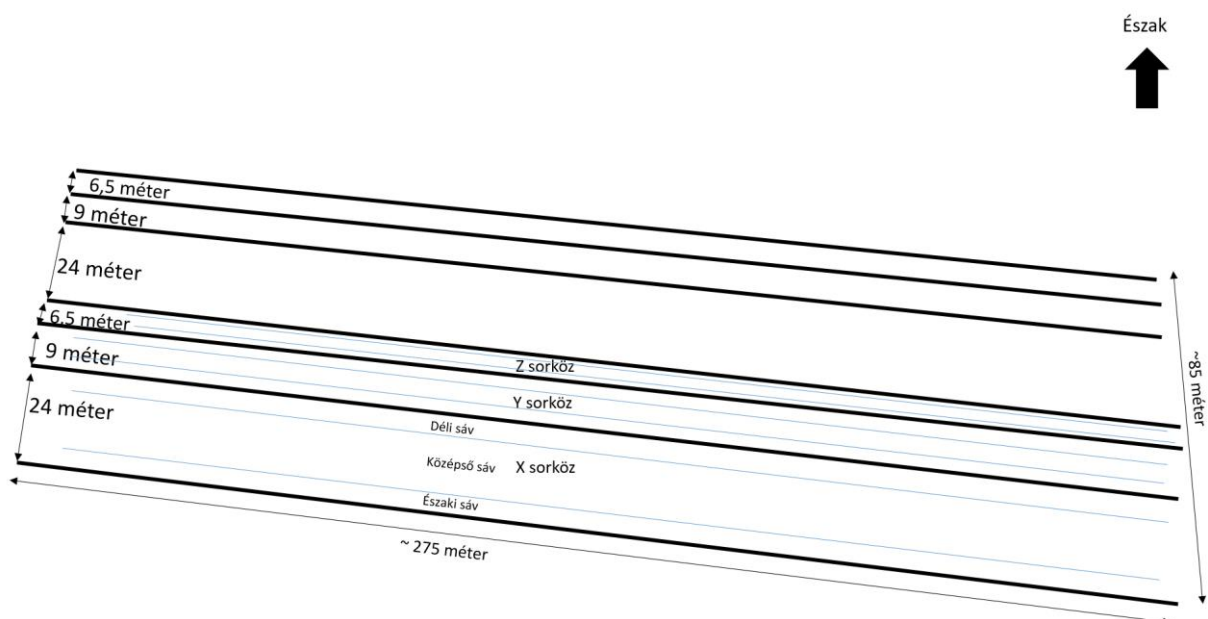
Néhány példa az agrárerdészet alkalmazására:

- Mexikó: Mexikóban az agrárerdészeti rendszert széles körben alkalmazzák, különösen az ökológiai gazdálkodás területén. A mexikói agrárerdészeti terület 2018-ban körülbelül 1,1 millió hektár volt.
- Kína: Kínában az agrárerdészeti rendszert a Szélvédő és Homokdűnék Kontroll Programjának (SWCCP) keretében alkalmazzák, amely a sivatagos területek zöldítésére és fenntarthatóbbá tételére irányul. 2019-ben az agrárerdészeti terület Kínában elérte a 35,7 millió hektárt.
- Indonézia: Indonéziában az agrárerdészeti rendszer a kókuszpálma és a pálmaolajültetvényekben terjedt el. 2018-ban Indonéziában az agrárerdészeti terület nagyjából 4 millió hektárt tett ki.
- Tanzánia: Tanzániában az agrárerdészeti rendszer része az ország zöld gazdaságfejlesztési stratégiájának. 2019-ben az agrárerdészeti terület Tanzániában elérte a 631 ezer hektárt. (FAO, 2019)

Anyag és módszer

Kísérleti tér bemutatása

Vizsgálatunkat Békés megyében, Szarvason a MATE KÖTI ÖVKI Műszaki Telepén végeztük. 2020-ban fűz energiaültetvényt átalakítottunk agrárerdészeti rendszerré (2,7 ha). Az átalakítás során 6 fasor maradt meg a területen. 2021 tavaszán vöröshere telepítettünk vetőmagtermesztési céllal (fajta: Diana, Medicago Kft.) a különböző távolságú fasorok közé. Három sortávolságot alakítottunk ki: X sorköz=24 méter, Y sorköz=9 méter és Z=6,5 méter (I. ábra).



I. ábra. Agrárerdészeti tér kísérletének rajza

A vöröshere első évében megfigyeltük, hogy a nyugat-keleti fekvésű fasorok árnyékában a vöröshere magasabbra nőtt és dúsabb, ugyanakkor a virágzás később kezdődött és kevesebb mag beérése volt valószínűsíthető ebben a keskeny sávban, mint az árnyékmentes területen. Az első éves megfigyelésre alapozva minden sorközben (X, Y, Z) kijelöltünk három sávot: északi sáv a fasorok északi oldalán található ~1,5 méter szélességben, a déli sáv a fasorok déli oldalán található szintén ~1,5 méter szélességben, a harmadik sáv minden sorköz esetén az északi és déli sáv közötti részeket jelenti. A középső sáv szélessége X sorköz esetén 21 méter, Y sorköz esetén 6 méter, Z sorköz esetén 3,5 méter (I. ábra).

Termesztéstechnológia

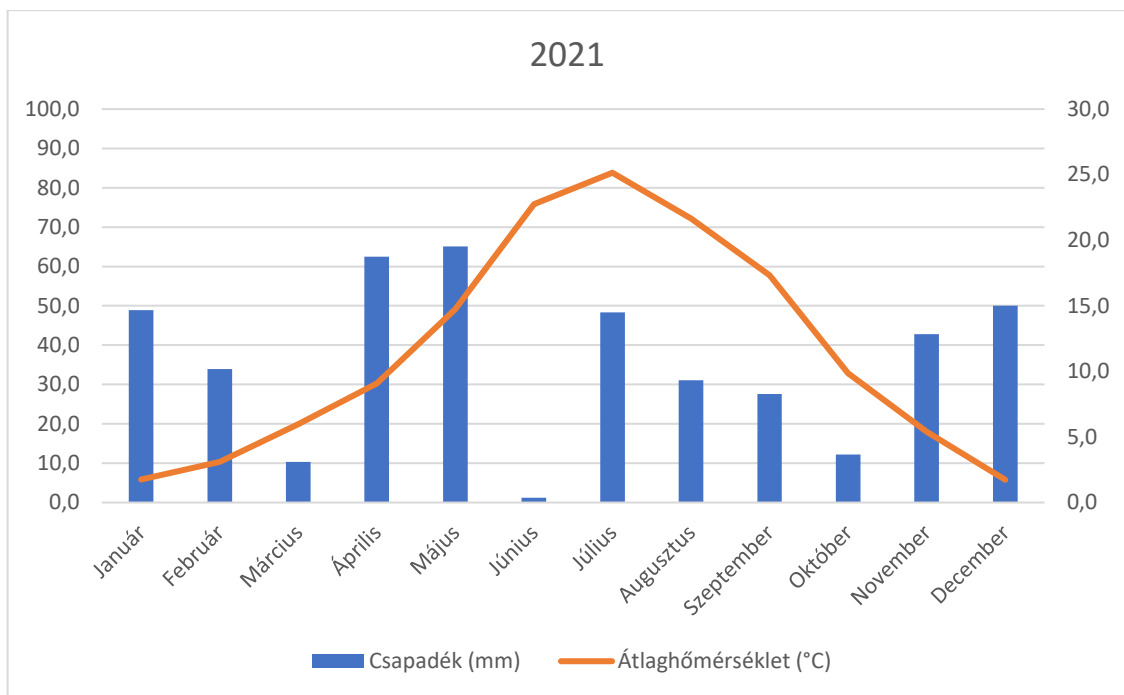
2020 decemberben történt a szántás, majd 2021 márciusban talajelőkészítés zajlott: tárcsázás (03.04-05.), kombinátorozás (03.08.), kombinátorozás tömörítő hengerrel (03.09.). Március végén vetettünk (03.25.) 12 kg/ha vetőmagmennyiséggel (fajta: DIANA, Medicago Kft.). Július 8-9-én Körös-holtágából öntöztük (50 mm).

Az első kaszálás július 16-án volt, 21-én rendsodrozás, 23-án bálázás és lehordtuk a területről. Július 28-29-én újra öntöztünk (50 mm). Az első évben magtermést arattunk, 2021. október 5-én, a teljes magtermés 440 kg volt. Második évben az első kaszálás 2022. május 19-én történt. Május 24-én öntöztünk (45 mm). Következő öntözések: június 7.: 90 mm és június 20.: 50 mm. A második évben az aratás a második növedékről történt augusztus 6-án, magtermés 520 kg volt.

Kísérleti évek időjárása

Vizsgálataink objektív értékeléséhez mindenképp szükséges az adott időszak időjárásának ismerete. Jelen esetben kiemelt fontosságú a vegetációs időszak időjárása egészen az aratásig. Az időjárás döntően befolyásolhatja a vöröshere fejlődését, virágzását, magkötését, érését. Ezen belül a csapadéknak különösen fontos szerepe van, mind a növény fejlődésére, tápanyagfelvételére, magnevelésére. Nem utolsósorban kihatással van az öntözés mennyiségére, gyakoriságára, intenzitására és időzítésére. A következő ábrákon és táblázatokon 2021 és 2022-es év időjárását követhetjük nyomon, különös figyelemmel az átlaghőmérsékletre, a csapadék mennyiségére és eloszlására.

A 2021-es évi csapadék eloszlását tekintve átlagosnak mondható, egyetlen kirívó időszakot leszámítva. Júniusban gyakorlatilag nem volt számottevő csapadék (2. ábra). Hőmérsékletben is szép egyenletes volt az eloszlás. Csapadékmennyiségben már nem mondható átlagosnak, megközelítőleg 100 mm-rel hullott kevesebb, mint a sokéves átlag (4. táblázat). Az éves átlaghőmérséklet megfelel a sokéves átlagnak, a minimum és maximum értékek sem nevezhetők szélsőségesnek.



