

# Energetikai ültetvények létesítésére alkalmas fajok/fajták és technológiák komplex kísérleti vizsgálata

Bach István<sup>a</sup> – Pogrányi Kálmán<sup>b</sup> – Szabó Gábor<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Sopron

<sup>b</sup> Silvanus Csoport Kft., Budapest

A vizsgálatok a Silvanus Csoport Kft. által vezetett konzorcium KMR 12-11-2012-0176 számú „Ültetvény létesítési és szaporítóanyag termesztési rendszer kidolgozása nyár- és fűz ültetvények energiamérlegét jelentősen javító új fektetett dugványozási technológiával” pályázata teljesítése kapcsán valósultak meg.

## 1. Bevezetés

A Kutatás-fejlesztési projekt alapja a már az úgynevezett hosszú dugványos vagy fektetett dugványozási technológia, melynek lényege, hogy olyan új, nagy hatékonyságú, olcsó és az alkalmazásához szükséges bevitt energiát tekintve a hagyományos technológiákhoz képest jelentős megtakarítást biztosító megoldásról van szó, amely mind a fás szárú energetikai ültetvények létesítése mind a növényi szaporítóanyag-termesztés területén forradalmi újításnak tekinthető. Projektünk lényege és legfontosabb feladata a fektetett dugványozásban - mint hatékony vegetatív szaporítási módban – rejlő lehetőségek lehető legteljesebb kiaknázása és az alkalmazáshoz szükséges technológiai háttér és tudásbázis megteremtése.

Célunk elérése érdekében több szakterület bevonásával olyan kutatási programot valósítottunk meg, amely az ültetvény-létesítést, valamint a szaporítóanyag termesztést komplex, teljes rendszerként kezeli. A fejlesztések, kísérletek és vizsgálatok kiterjednek a szaporítás-technológia alapját képező legfontosabb fajokra, fajtákra, a fektetett dugványozás speciális szaporítóanyag-igényét biztosítani tudó gépesítési technológia kialakítására, a gyors és hatékony ültetvény-létesítés fő célgépének, egy többsoros, napi akár több hektár/nap kiviteli kapacitással rendelkező dugványozó gép kifejlesztésére, az ültetvény-létesítés alapanyaggal történő ellátásának új megoldásaira, amelyek lehetővé teszik a nagy volumenű ültetések gazdaságos szaporítóanyag ellátását és kivitelezését.

## 2. Kísérletek tervezése, létesítés módszertani alapjai

Az erdészeti kísérletek módszertana sok tekintetben eltér szántóföldi növényekre kialakított kísérleti gyakorlattól, mely jól ismert a szakirodalomból, pl.: Mudra (1958), Sváb (1981) munkái. Az erdészeti sajátosságok jól összefoglalva megtalálhatók a legutóbbi időkben Tompa és Sziklai (1981) illetve Mátyás (1986) kézikönyveiben. Itt csak a bemutatott vizsgálatokra vonatkozó elméleti alapokat ismertetjük.

## A klónvizsgálat

A gyakorlatban is vegetatív úton szaporított fajták esetében kell alkalmazni. Indokolt kivételt képez a magtermő klónösszeállítások (plantázsok) nemesítési rendszerében a törzsfa-klónok előszelekciója habitus és magtermesztési érték alapján. A klónvizsgálattal az eredeti kiinduló egyed termesztési értékét közvetlenül el lehet bírálni, mert a klónszaporulatokban a genotípus változatlan és azonos marad. A nemesítés során többfokozatú klónkísérletekben egyre szigorodó követelményszintű pozitív szelekciót kell alkalmazni.

## Teljes véletlen elrendezés

Jellemzője: a parcellák csoportosítás (blokkba rendezés) nélkül, a teljes kísérletben véletlenszerűen elosztva találhatók.