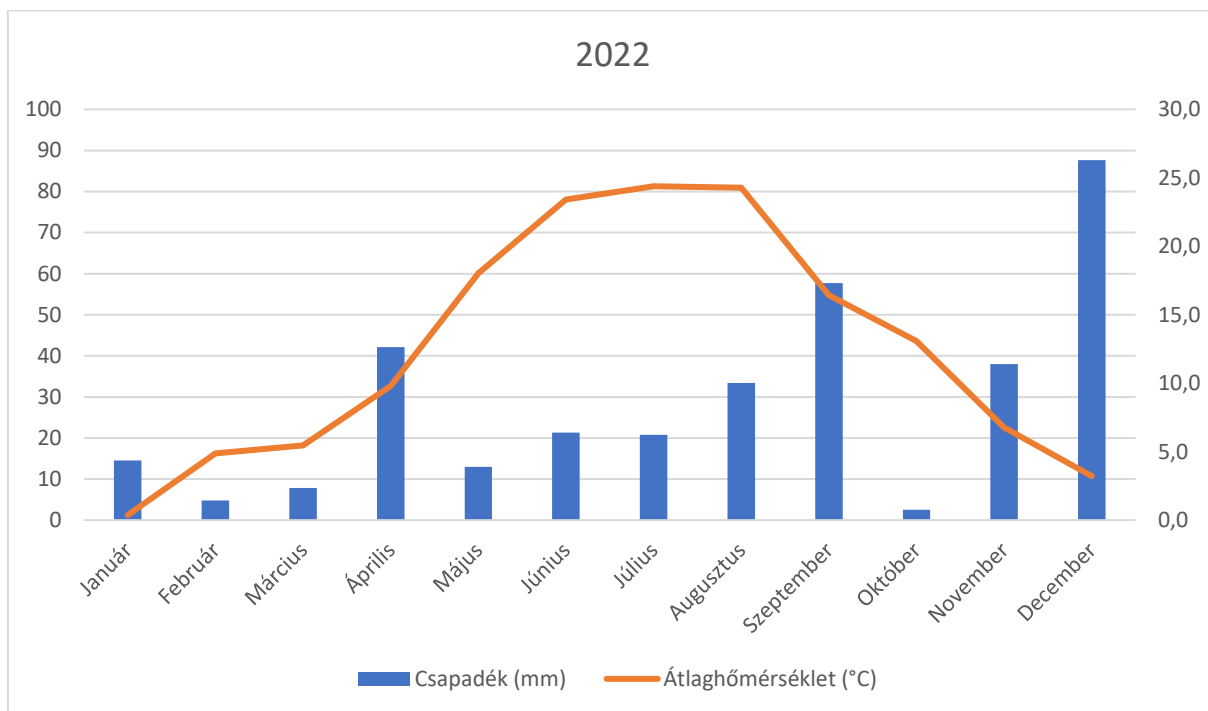
II. ábra. 2021-es év csapadék és átlaghőmérséklet eloszlása Szarvason

IV. táblázat. A 2021-es év fontosabb időjárási adatai Szarvason

2021				
	Csapadék (mm)	Átlaghőmérséklet (°C)	Min.Hőm.(°C)	Max.Hőm. (°C)
Január	48,9	1,8	-8,4	11,6
Február	33,9	3,1	-12,1	19,7
Március	10,3	6,0	-7,0	19,4
Április	62,5	9,1	-4,8	25,1
Május	65,1	14,8	2,3	28,8
Június	1,2	22,7	7,6	37,5
Július	48,3	25,1	14,5	37,5
Augusztus	31,1	21,7	9,3	37,2
Szeptember	27,6	17,3	4,5	30,9
Október	12,2	9,9	-1,3	25,0
November	42,8	5,4	-4,9	20,4
December	50,0	1,7	-5,8	14,4
2021 összes/átlag	433,9	11,5	-12,1	37,5

A 2022-es év már nem volt átlagos időjárású szinte semmilyen szempontból. A csapadék eloszlása igen nagy szélsőségeket mutat (3. ábra). Az átlaghőmérsékleti görbéről jól

leolvasható, hogy a nyári csúcshőmérséklet szinte három hónapig folyamatos volt, míg 2021-ben ez csak júliusban tapasztalható. Az éves átlaghőmérséklet is egy fokkal magasabb volt az amúgy sem alacsony 2021-es évhez képest. A legmagasabb hőmérséklet pedig egy tizeddel maradt csak el a 40 °C foktól (5. táblázat).



3. ábra. A 2020-es év csapadék mennyisége és átlaghőmérséklete Szarvason

5. táblázat. A 2022-es év fontosabb időjárási adatai Szarvason

2022	Csapadék (mm)	Átlaghőmérséklet (°C)	Min.Hőm.(°C)	Max.Hőm.(°C)
Január	14,5	0,4	-11,5	15,2
Február	4,8	4,9	-4,8	16,1
Március	7,8	5,5	-7,7	23
Április	42,1	9,8	-2,9	23,4
Május	13	18,0	4,8	31,4
Június	21,3	23,4	9,8	37,6
Július	20,8	24,4	9,5	39,9
Augusztus	33,4	24,3	15,4	37,6
Szeptember	57,7	16,4	4,7	30,3
Október	2,5	13,1	0	22,9
November	38,0	6,8	-1,8	18,3
December	87,6	3,2	-5,7	14,1

2022 összes/átlag	343,5	12,5	-11,5	39,9
------------------------------	--------------	-------------	--------------	-------------

Vizsgálati módszerek

Vizsgálatainkat 2022 nyarán végeztük az agrárerdészeti rendszerben. A méréseket a terület déli X, Y, Z sorközeiben végeztük el. A mérési/mintavételi pontok kijelölésénél minden vizsgálatnál a tájolást is figyelembe vettük (északi, középső, déli sávok).

Vöröshere fenológia

2022. július 12-én vöröshere egyedeken vizsgáltuk a következő paramétereket: gyökérhossz, hajtáshossz, hajtásszám, tömeg és a virágok száma. A növénymintavétel során minden sorközben (X, Y, Z) és minden sávban (északi, középső, déli) 25 ismétlésben gyűjtöttünk egy-egy vörös here egyedét a mérések elvégzéséhez. A virágok számát a következőképpen határoztuk meg. A mintavétel alatt a vöröshere táblán virágbimbók már szinte nem voltak megtalálhatóak, lilaszirmú virágok és barna, magkezdeménnyel rendelkező virágzatok voltak elkülöníthetőek. Ez a virágzási állapot alkalmasnak tűnt arra, hogy az agrárerdészeti rendszerben létrejövő fasorok árnyékainak a virágzás idejére gyakorolt hatását megfigyeljük.

Vöröshere biomassa

2022. június 26-án biomasszatömeget mértünk. A mérés során minden sorközben (X, Y, Z) és minden sávban (északi, középső, déli) 4 ismétlésben 1 m² területet lekaszáltunk és a föld feletti friss, zöld növényi részek tömegét együttesen mértük (szár + levél).

Takarmányminőség vizsgálatok

A biomasszamérés során lekaszált mintákból (összesen 36 db, minden sorközben (X, Y, Z) és minden sávban (északi, középső, déli) 4 ismétlésben) laboratóriumban takarmányminőség meghatározás történt a MATE Egyetemi Laborközpont Agrártudományi Vizsgálólaboratóriumában, Kaposváron hazai szabványok szerint (6. táblázat).

6. táblázat. Takarmányminősítés módszerei

Nyersfehérje tartalom	MSZ EN ISO 5983-2:2009
Nyerszsír tartalom	MSZ 6830-19:1979 (visszavont szabvány)
Nyersrost tartalom	152/2009/EK III/I
Nyershamu tartalom	MSZ 5984: 1992 (visszavont szabvány)

Talajvizsgálatok

A kísérlet során helyszíni talajméréseket végeztünk és talajmintákat is gyűjtöttünk. Az in-situ mérések célja a talajnedvesség mérése volt. A mérési pontok kijelölése során a korábban leírt módszert alkalmaztuk: minden sorközben és minden sávban megmértük a talajnedvességét. A méréseinket a faszorokra merőlegesen, katéna mentén végeztük. Mindkét mérési alkalom (2022. 05. 31. és 2022. 06. 27.) során két-két katénát vettünk fel. Egy katénán tehát 9 mérési helyünk volt: X sorköz északi sáv, X sorköz középső sáv, X sorköz déli sáv, Y sorköz északi sáv, Y sorköz középső sáv, Y sorköz déli sáv, Z sorköz északi sáv, Z sorköz középső sáv, Z sorköz déli sáv. Minden mérési helyen 4 ismétlésben mértünk. A mérést penetrométerrel végeztük. Az eszköz a talajnedvességet térfogatszázalékban méri 100 cm mélységig. Az aszályos évnek köszönhetően az öntözések ellenére a szonda csak 40-50 cm mélységig hatolt a talajba, ezért egységesen csak a 0-40 cm talajréteg eredményeit vettük figyelembe az elemzés során.

A talajmintavétel 2022. május 19-én történt, 12 db átlag talajmintát vittünk a laboratóriumba bővített talajvizsgálati elemzésre (7. táblázat). Az átlagminták (10 részmintából álltak) reprezentálták az alábbi sávokat: faszor, X sorköz déli sáv, Y sorköz déli sáv, Z sorköz déli sáv, X sorköz északi sáv, Y sorköz északi sáv, Z sorköz északi sáv, X sorköz középső sáv, Y sorköz középső sáv, Z sorköz középső sáv.

7. táblázat. Laboratóriumi vizsgálatok módszerei

Vizsgált paraméter	A vizsgálat típusa	A vizsgálati módszer
Laboratóriumi mérések:		
pH (KCl)	potenciometria	MSZ-08-0206-2:1978 2.1.szakasz
Arany-féle kötöttségi szám (K_A)	plaszticitás	MSZ-08-0205:1978 5.1.szakasz
Vízben oldható összes só	konduktometria	MSZ-08-0206-2:1978 2.4.szakasz
Szénsavas mész	volumetria	MSZ-08-0206-2:1978 2.2.szakasz
Humusz	fotometria	MSZ-08-0210:1977 2.1.szakasz
Nitrit + nitrát - N (KCl)	FIA spektrofotometria	MSZ 20135:1999 5.4.5.szakasz
Foszfor-pentoxid (AL)	FIA spektrofotometria	MSZ 20135:1999 5.4.2.szakasz
Kálium-oxid (AL)	AAS - láng	MSZ 20135:1999 5.2.szakasz
Nátrium (AL)	AAS - láng	MSZ 20135:1999 5.2.szakasz
Magnézium (KCl)	AAS - láng	MSZ 20135:1999 5.2.szakasz
Réz (EDTA)	AAS - láng	MSZ 20135:1999 5.2.szakasz
Mangán (EDTA)	AAS - láng	MSZ 20135:1999 5.2.szakasz
Cink (EDTA)	AAS - láng	MSZ 20135:1999 5.2.szakasz
Szulfáttartalom (KCl)	spektrofotometria	MSZ 20135:1999 5.4.1.1.szakasz

Statisztikai módszerek

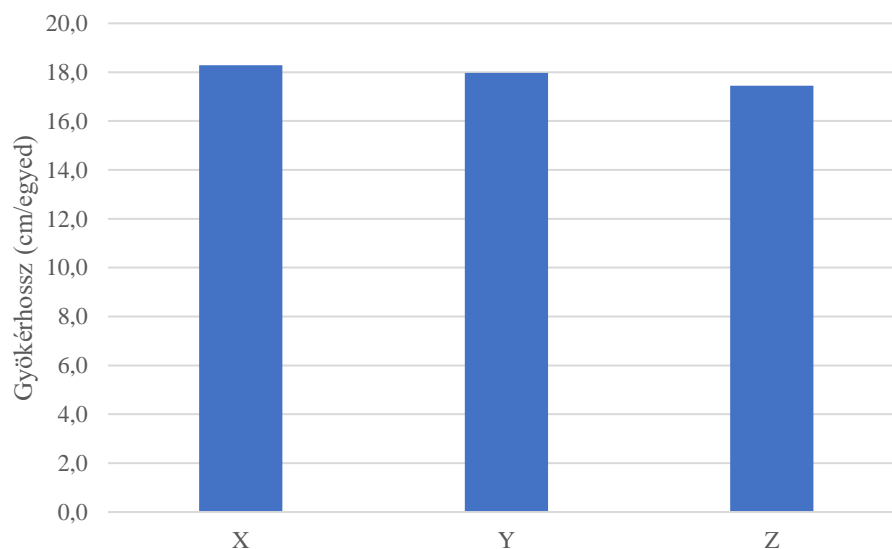
Az adatok elemzése során az X, Y, Z sorközök közötti különbséget és a tájolástól függő sávok közötti különbségeket (gyökérhossz, hajtásszám, hajtáshossz, egyedi tömeg, biomassa paraméterek esetén) egymástól függetlenül, egytényezős ANOVA-val elemeztük. A csoportok közötti különbségek leírásához a Tukey-tesztet alkalmaztuk. A csoportokat a táblázatokban a, b indexekkel jelöltük. A próbákat 95% szignifikancia szinten végeztük. A próbák előtt minden esetben vizsgáltuk az adatok normál eloszlását és a homogén variancia (szórásnégyzet) meglétét.

Eredmények és értékelésük

Vöröshere fenológiai adatai

Gyökérhossz: A növények gyökerei a talajban keresztül felveszik a víz- és tápanyagokat, és biztosítják a növény számára a stabilitást. A gyökerek hossza és elágazottsága hatással lehet a növény vízfelvételére, mivel a gyökerek több vízforráshoz tudnak hozzáférni, és ezzel javíthatják a növény vízellátását. A nagyobb gyökérhossz növelheti a növény víz- és tápanyagfelvételét, ami javítja a növény növekedését és terméshozamát.

A különböző távolságú sorközökben (24 m, 9 m, 6,5 m) mért átlagos gyökérhossz között nem volt szignifikáns különbség ($n=75$, $p=0,579$, ANOVA). (4. ábra)



4. ábra. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban mért vörös here gyökerének átlagos hossza (cm/egyed gyökér)

A 8. táblázatból kiolvasható, hogy az x sorközben az északi tájolás szignifikánsan alacsonyabb értéket produkált, mint a középtájolás. Az y sorközben szintén az északi tájolás adta a legkisebb értéket, bár nagyon kis eltéréssel. A z sorközben is az északi tájolásban találtuk a legrövidebb átlagos gyökérhosszt. A legjobb eredményeket az x sorközben a középtájolás, az y sorközben szintén a középtájolás, míg a z sorközben a déli tájolás, hozzáátéve, hogy ebben az esetben is elenyésző különbséggel (8. táblázat).

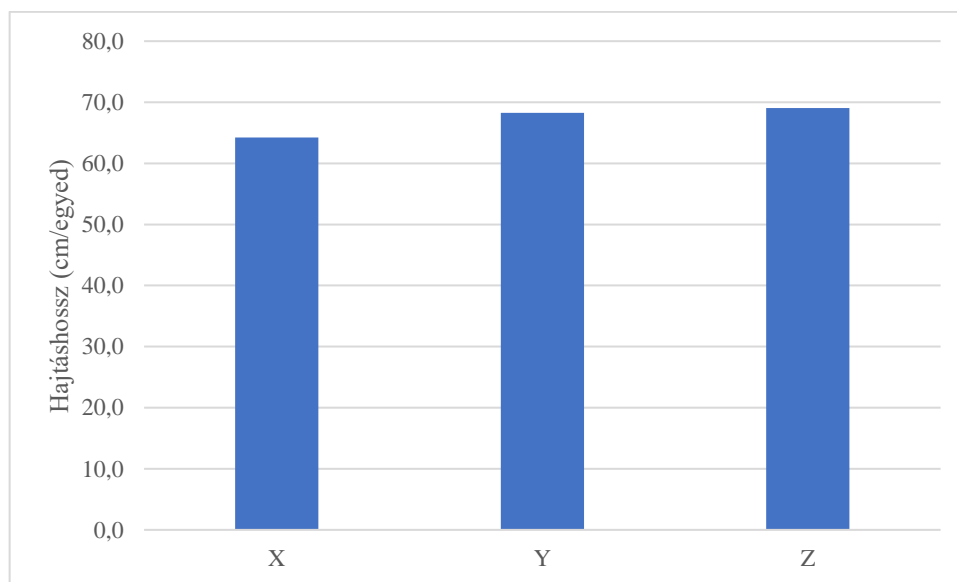
8. táblázat. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban tájolás szerint mért vörös here átlagos gyökérhossz (cm/gyökér) eredmények

	X	Y	Z
cm/gyökér	átlag±szórás		
dél	18,0±4,2 ^{ab}	17,5±5,0 ^a	18,2±3,3 ^a
észak	16,5±4,2 ^a	16,6±4,9 ^a	16,6±5,0 ^a
közép	20,5±5,0 ^b	19,7±4,8 ^a	17,6±4,1 ^a

Megjegyzés: n=25.

Hajtáshossz: a hajtás hossza nagy mértékben befolyásolhatja a termés mennyiségét és minőségét.

A 24 méteres sorközben (X) mért növényegyedek átlag hajtáshossza kisebb, mint a 9 és 6,5 méteres sorközökben (n=75, p=0,001, ANOVA), (5.Ábra).



5. ábra. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban mért vörös here hajtásainak átlagos hossza (cm/egyed)

A 9. táblázatban látható, hogy x sorközben a déli tájolásban szignifikánsan kisebb a hajtáshossz, mint az északi és a közép tájolásban. Az is jól látható, hogy az y sorközben a középtájolású

egyedek adták a leghosszabb hajtásokat, míg a z sorközben nem volt számottevő az egyes tájolások közötti különbség (9. táblázat).

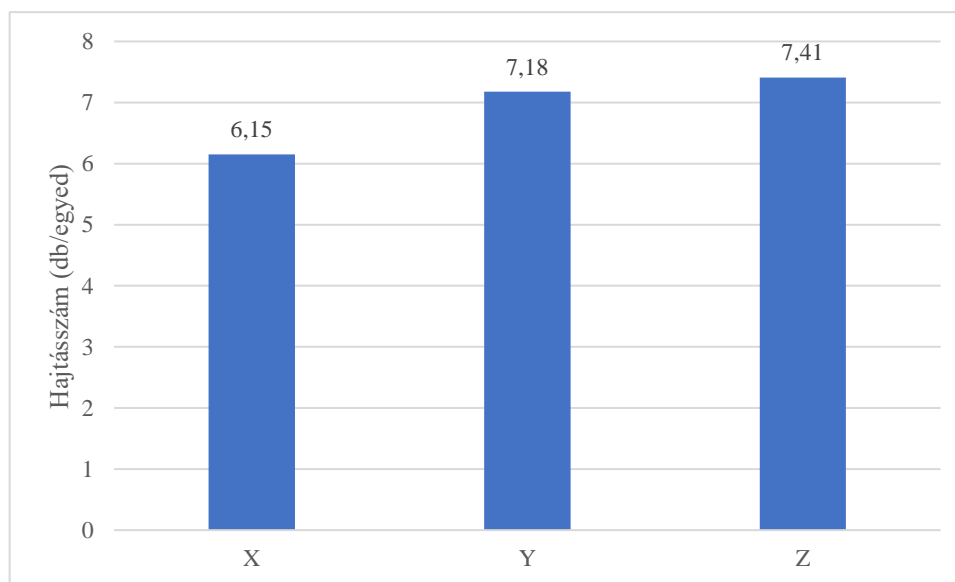
9. táblázat. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban tájolás szerint mért vörös here átlagos hajtáshossz (cm/egyed) eredmények

	X	Y	Z
cm/egyed	átlag±szórás		
dél	52,9±7,5 ^a	66,5±5,3 ^a	68,7±7,5 ^a
észak	68,2±6,7 ^b	65,9±6,5 ^a	68,1±6,4 ^a
közép	69,4±6,4 ^b	71,7±7,1 ^b	70,5±7,1 ^a

Megjegyzés: n=25.

Hajtásszám: Általánosságban elmondható, hogy a hajtásszám – megfelelő termesztési rendszerben – növeli a vöröshere magtermésének mennyiségét.

A 24 méteres sorközben (X) mért növény egyedek átlag hajtásszáma kevesebb, mint a 9 és 6,5 méteres sorközökben (n=75, p=0,011, ANOVA). (6. ábra)



6. ábra. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban mért vörös here átlagos hajtásszáma (db/egyed)

Az 10. táblázatból kiolvasható, hogy a 9 m-es és a 6,5 m-es sorközökben termesztett vöröshere nagyobb számú hajtást nevel, mint a 24 m-es sorközben. A tájolásnak ebben az esetben kisebb a jelentősége, de a déli és északi – tehát árnyékolt területen – több hajtás mutatkozott (10. táblázat).

10. táblázat. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban tájolás szerint mért vörös here átlagos hajtásszám (db/egyed) eredményei.

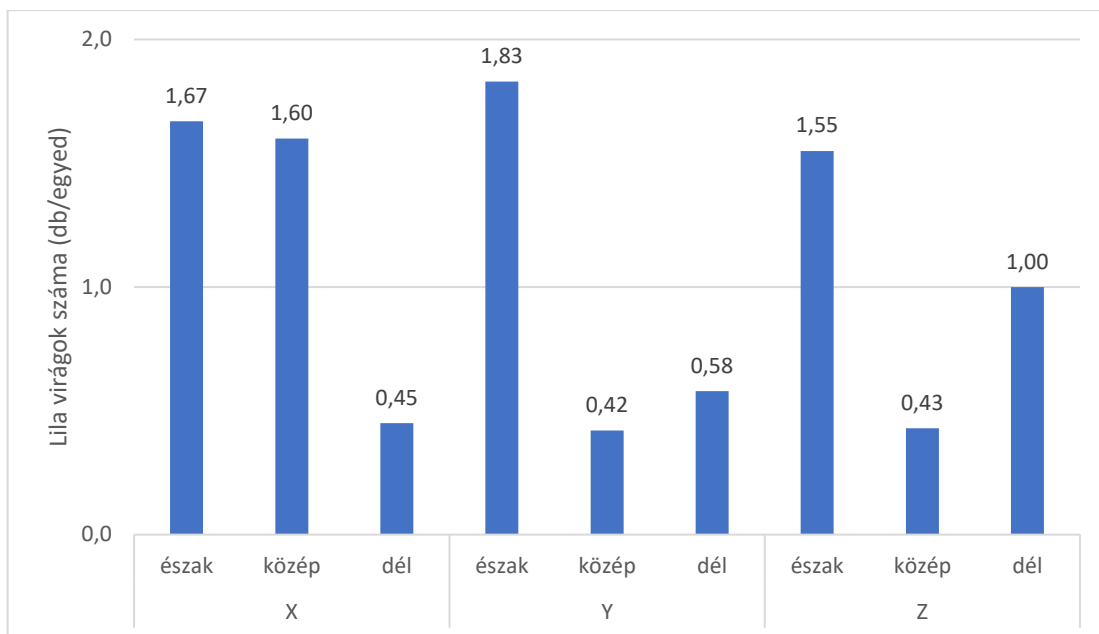
	X	Y	Z
(db/egyed)	átlag \pm szórás		
dél	7 \pm 2 ^a	8 \pm 2 ^b	7 \pm 3 ^a
észak	5 \pm 2 ^a	8 \pm 3 ^b	8 \pm 3 ^a
közép	7 \pm 2 ^a	6 \pm 2 ^a	7 \pm 2 ^a

Megjegyzés: n=25, a, b indexek a Tukey-féle csoportok közötti szignifikáns különbséget jelentik.