Alkalmazás: nemesítői alaptevékenység körébe tartozó, – főleg laboratóriumi (kórtani, magvizsgálati, tenyészedény. stb.) – kísérleteknél használható, ha a blokk kialakítás technikailag nem lehetséges, vagy nem indokolt. Terepi kísérletet ne létesítsünk ezzel a módszerrel. A termőhelyi egyenlenségek az erdészeti kísérletezésben jelentős hibátényezője ezzel a módszerrel nem szűrhető ki. Jelentősége a régebbi kísérletek vagy valamely okból jelentősen csonkult kísérletek értékelésében lehet.

Minták, utólag kijelölt mintaterületek, csoportok értékelésére is alkalmas.

## Véletlen teljes blokkelrendezés

Jellemzője: a kezelések parcelláinak egy teljes ismétlése (sorozata) képez 1-1 blokkot. Blokkon belül a kezelések véletlenszerű sorrendben vannak elhelyezve.

Alkalmazás: bármilyen témakörű kísérlethez használható, rugalmas, viszonylag egyszerű és mégis kielégítő kísérleti pontosságot adó elrendezés. A kísérlet pontossága nem csökken, ha az egyes blokkok (ennél az elrendezésnél a blokkok azonosak az ismétlésekkel) némileg eltérő körülmények között vannak, de egy-egy blokkon belül közel azonos feltételeket kell biztosítani.

## 3. Kísérletek létesítése

### 3.1. A Kapuvár-Kistölgyfapusztán létesített kísérletek

A pályázat feladatainak megvalósítása során két kísérlet létesült a Kistölgyfapusztai Termesztőtelepen. Az első 2013 őszén a második 2014 tavaszán került kivitelezésre.

Fektetett dugvány kísérlet		Kistölgyfapuszta		2013. tavasz				
		1. ismétlés	2. ismétlés	3. ismétlés				
		30 m	5 m	100 m	5 m			
			30 m		30 m			
1	110	Salix alba Express URES	1	210	Salix alba Express URES	1	Vegyes	
2	15	Populus nigra Sötét	2	25	Populus nigra Sötét	2	Salix sp KT1	
3	112	Salix sp KT1	3	210	Salix alba Express URES	3	Populus x euramericana Agathe-F	
4	11	Populus alba S-16-16	4	24	Populus deltoides S-298-8	4	35	Populus nigra Sötét
5	14	Populus deltoides S-298-8	5	210	Salix alba Express URES	5	310	Salix alba Express URES
6	111	Salix alba Puspokládány	6	27	Populus x euramericana I-214	6	39	Salix alba Drávamenti
7	12	Populus alba Villafranca	7	210	Salix alba Express	7	38	Populus x euramericana Pannonia
8	19	Salix alba Drávamenti	8	26	Populus x euramericana Agathe-F	8	33	Populus alba x grandidentata Favorit
9	16	Populus x euramericana Agathe-F	9	210	Salix alba Express	9	32	Populus alba Villafranca
10	18	Populus x euramericana Pannonia	10	28	Populus x euramericana Pannonia	10	34	Populus deltoides S-298-8
		<b>Fajtsor</b>						
		1 Populus alba S-16-16		7 Populus x euramericana I-214				
		2 Populus alba Villafranca		8 Populus x euramericana Pannonia				
		3 Populus alba x grandidentata Favorit		9 Salix alba Drávamenti				
		4 Populus deltoides S-298-8		10 Salix alba Express				
		5 Populus nigra Sötét		11 Salix alba Puspokládány				
		6 Populus x euramericana Agathe-F		12 Salix sp KT1				

1. ábra: A 2014 tavaszi feketett dugvány kísérlet alapvázlata

***KTA FD I. kísérlet (2013. őszi kísérlet) leírása***

A kísérlet három ismétléses 20 kezeléssel randomizált blokkkísérlet. Az ismétléseken belül a kezelések (fajták) soros elrendezésben kaptak helyet. Egy ismétlés 17 darab egymástól 2,6 m-re lévő 30 méter hosszú sorból áll. Egy ismétlés területe 67,5 x 35 m, azaz 2363 m<sup>2</sup> a kísérlet teljes területe 7088 m<sup>2</sup> azaz cc. 0,7 ha.