Vöröshere virágzása:

Lila virágok száma/növény

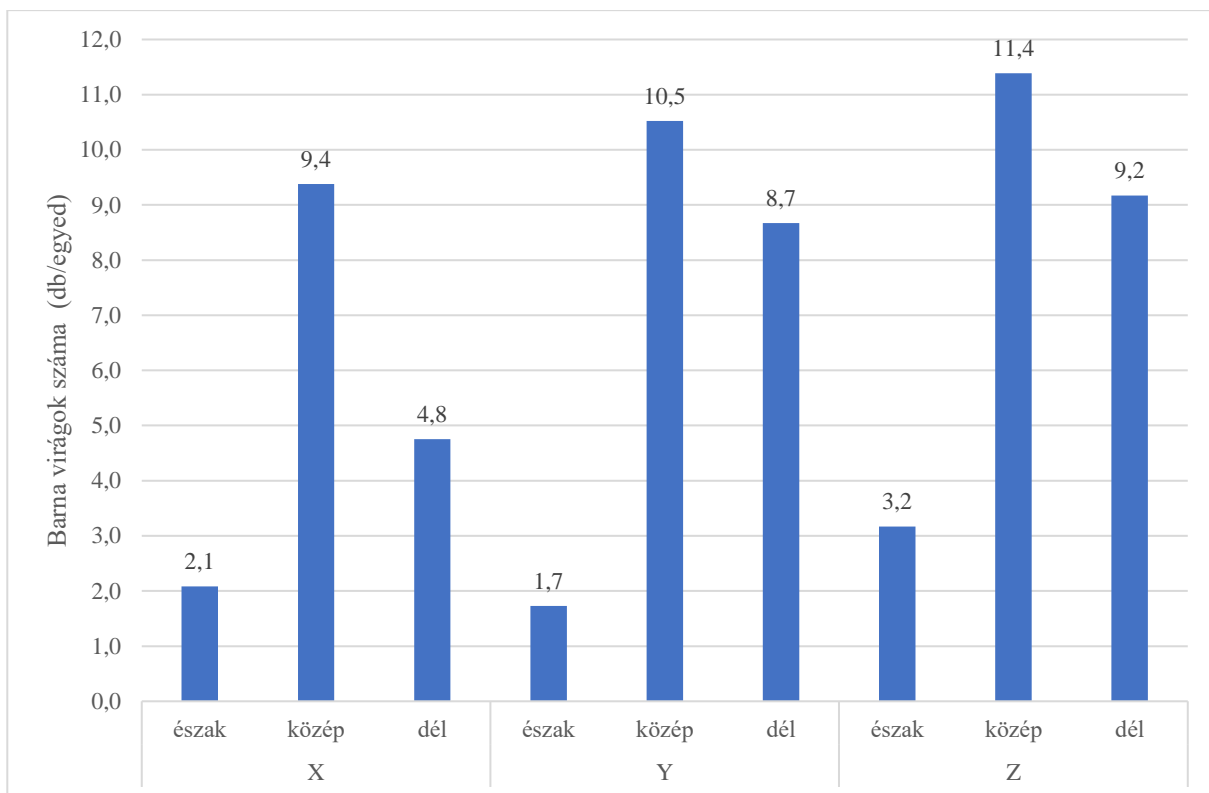
Jól látható, hogy a 24 m-es sorközben a déli tájolású növényeken volt a legkevesebb lila virág. A 9 m-es sorközben a közép és a déli tájolás szinte azonos eredményt mutatott. A 6,5-es sorközben pedig a középtájolású növényeken találtuk a legkevesebb lila virágot. A legtöbbet mindhárom sorközben egyértelműen az északi tájolásban termesztett növényeken találtuk. (7. ábra)



7. ábra. Az agrárerdészeti rendszerben különböző sortávolságon, különböző tájolásban termelt vöröshere átlagos lila virág száma (virág/növény)

Barna virág (virág/növény)

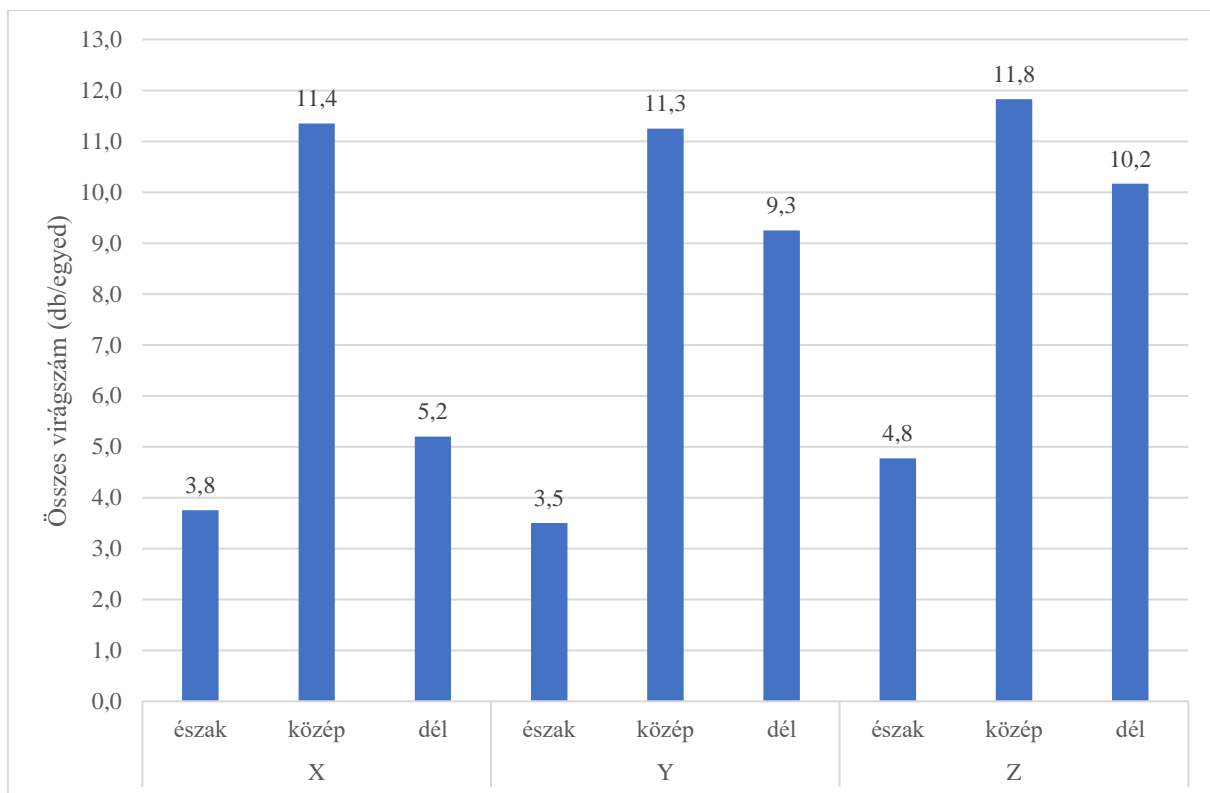
A 12-es ábráról egyértelműen leolvasható, hogy a legkevesebb barna virágot mindhárom sorközben az északi tájolású növények adták. A legtöbbet pedig egyöntetűen mindhárom sorközben a középtájolású növények hozták. (8. ábra)



8. ábra. Az agrárerdészeti rendszerben különböző sortávolságon, különböző tájolásban termelt vöröshere átlagos barna virág száma (virág/növény)

Összes virág (virág/növény)

Az összes virágszám vizsgálat is a barna virág vizsgálat arányait és eloszlását mutatta ki. Tehát a legkevesebb összes virágszámot mindhárom sorközben az északi tájolás adta. A legtöbbet pedig mindhárom sorközben a középső tájolás hozta. (9. ábra)

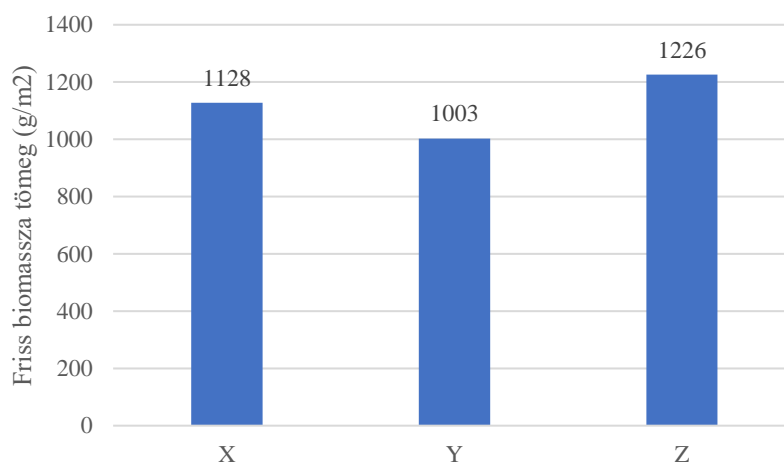


9.ábra. Az agrárerdészeti rendszerben különböző sortávolságon, különböző tájolásban termelt vöröshere átlagos összes virág száma (virág/növény)

Vöröshere biomasszatömege:

biomassza átlagtömeg négyzetméterenként

A különböző távolságú sorközökben (24 m, 9 m, 6,5 m) mért biomassza tömegek között nem volt szignifikáns különbség ($n=12$, $p=0,493$, ANOVA). (10. ábra)



10. ábra. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban mért átlag biomassa (friss tömeg, g/m²) eredmények

A 11. táblázatban láthatjuk, hogy az északi oldalon mértük mindhárom sorköznél a legkisebb értéket, illetve középen a legnagyobbat, szintén mindhárom sorközben. Azt is észrevehetjük, hogy csak legkisebb „z” jelű sorközben szignifikánsan kisebb az érték a középtájoláshoz képest (11. táblázat)

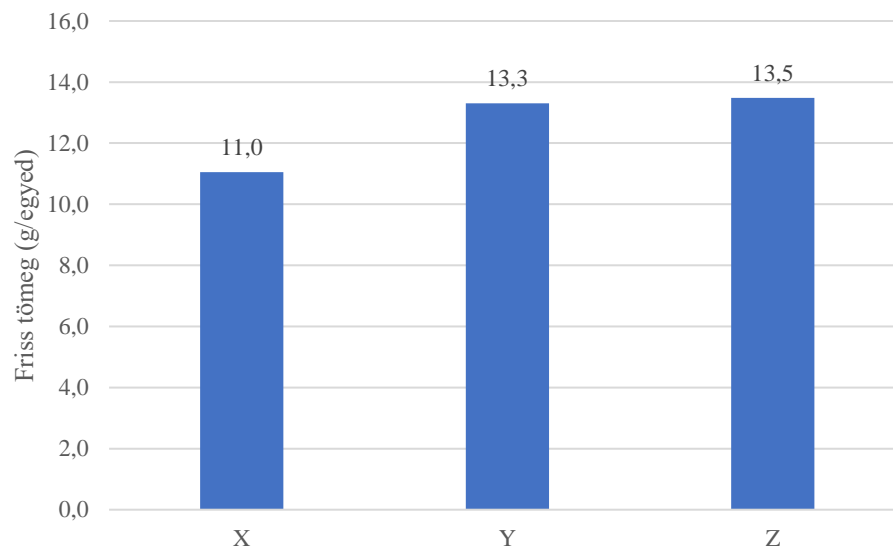
11. táblázat. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban tájolás szerint mért biomassa (friss tömeg, g/m²) eredmények

	X	Y	Z
g/m ²	átlag±szórás		
dél	1143±262 ^{ab}	1046±294 ^{ab}	1311±345 ^b
észak	745±139 ^a	713±180 ^a	573±87 ^a
közép	1496±403 ^b	1250±312 ^b	1794±327 ^b

Megjegyzés: n=4, a, b indexek a Tukey-féle csoportok közötti szignifikáns különbséget jelentik.

biomassa átlagtömeg növényegyenként

A 24 méteres sorközben (X) mért növény egyedek átlag tömege szignifikánsan kisebb volt, mint a 9 és 6,5 méteres sorközökben (n=75, p=0,03, ANOVA). (11. ábra)



11. ábra. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban mért növényegyenkek (friss tömeg, g/m²) átlagtömege

A XII. táblázatban a legkisebb értéket a 24 m-es sorköz déli tájolásában mértük, mely szignifikánsan kisebb volt, mint ugyanezen sorköz középtájolásában, illetve a 9 m-es sorköz középtájolásában. (12. táblázat)

12. táblázat. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban tájolás szerint mért egyedi növény tömeg (friss tömeg, g/egyed) eredmények

	X	Y	Z
g/egyed	átlag \pm szórás		
dél	7,25 \pm 3,84 ^a	13,69 \pm 6,32 ^{ab}	12,17 \pm 4,00 ^a
észak	9,53 \pm 3,47 ^a	10,43 \pm 5,53 ^a	14,43 \pm 5,66 ^a
közép	16,40 \pm 5,74 ^b	15,90 \pm 5,86 ^b	13,90 \pm 6,15 ^a

Megjegyzés: n=25, a, b indexek a Tukey-féle csoportok közötti szignifikáns különbséget jelentik.