Fajtasor: Populus alba x grandidentata Favorit, Populus deltoides S-298-8, Populus nigra 111, Populus nigra 120, Populus nigra 1722, Populus nigra EXE2011, Populus nigra KT Sótűrő, Populus nigra Sótűrő, Populus nigra T22, Populus x euramericana Agathe-F, Populus x euramericana Pannonia, Salix alba Drávamenti, Salix alba Express, Salix alba Express, Salix alba Püspökladány, Salix sp KT1, Salix sp KT2



2. ábra: A 2013 őszi fektetett dugvány kísérlet szépen sorol, sorközi ápolás után 2014 júniusának elején

***KTA FD II. kísérlet (2014. tavaszi kísérlet) leírása***

A kísérlet három ismétléses 12 kezeléssel randomizált blokkkísérlet. Az ismétléseken belül a kezelések (fajták) soros elrendezésben kerültek kiültetésre. Egy ismétlés 10 darab egymástól 2,6 m-re lévő 30 méter hosszú sorból áll. A kísérletben egy ismétés 30 m hosszú és 5 m az ismétléseket elválasztó puffersáv. A kísérlet teljes területe 100 m x 26 m, azaz 2600 m<sup>2</sup> tehát mintegy 0,3 ha.

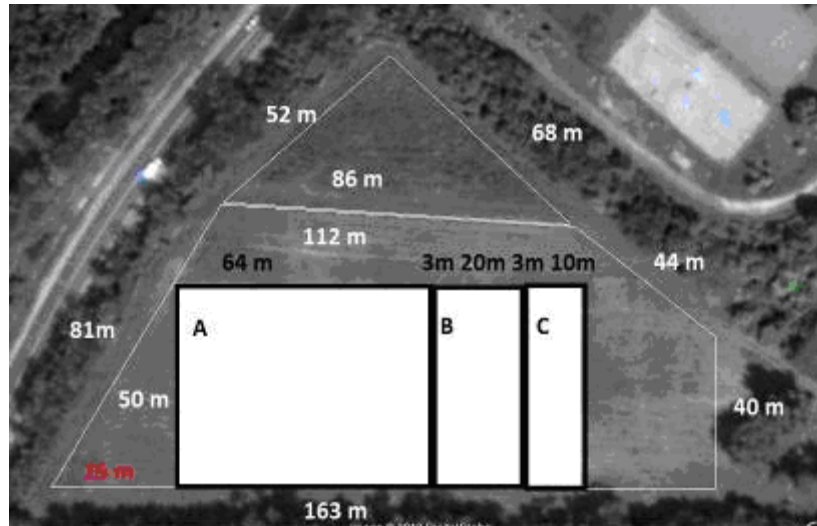
Fajtasor: Populus x euramericana I-214, Populus x euramericana Pannonia, Salix alba Drávamenti, Salix alba Express, Salix alba Püspökladány, Salix sp KT1, Populus alba S-16-16, Populus alba Villafranca, Populus alba x grandidentata Favorit, Populus deltoides S-298-8, Populus nigra Sótűrő, Populus x euramericana Agathe-F

***3.2. A Gödöllői kísérletkomplexum***

A kísérlet létesítésére Gödöllőn került sor a VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet területén. A kísérlet területe korábban mezőgazdasági művelés alatt állt, ennek megfelelően a felső 20 cm-es réteg talajművelt hatást mutat. Az alapkőzet a Gödöllői Dombságnak megfelelően lösz, változó mélységű, egyes helyeken cementálódott homok borítással. A szelvény kémhatása a lösz alapkőzetnek megfelelően meszes, egyes rétegekben akár 8-15 % is várható.

Az eredeti genetikai talajtípus barna erdőtalaj volt.

A kísérleti terület mérete és alakja lehetővé tette a kísérletek koncentrációját a rendelkezésre álló területen. Három kísérleti blokk került kialakításra: Az „**A**” kísérleti blokk: energetikai célú fajták fektetett dugvány kísérlete. Három ismétléses, 26 fajta randomizált blokkkísérlet. Egy-egy ismétlés 18 sort tartalmaz melyek hossza 20 méter.



3. ábra: A gödöllői kísérletkomplexum áttekintő vázlatja

(A: ismétléses fektetett dugvány kísérlet, B: állított dugványozással létesített kontrollkísérlet, C: erdészeti és dísznövényfajok tájékoztató fektetett dugvány kísérlete)

A sortáv 2,7 méter. Alapesetben egy 20 méter hosszú sor egy-egy parcellát is jelent, melyen egy-egy fajta került elhelyezésre. Azon fajták esetében, ahol csak korlátozott mennyiségben állt rendelkezésre szaporítóanyag a sorokat meg kellett osztani, 10-10 méteres parcellákat kialakítva. A kísérletet *Salix alba* Express szegélysor határolja. Egy ismétlés mérete (a szegélysort is beszámítva) 20 sor x 20 méter, azaz  $54 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 1080 \text{ m}^2$ . Az ismétléses kísérlet bruttó összes területe  $54 \text{ m} \times 64 \text{ m} = 3456 \text{ m}^2$  azaz mintegy 0,35 ha.



4. ábra: A fektetett dugványozás ismétléses kísérletének előkészítése:

kézi eszközzel húzott dugványozó barázda és a dugványozásra előkészített szaporítóanyag.

A „**B**” kísérleti blokk: energetikai célú fajták kontroll állított (szokványos módon dugványozott) kísérlete. Egy ismétléses, teljes véletlen elrendezésű kísérlet. A kísérlet 18 darab 20 méter hosszú sort tartalmaz, mely alapesetben 1-1 parcellát reprezentál. Azon



fajták esetében, ahol csak korlátozott mennyiségben állt rendelkezésre szaporítóanyag a sorokat meg kellett osztani, 10-10 méteres parcellákat kialakítva. A Bényi Sándortól beszerzett fekete nyárok esetében, ahol a nagyon szűkös szaporítóanyag mennyisége miatt csak 1-1 vesszőből volt lehetőség dugványokat készíteni, a 20 méteres sorokat 4 m-es szakaszokra kellett bontani. A kísérletet *Salix alba* Express szegélysor határolja. A kísérlet egy ismétléses, melynek mérete (a szegélysort is beszámítva) 20 sor x 20 méter azaz  $54 \times 20 = 1080 \text{ m}^2$ . „C” kísérleti blokk: fontos erdészeti és dísnövény fajok/fajták fektetett dugvány kísérlete. Egyismétléses kísérlet, mely 36 kezelést tartalmaz. A kezeléseket 2 méteres határolóval elválasztott oszlopokban létesültek. A kísérletet *Salix alba* Express szegélysor határolja. A kísérlet egy ismétléses, melynek mérete (a szegélysort és a 2 méteres közt is beszámítva) 20 sor x 20 méter azaz  $54 \times 22 = 1188 \text{ m}^2$ . Az A,B,C blokkok összes bruttó területe  $54 \text{ m} \times 112 \text{ m} = 6048 \text{ m}^2$  azaz mintegy 0,6 ha.

A kísérletbe vont fajták: A és B kísérlet: Leuce szekciós nyárok: *Pop. alba* Villafranca, *Pop. alba* S1612, PaxPg Favorit. Fekete nyárok: Po ni T41, Po ni 111, Po ni 120, Po ni E112, Po ni E121, Po ni EXE147, Po ni EXE2011, Po ni KT Sótűrő, Po ni Sótűrő, Po ni T11, Po ni T22, Po ni U1722, Po ni U1877. Nemes nyárok: *P. deltoides* S-298-8, Popxeu Agathe-F, Popxeu I-214, Popxeu Pannónia. Fűzek: *Salix a.* Drávamenti, *Salix a.* Express *Salix a.* Püspökladány, *Salix* KT1, *Salix* KT2