A biomassa mért értékeiből meghatározható, hogy mely sorközökben, milyen tájolás mellett a legeredményesebb a vöröshere termesztése takarmány felhasználású szempontból. Az objektivitás megköveteli, hogy ezeket az eredményeket összehasonlítsuk egy „referencia” terület eredményeivel. Mivel ilyen terület nem állt rendelkezésre, ezért a legnagyobb sorköz nem árnyékolt középső tájolású eredményeit felhasználva számoltunk egy referencia értéket. Így megkaptuk, hogy a konvencionális termesztéshez viszonyítva megközelítőleg 10%-os elmaradást mutat az agrárerdészeti rendszerben történő termelés. Ezt azonban nem szabad önmagában nézni, hiszen az agrárerdészeti rendszer területen mindeközben energiafüzet is termeltünk. Agrárerdészeti rendszernek további előnyei a biodiverzitás, talajszerkezet és talajösszetétel javítás, erózió, defláció csökkentése. Az erdősávok között kialakuló mikroklíma segíti a talajnedvesség megőrzését, gátolja a finom porfrakciók szél általi elhordását. Összességében tehát az a 10%-os becsült terméskiesés elfogadható a kapott előnyök tekintetében. Ha a fatermelést is hozzászámoljuk, akkor pedig még nagyobb profitot is realizálhatunk.

13. táblázat. Az egyes sorközökben tájolások szerint termett vöröshere biomassa mennyiségének összehasonlítása egy becsült „referencia” terület elvi biomassa mennyiségével

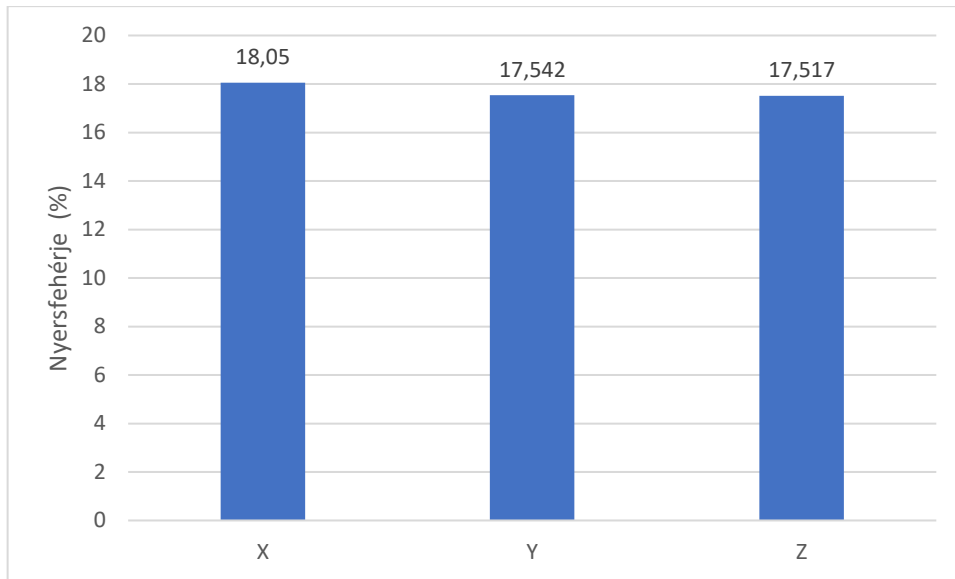
		X sorköz	Y sorköz	Z sorköz	Összesen
Északi sáv	Friss biomassa (g/m ²)	745	713	573	
	Friss biomassa (kg/sáv)	307	294	236	837
Középső sáv	Friss biomassa (g/m ²)	1496	1250	1794	
	Friss biomassa (kg/sáv)	8639	2063	1727	12429
Déli sáv	Friss biomassa (g/m ²)	1143	1046	1311	
	Friss biomassa (kg/sáv)	471	431	541	1443
Agrárerdészet teljes (Terület: 10862,5 m ²)	Friss biomassa (kg/sorköz)	9417	2788	2504	14709
"Referencia terület"* (Terület: 10862,5 m ²)	Friss biomassa (kg/referencia terület)				16250
Agrárerdészet	Friss biomassa (t/ha)				13,54
Referencia terület	Friss biomassa (t/ha)				14,96

*Referencia terület: Becslés, amely 1496 g/m² zöldtömeg termést feltételez konvencionális termesztésben.

Vöröshere takarmányminősége

- Nyersfehérje tartalom (%): A nyersfehérje tartalom fontos szerepet játszik az állattakarmányozásban is, mivel az állatok számára a fehérjék az egyik legfontosabb tápanyagforrás. Az állatok szükségletei fajoként és életkoronként változnak, de általánosságban elmondható, hogy a jó minőségű, magas nyersfehérje tartalmú takarmányok biztosítják a megfelelő növekedést és fejlődést.

A különböző távolságú sorközökben (24 m, 9 m, 6,5 m) termesztett vöröshere nyersfehérje tartalma között nem volt szignifikáns különbség (n=12, p=0,296, ANOVA). (12. ábra)



12. ábra. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban termesztett vörös here nyersfehérje tartalma (%)

Jól látható, hogy az eltérő sorközű és tájolású parcellák, mérések között nem volt jelentős különbség a nyersfehérje tartalom tekintetében. (14. táblázat)

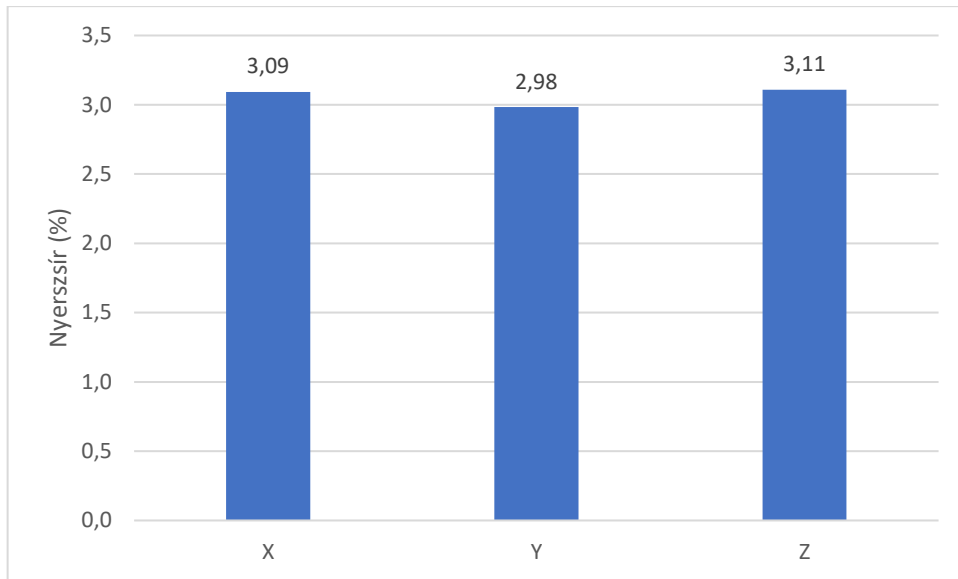
14. táblázat. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban tájolás szerint vizsgált vörös here átlagos nyersfehérje tartalma (%)

	X	Y	Z
%	átlag±szórás		
dél	18,2±1,1 ^a	17,6±0,3 ^{ab}	17,2±0,9 ^a
észak	18,4±0,4 ^a	18,2±0,7 ^b	18,9±0,4 ^b
közép	17,6±0,6 ^a	16,9±0,7 ^a	16,5±0,6 ^a

Megjegyzés: n=4, a, b indexek a Tukey-féle csoportok közötti szignifikáns különbséget jelentik.

- Nyerszsír tartalom (%): A nyerszsír tartalom szintén fontos szerepet játszik az állattakarmányozásban, mivel az állatok számára az energiát biztosító fontos tápanyagforrások közé tartozik.

A különböző távolságú sorközökben (24 m, 9 m, 6,5 m) termesztett vöröshere nyerszsír tartalma között nem volt szignifikáns különbség (n=12, p=0,525, ANOVA). (13. ábra)



13. ábra. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban termesztett vörös here nyerszsír tartalma (%). A különböző sortávolságok tájolás szerint termesztett vöröshere nyerszsír tartalma az y sorközben (9 m) déli tájolásban vizsgált növény tartalmazta a legkevesebb nyerszsírt. A legtöbbet pedig az x sorközben (24 m) északi tájolásban termesztett vöröshere tartalmazta (15. táblázat).

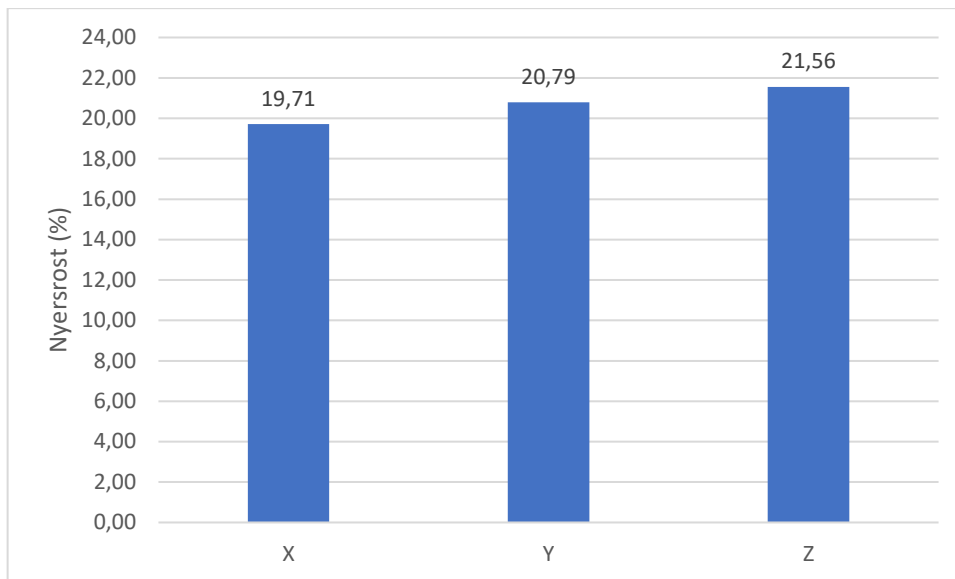
15. táblázat. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban tájolás szerint vizsgált vörös here átlagos nyerszsír tartalma (%)

	X	Y	Z
%	átlag±szórás		
dél	2,88±0,10a	2,80±0,08a	3,05±0,19a
észak	3,48±0,28b	3,20±0,12b	3,45±0,19b
közép	2,93±0,10a	2,95±0,25ab	2,83±0,05a

Nyersrosttartalom (%)

A nyersrost tartalom szintén fontos szerepet játszik az állattakarmányozásban, mivel az állatok emésztőrendszerének megfelelő működéséhez szükséges. A nyersrostok az emésztőrendszeren áthaladva stimulálják az emésztést, segítik az étel áthaladását a bélrendszeren és elősegítik az egészséges bélflóra kialakulását.