#### 4. Fektetett dugványos ismétléses kísérlet vesszőhozamának korai értékelése a Gödöllői Kísérletkomplexumban

A kísérletcsoport „A” jelű, három ismétléses része 2013. április 9-11 között került kivitelezésre. A kedvező időjárás miatt május közepén már meg is jelentek az első hajtások. Ez lehetővé tette egy, a potenciális hajtáshozam fiatalkori előzetes becslésén alapuló vizsgálat elvégzését. A kísérlet minden egyes parcelláján mintavesszőt emeltünk ki. Így minden fajta/klón három-három adat alapján került értékelésre. A kiemelt vesszőkön megszámoltuk a hajtásokat, bonitáltuk életképességüket, elhelyezkedésüket. A mintavessző hosszán talált vesszőszámból (melyek egy része még a felszínre nem tört hajtáskezdemény volt) a hektáronkénti – sortáv függő – folyóméterhosszal arányosítva becsülhettük a hektáronként várható potenciális elméleti vesszőhozamot. Ez az érték fajtánként/klónonként szélsőséges értékeket mutatva 22 ezer és a teljesen eredménytelen (0, nem gyökeresedő) értékek között szóródott.



5. ábra: Kiemelt mintavessző (*Populus x euramericana* Pannónia fajta)

Az elvégzett első felmérés alapján néhány előzetes megállapítás tehető, melyeket azonban a második felmérés eredményeivel kiegészítve kell a projekt egészére érvényes módon értelmezni. Az ismétléses kísérlet esetében a felszínre tört hajtások mennyiségét vizsgálva:

- az ismétlések összességében legjobb eredményt a fűzek (átlagosan 13 hajtás) majd a nemes (euramericana típusú és deltooides) mutatták fel (átlagosan 7 hajtás).
- a fekete nyárok eredménye vegyes képet mutat, jó és szerény megeredést egyaránt meg lehetett figyelni,
- a fehér nyárok és hibridjeik esetében az első hónap nem mutatott eredményt, a felszínre tört hajtást nem találtunk.

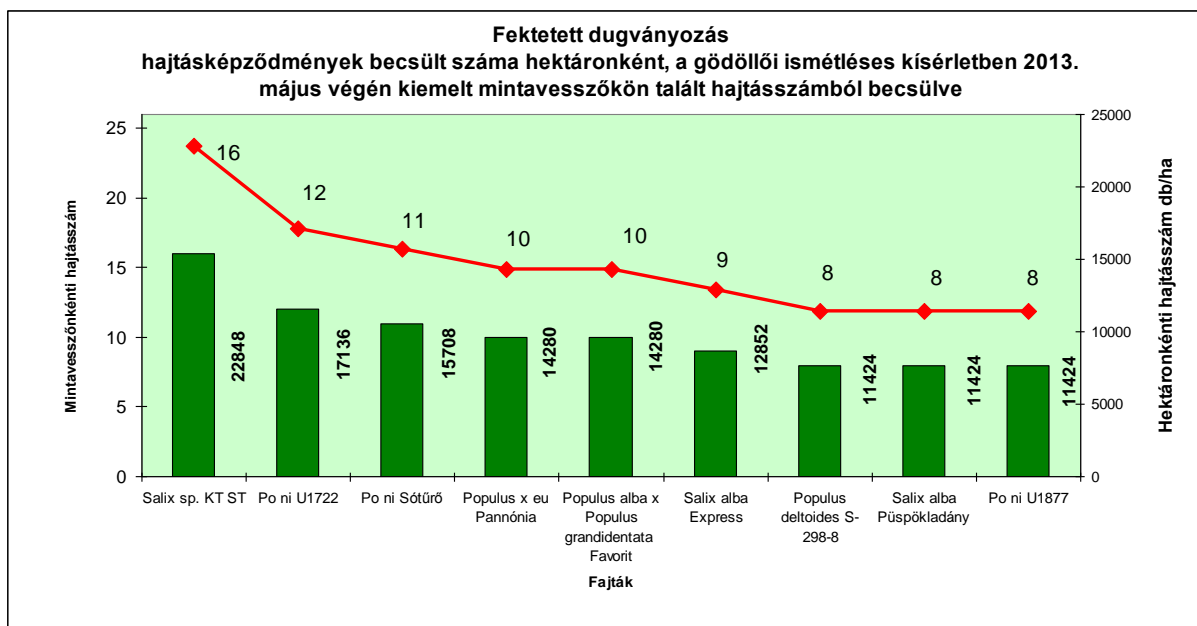
Fajta	db/vessző 2,5 m/vessző	db/folyó- méter	Tőtáv cm	2,8 m sortáv 3570 fm/ha db/ha
Salix sp. KT Sótűrő	16	6,4	16	22848
Po ni U1722	12	4,8	21	17136
Po ni Sótűrő	11	4,4	23	15708
Populus x euramericana Pannónia	10	4,0	25	14280
Populus alba x grandidentata Favorit	10	4,0	25	14280
Salix alba Express	9	3,6	28	12852
Populus deltooides S-298-8	8	3,2	31	11424
Salix alba Püspökladány	8	3,2	31	11424
Po ni U1877	8	3,2	31	11424

Csak a 10000 db/ha feletti vesszőszámú fajták/klónok.

6. ábra: A kiemelt mintavesszőkön mért hajtásszám és az ebből becsült hektáronkénti vesszőszám

A kiemelt mintavesszőkön talált hajtásképződmények mennyisége alapján elvégeztünk egy elméleti közelítő számítást az egy hektárra vonatkoztatott hajtásmennyiség becslésére. Csak a 10.000 hajtás/ha feletti potenciális mennyiséget termő, a 6. ábra táblázata szerinti fajtákat vettük figyelembe.

Természetesen ezek az adatok csak abban az esetben értelmezhetők helyesen, ha a mortalitás nem írja felül majd a felszínre törést és a túlélést.



Csak a 10 000 db/ha feletti vesszőszámú fajták/klónok.

7. ábra: A kiemelt mintavesszőkön mért tény hajtásszám és a becsült hektáronkénti vesszőszám

A tenyészedőszak végén tételesen felmértük az ismétléses fektetett dugvánnyal létesített kísérletet. A megszámlolt ténylegesen megeredt fajtánkénti/parcellánkénti vesszők száma alaposan átrendezte a kiemelt vesszőkön alapuló becslés során kapott előzetes becslés alapján kialakult sorrendet.

Fajta	Mért adatok és számított értékek				Hektáronkénti becsült vesszőszám változó sortáv mellett		
	Átlag db egy 20 m parcellán	Csoportok	100 m-en db	Tótáv m	3,0 m	2,5 m	NWE ikersor
					3333 fm db	3846 fm db	9000 fm db
SAL PUSPOKLADANY	57	a	285	0,35	10 961	9 499	25 650
SAL EXPRESS 2	39	ab	197	0,51	7 563	6 554	17 699
POXEU PANNONIA	24	bc	122	0,82	4 679	4 055	10 949
SA KT1	21	bc	103	0,97	3 975	3 445	9 302
SAL DRAVAMENTI	20	bc	100	1,00	3 846	3 333	9 000
SA KT2	19	bc	97	1,03	3 717	3 221	8 699
PONI KT SOTURO	19	bc	97	1,03	3 717	3 221	8 699
SAL EXPRESS 1	18	c	92	1,09	3 525	3 055	8 249
PONI T22	17	c	87	1,15	3 333	2 888	7 799
PONI EXE 2011	17	c	87	1,15	3 333	2 888	7 799

Csak a 10 legjobb hozamú fajta

/A "csoportok" oszlopban azonos betűvel megjelölt fajtaátlagok nem különböznek egymástól szignifikánsan./