A 24 méteres sorközben (X) a vöröshere nyersrost tartalma szignifikánsan kisebb volt, mint 6,5 méteres sorközben (n=12, p=0,001, ANOVA). (8. ábra)



14. ábra. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban termesztett vörös here nyersrost tartalma (%)

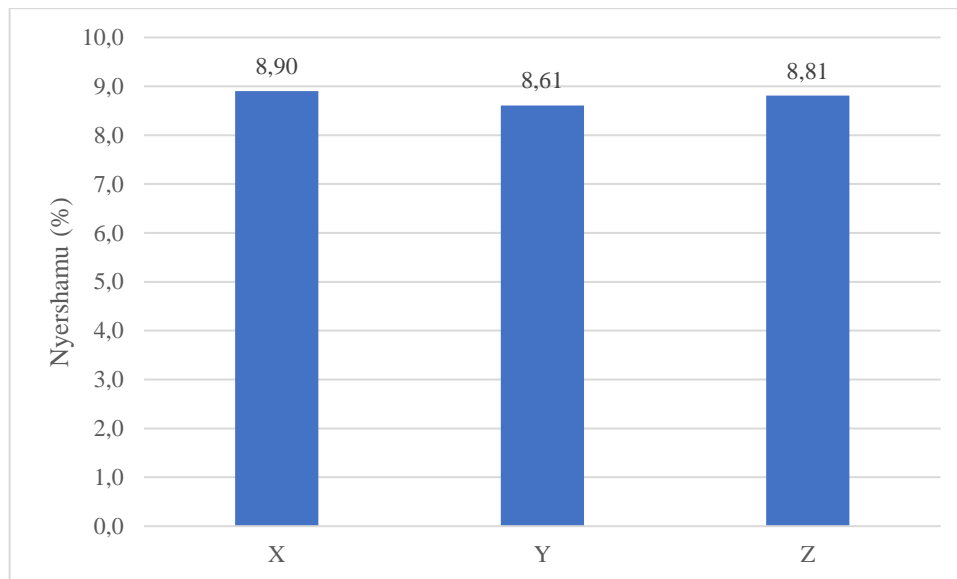
Az agrárerdészeti rendszerben különböző sorközökben termesztett vöröshere a 24 m-es sorközben (z) déli és északi tájolásban szignifikánsan kevesebb nyersrostot tartalmazott, mint ugyanebben a tájolásban, de 6,5 m-es sorközben (z) termesztett vöröshere. (16. táblázat)

16. táblázat. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban tájolás szerint vizsgált vörös here átlagos nyersrost tartalma (%)

	X	Y	Z
%	átlag±szórás		
dél	19,98±1,07a	20,78±0,71a	21,88±1,21b
észak	19,35±1,03a	20,30±1,50a	20,10±0,32a
közép	19,80±1,25a	21,30±0,44a	22,70±0,37b

- Nyershamu tartalom (%): Az állatok egészséges fejlődéséhez és növekedéséhez fontos a megfelelő mennyiségű nyershamu bevitel. Az ásványi anyagok közé tartoznak például a kalcium, a foszfor, a magnézium, a kálium, a nátrium, a vas, a cink, a réz és a mangán. A megfelelő mennyiségű kalcium például fontos az állatok csont- és fogfejlődéséhez, valamint az ideg-és izomrendszer megfelelő működéséhez. A foszfor szintén fontos szerepet játszik az állatok csontfejlődésében és az anyagcseréjében.

A különböző távolságú sorközökben (24 m, 9 m, 6,5 m) termesztett vöröshere nyershamu tartalma között nem volt szignifikáns különbség (n=12, p=0,767, ANOVA). (14. ábra)



14. ábra. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban termesztett vörös here nyershamu tartalma (%)

A 17. táblázatban a legkevesebb nyershamu tartalmat a z (6,5 m-es) sorközben középtájolásban termesztett vöröshere tartalmazta, míg a legtöbbet szintén a (6,5 m-es) sorköz északi tájolású részén tartalmazta. (17. táblázat)

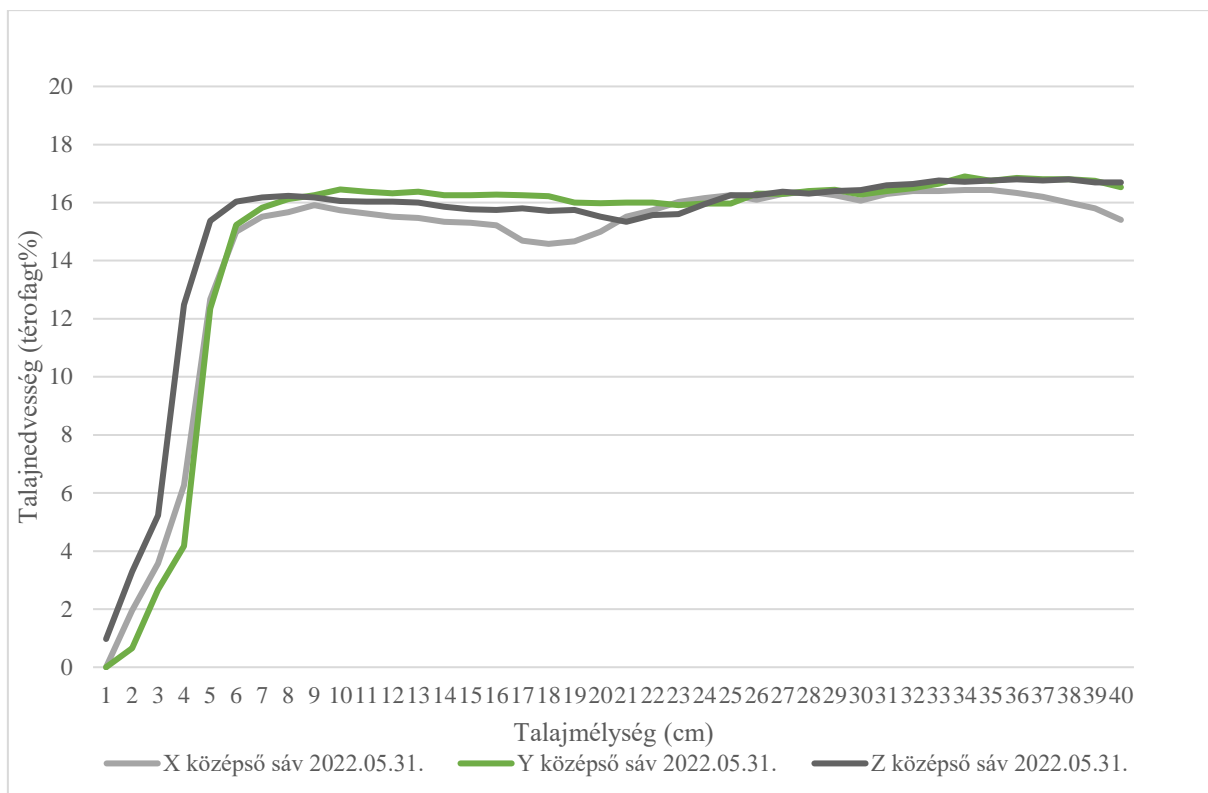
17. táblázat. Az agrárerdészet különböző sortávolságaiban tájolás szerint vizsgált vöröshere átlagos nyershamu tartalma (%)

	X	Y	Z
%	átlag±szórás		
dél	8,23±0,26a	8,43±0,15a	8,10±0,36a
észak	10,15±0,35b	9,35±0,52b	10,43±0,73b
közép	8,33±0,19a	8,05±0,21a	7,90±0,41a

Talajvizsgálatok

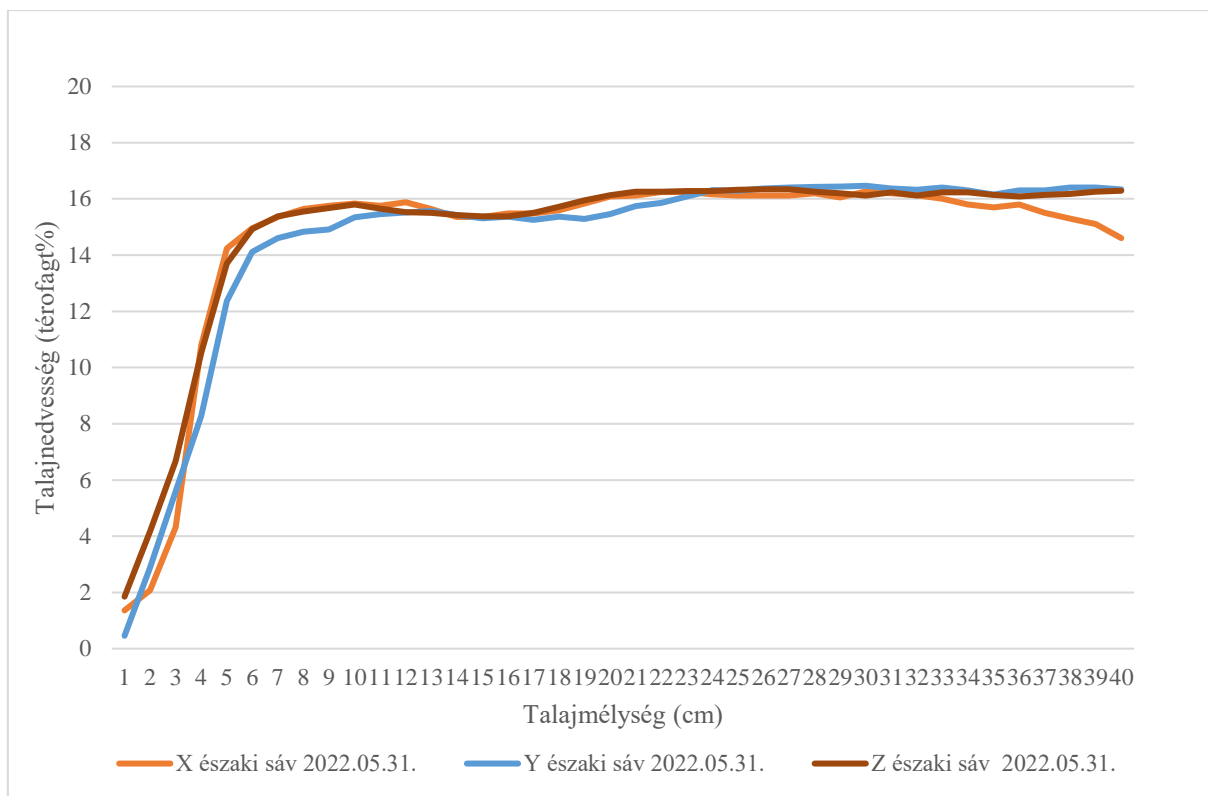
- Talajnedvesség (térfogat%): A vöröshere a vegetatív növekedési szakaszban 60-70%-os talajnedvességet igényel, míg a generatív szakaszban (virágzás és terméskötés) 80-90% -os talajnedvesség az optimális számára. A vízhiányos időszakokban a vöröshere növekedése lassul, és a növények terméshozama csökken. A talajnedvesség hiánya a vöröshere fehérjetartalmának és szárazanyag tartalmának csökkenéséhez is vezethet.

A különböző távolságú sorközöknek a középső tájolást tekintve nem volt jelentősége a talajnedvesség szempontjából. Nem jelentkezett szignifikáns különbség. (15. ábra)



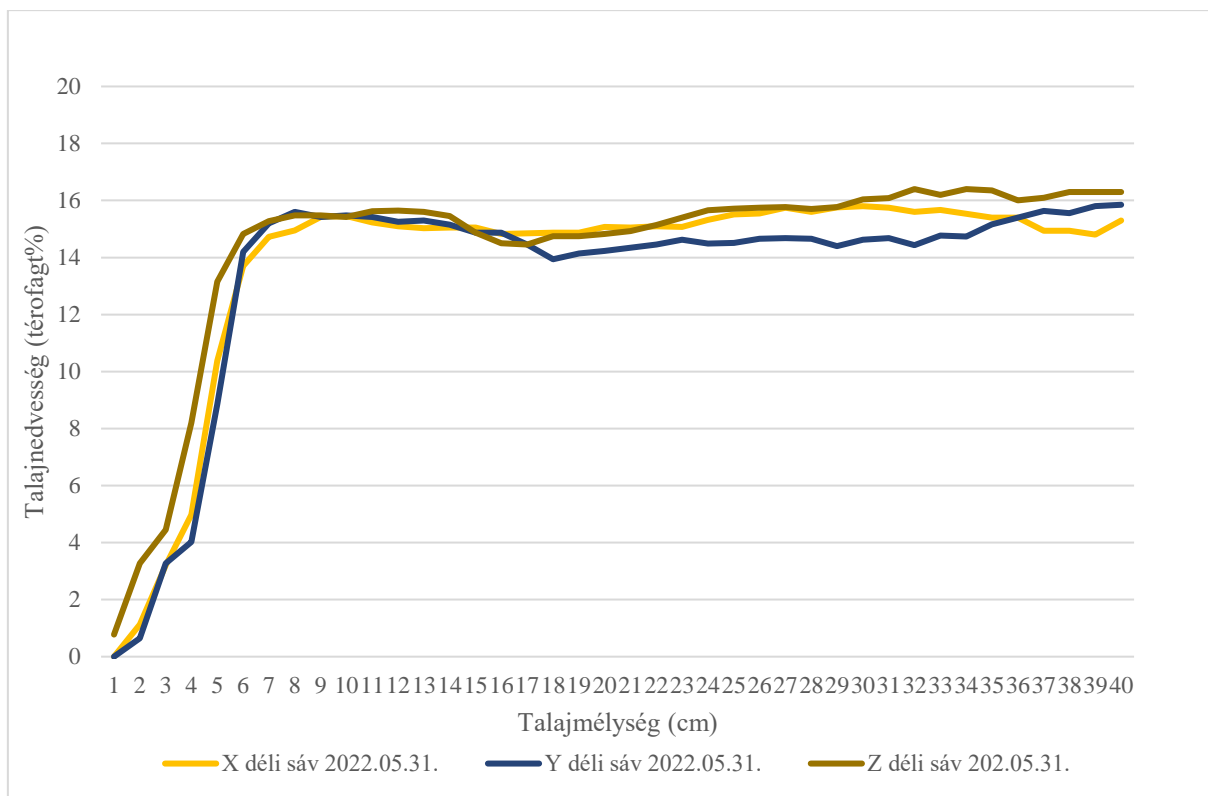
15. ábra. Penetrométeres talajnedvesség vizsgálat eredménye 40cm-es mélységig az X, Y, Z sorközök középső sávjaiban (2022. 05. 31.)

Az eltérő sorköz távolságok északi tájolásában nem jelentkezett szignifikáns különbség a talajnedvesség tekintetében. (16. ábra)



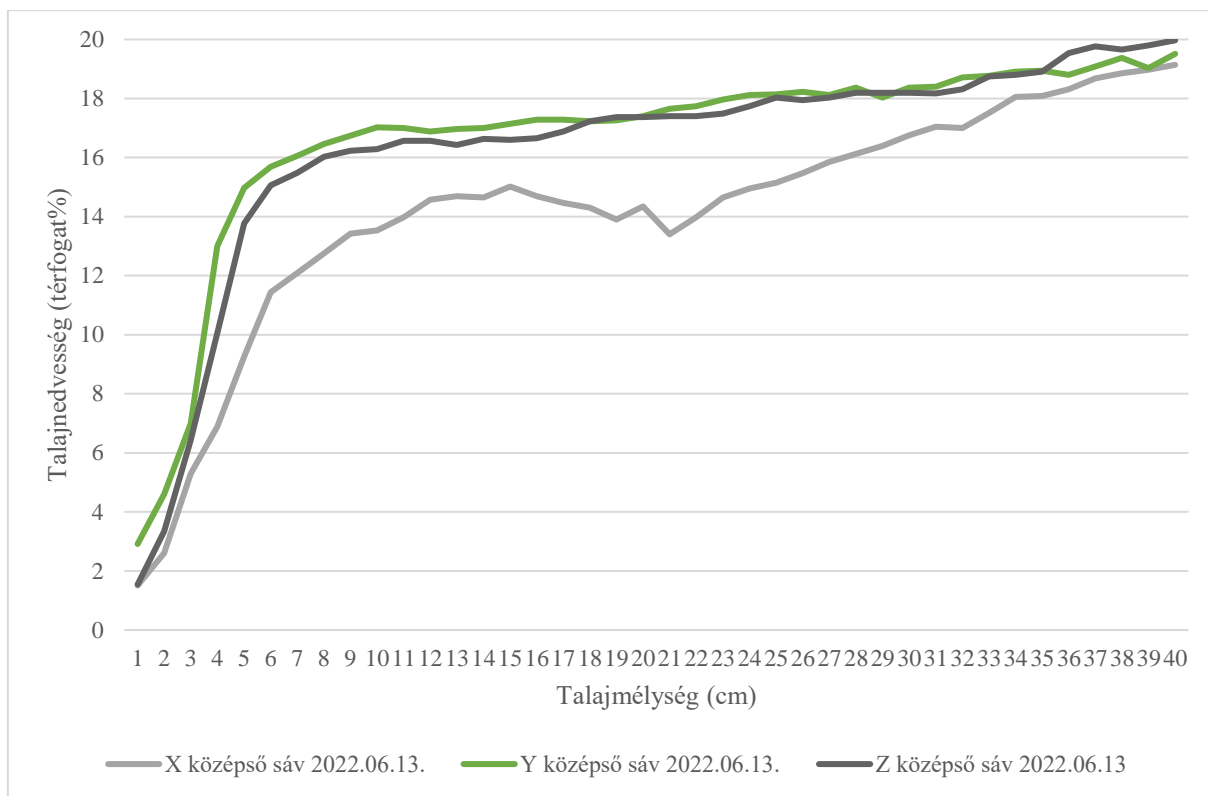
16. ábra. Penetrométeres talajnedvesség vizsgálat eredménye 40cm-es mélységig az X, Y, Z sorközök északi sávjaiban (2022. 05. 31.)

A sorközök déli tájolású sávjában sem találtunk számottevő különbséget a talajnedvesség értékei között. (17. ábra)



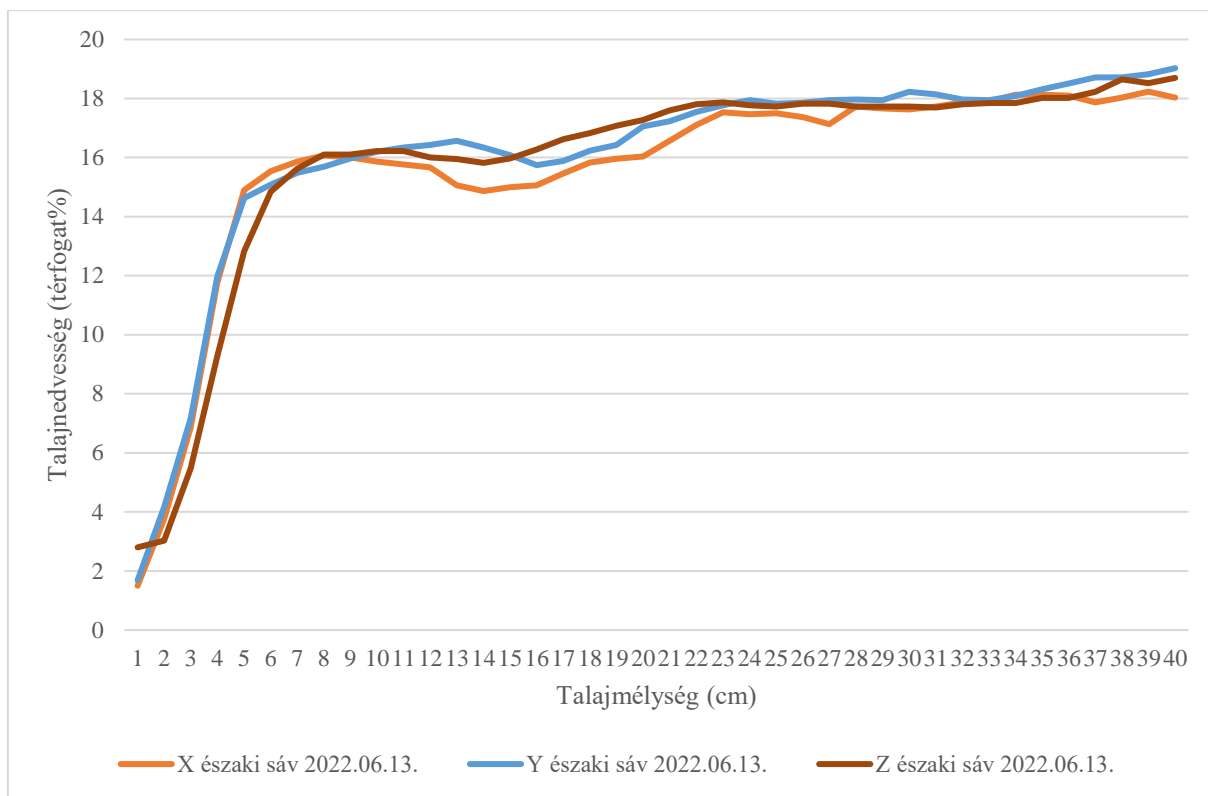
17. ábra. Penetrométeres talajnedvesség vizsgálat eredménye 40cm-es mélységig az X, Y, Z sorközök déli sávjaiban (2022. 05. 31.)