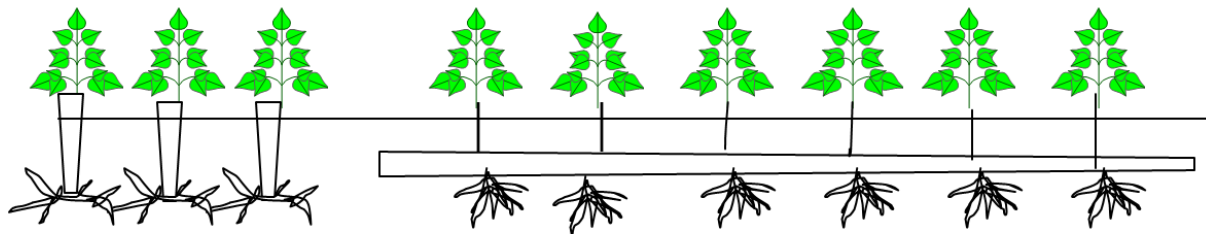
8. ábra: Ténylegesen mért vesszőszám és az abból becsült hektáronkénti sortávfüggő vesszőszám az első tenyészedőszak végén (2013/14)

A legnagyobb hektáronkénti hozam a tényadatok alapján is a fűzeké, a legjobb a Salix alba Püspökladány és Express fajták teljesítménye. De kedvező adatokat mutat a KT1, Drávamenti és a KT2 fűz is. A nemesnyárok közül csak a Pannónia került az élmezőnybe. Kellemes meglepetés a PONI Sótűrő, T22 és EXE2011 fekete nyárok jó helyezése. A fajták/klónok közötti különbség, matematikai statisztikai (biometriai) módszerekkel is igazolható, ahogy ezt a 9. ábra varianciatáblázatának  $p^* < 2\%$  szintű magas szignifikanciát mutató F-értéke mutatja.

Varianciatáblázat				
Tényező	SQ	FG	MQ	F
Összes	7164,3	29		
Ismétlés	20,6	2		
Kezelés	4497	9	499,663	
Hiba	2646,7	18	147,0407	3,4
szd 5%=20,80 * (p=1,310 %)				

9. ábra: Varianciatáblázat – a ténylegesen mért vesszőszám

Az energetikai ültetvények létesítéséhez magas induló tőszám szükséges. A fektetett dugványozás elméletileg és potenciálisan – a kiemelkedő mennyiségű képződő hajtásszám következtében – nagyobb számú hajtáskezdemény produkálására képes.



10. ábra: A fektetett és állított dugványozási technika sematikus összehasonlítása

A kísérletek igazolják, hogy az egyes fajták fektetett dugványozásra való alkalmassága erősen differenciált, különösen a potenciális és a realizálódásra képes hajtásszám produkció tekintetében. A vizsgálatok bizonyítják, hogy az eredmények fényében és a teljesítmények rangsorolásával kiválaszthatók a fektetett dugványozási technológiára leginkább alkalmas genotípusok (klónok/fajták)

Ezért keresni kell az újonnan gyakorlatba bevezetni kívánt technológia finomhangolását és különösen a fajta x technológia kölcsönhatás optimalizálására kell nagy figyelmet fordítani – azaz a technológiának legjobban megfelelni ígérkező fajták keresését és gyakorlati hasznosításra előkészítését.

## Felhasznált irodalom

- KOPECK, F. – SIMON M. – TÓTH B. (1976): A nyárok és a fűzek kísérleti módszertana, ERTI kézirat.
- MÁTYÁS CS. (1983): An introduction to forest tree improvement. Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron.
- MÁTYÁS CS. (szerk.) (1986): Nemesített erdészeti szaporítóanyagellátás, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- MUDRA, A. (1958): Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuchsplanung, Paul Parey Verlag, Berlin-Hamburg.
- OSVÁTH J. (1959): Egyszerű kísérletek elhelyezése, MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár, kézirat 55p.