Ugyanezen vizsgálat júniusi ismétlésében a sorközök középső sávjában már jelentős különbség mutatkozott. A legalacsonyabb érték a legnagyobb sorközben (X) realizálódott. Itt mintegy 2% ponttal volt kisebb a talajnedvesség, míg az Y és a Z sorközben szinte ugyanazt az értéket mértük. (18. ábra)



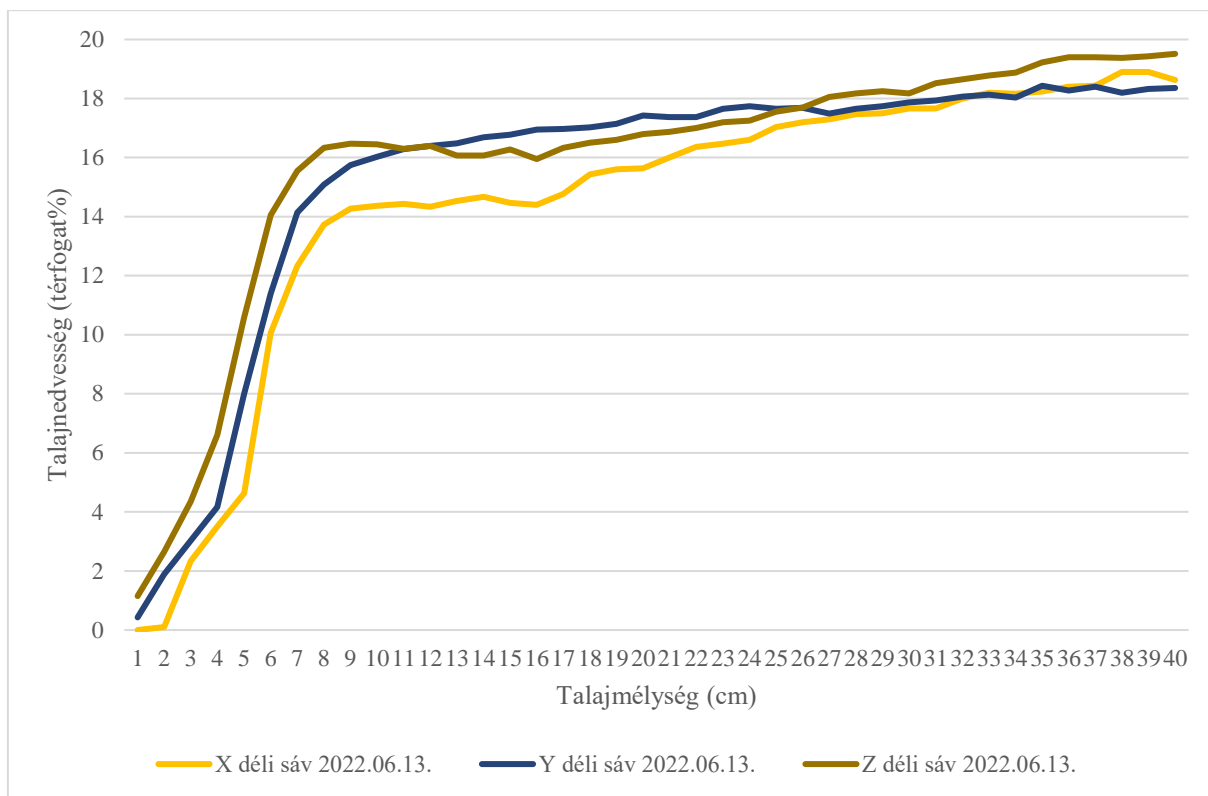
18. ábra. Penetrométeres talajnedvesség vizsgálat eredménye 40 cm-es mélységig az X, Y, Z sorközök közepső sávjaiban (2022. 06. 13.)

Az északi sáv vizsgálatakor az eredmények nem hozták az előző különbséget – valószínűleg az északi tájolás árnyékoltsága miatt -, de az X sorköz itt is elkülönül a többtől. (19. ábra)



19. ábra. Penetrométeres talajnedvesség vizsgálat eredménye 40 cm-es mélységig az X, Y, Z sorközök északi sávjaiban (2022. 06. 13.)

A déli tájolás vizsgálatánál ismét látható a különbség az X sorköz és az Y, Z sorköz között, kiemelten a 0-26 cm-es mélységben. (20. ábra)



20. ábra. Penetrométeres talajnedvesség vizsgálat eredménye 40 cm-es mélységig az X, Y, Z sorközök déli sávjaiban (2022. 06. 13.)

A talajtulajdonságok értékeiben mindössze két értékben realizáltunk szignifikáns különbséget. A kálium-oxid mennyisége szignifikánsan magasabb a fasorok tekintetében. Ezt nagy valószínűséggel a levelek bomlásából származó kálium növelte meg. A másik érték a Zn, mely szintén szignifikánsan magasabb értéket mutatott a fasorokban, mint a sorköz tájolásaiban. Ezt egyszerűen az okozhatja, hogy a vöröshere nagyobb mennyiségben használ fel Zn-et, mint az energiafűz.

18. táblázat. Az agrárerdészet jellemző talajtulajdonságai tájolástól függően

Paraméter	Mértékegység	Északi sáv	Középső sáv	Déli sáv	Fasor	p érték
pH KCl		6,76±0,06	6,73±0,06	6,70±0,03	6,72±0,06	n.s.
Kötöttség	K _A érték	55,07±2,01	53,27±1,72	53,73±1,10	54,87±2,01	n.s.
Összes só	m/m%	0,06±0,01	0,06±0,01	0,05±0,01	0,08±0,02	n.s.
Humusz	m/m%	1,94±0,21	1,86±0,15	1,86±0,08	2,05±0,13	n.s.
Nitrit + nitrát - N (KCl)	mg/kg légsz.a.	3,96±1,36	3,60±0,94	3,12±0,62	9,37±7,43	n.s.
Foszfor-pentoxid (AL)	mg/kg légsz.a.	91,50±12,30	98,47±17,39	85,80±8,25	113,27±24,22	n.s.
Kálium-oxid (AL)	mg/kg légsz.a.	245,67±25,58a	249,00±17,44a	241,67±8,39a	321,33±35,16a	p=0,01
Cu	mg/kg légsz.a.	7,76±0,15	7,69±0,26	7,77±0,60	7,76±0,26	n.s.
Mn	mg/kg légsz.a.	291,00±22,91	291,67±34,20	279,33±15,50	297,67±15,50	n.s.
Zn	mg/kg légsz.a.	1,00±0,10	1,07±0,10	1,10±0,15	1,31±0,08	p=0,038
Szulfát-tartalom (KCl)	mg/kg légsz.a.	15,43±1,00	16,07±1,29	16,33±1,79	17,23±2,11	n.s.
Magnézium (KCl)	mg/kg légsz.a.	789,67±163,23	769,00±121,25	716,00±25,24	842,33±171,57	n.s.

Következtetések és javaslatok

A dolgozatom elején ezeket a kérdéseket, célokat fogalmaztam meg:

- Milyen hatása van a fasoroknak a talajnedvességre?

A penetrométeres mérések kimutatták, hogy a fasorok árnyékolásának talajnedvesség megőrző hatása van, hiszen északi tájolású területen megközelítőleg 2 %-al magasabb értéket mértünk, mint a középtájolású területen.

- Mekkora hatása van a fasoroknak a talaj tápanyagtartalmára tájolástól függően?

A tápanyagtartalomra nem gyakorolt hatást a fasorok árnyékolása. Nem volt számottevő különbség, csupán két érték, a kálium és a cink mérése esetén jelentkezett szignifikánsan eltérő adat. A kálium a fasorokban magasabb értéket mutatott, amit a levelek lehullása és bomlása okozhatott. A cink mennyisége szintén magasabb volt, amit a két növény eltérő tápanyagfelhasználása okoz. A cink a vöröshere esetében különösen fontos, mivel a magképződés folyamata nagyobb mennyiségű cinket igényel. A cink hiánya a vöröshere magjainak kialakulásában és minőségében problémákat okozhat, és csökkentheti a terméshozamot is.

- Mekkora a vöröshere biomasszahozama a fasorok távolságától és tájolásától függően?

A sorközök közül a legkeskenyebb, 6,5 m-es sorközben volt a legnagyobb mennyiségű biomassa m^2 -ként. Tájolás szerint a középtájolású részek adták a legnagyobb biomassa tömeget.

- Valószínűsíthető-e terméskiesés agrárerdészeti rendszer alkalmazásakor?

A válasz egyértelműen igen, de ennél azért összetettebb a kérdés. Jelen kísérletünkben mintegy 10%-os terméskiesést becsültünk a konvencionális termesztéshez képest.

Az agrárerdészetet egyre nagyobb területen alkalmazzák szerte a világon. Sok országban bizonyos növényeket csak ezzel a módszerrel lehet és érdemes termesztetni. Afrikában pl.: kukoricát, dinnyét, babot, kakaót, shea vajat termesztenek ilyen módon. Adatainkat elemezve megállapítható, hogy az eltérés mindössze 10%. Ezért a 10% terméskiesésért cserébe nagyobb termésbiztonságot, hosszú távú fenntartható gazdálkodást, ökológiai sokszínűséget, nagyobb talajnedvesség megőrzést, kisebb talajeróziót, deflációt, kiegészítő terméket (pl.: energiafűz) nyerünk. Mindemellett a fasorok oxigén termeléséről sem szabad elfeledkezni. Igaz, ezen

előnyök nem feltétlen realizálódnak egy éven belül, de hosszú távon mindenképpen megéri agrárerdészeti rendszerben vörösherét termesztani.

Összefoglalás

A klímaváltozás sajnos hazánkat is érinti. Egyre gyakoribbá válnak a szélsőséges időjárási viszonyok. Egyre szárazabb évek jönnek. A mezőgazdaságnak alkalmazkodnia kell, követnie kell a változásokat, illetve meg kell előznie vagy legalább mérsékelnie azok káros hatásait. Egy 2,7 ha-os kísérleti területen méréssorozatot végeztük, energiafűz sorok közé telepített vöröshere állományban. Talajnedvességet, fenológiai méréseket, biomasszatömeget, talajtulajdonságokat mértünk. Az eredményeink igazolták, hogy a fasoroknak van hatása a vöröshere fejlődésére és a talajnedvességre is. Érdeemes a témával tovább foglalkozni, hiszen rengeteg kérdést kell még megválaszolni. Egyebek mellett a következőket:

- Az egyes termesztendő növények számára mi lehet az optimális sorköz (két fasor közötti távolság)?
- Melyek a legelőnyösebb fajták erre a célra?
- Mely növényeket érdemes ebben a rendszerben termesztetni?

Az agrárerdészet Magyarországon egy viszonylag új terület, amely még mindig csak kezdeti stádiumban van. Az agrárerdészet terjedése lassú és kihívásokkal teli folyamat. Nem állítom, hogy az agrárerdészeti rendszerben történő termesztés a Szent Grál minden problémánkra, de számos esetben megoldást nyújthat. Úgy vélem, a hipotézist kísérletsorozatunkkal is sikerült alátámasztanunk, vagyis hazánkban is van/lesz létjogosultsága ennek termesztési rendszernek.

Irodalomjegyzék

- Jánossy A. (1968): Herefajok termesztése és nemesítése. Akadémiai Kiadó, Budapest, 435 p.
- Jánossy A. (1963): A vöröshere termesztése és nemesítése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 154 p.
- Tóth, L., Böjtös, Z., Bánlaki, S. (1956): A pillangósvirágú szálatakarmánynövények magtermesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 279 p.
- Mándy, Gy., Virányi, S. (1970): A herefélék termesztésének fejlesztéséért. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 215 p.
- Bányai, L., Beke, F. (1983): A vöröshere. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 262 p.
- Villax Ö. (1933): Szántóföldi pillangósvirágúak. Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdaipari Részvénytársaság, Budapest, 206 p.
- Mándy Gy. (szerk.) (1968): Herefajok termesztése és nemesítése. Akadémiai Kiadó, Budapest, 435 p.
- Szabó J. (szerk.) (1981): A szántóföldi növények vetőmagtermesztése és fajtahasználata. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 712 p.
- Jánossy A. (1968): Pillangósvirágú szálatakarmányok magtermesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 189 p.
- Zamozny G. (2019): Agrárerdészeti ismeretek. Diplomamunka, BTU, Cottbus, 57 p.
- McKenna, P., Cannon, N., Conway, J., Dooley, J. (2018): The use of red clover (*Trifolium pratense*) in soil fertility-building <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429018302430?via%3Dihub> (2022 június)
- FAO.org
- Met.hu