

TÖLGYMAKKTÁROLÁSI KÍSÉRLETEK, KÜLÖNÖS FIGYELEMMEL AZ EDÉNYZETRE

DR. MARJAI ZOLTÁN

Előzmények

Az 50—60-as években a tölgyek egyik virágkorukat éltek. Évi több száz vagon makkot használtunk fel szaporításra, de még 1000 vagonos gyűjtés is előfordult. Érthető, ha a makk tartós tárolásával ez idő tájt intenzíven foglalkoztunk (*Mátyás V., Nemky, Marjai*). Átütő eredményre azonban nem jutottunk — csak rész-adatokat kaptunk —, annak ellenére, hogy már mesterséges hűtést (*Mátyás V.*), ill. fólia csomagolást (*Marjai*) is alkalmaztunk. A kudarc oka — most már tudni lehet — elsősorban az a magökológiai tévedés volt, miszerint a tölgymakk biológiája megegyezik a fenyő magvakéval (melyekből ekkor már vagonszám tároltunk PVC-ben is, 3—4 évre). A szívósabb próbálkozásoktól az is eltántorított bennünket, hogy akkoriban a vagon nagyságrend szinte utópisztikusnak látszott a hűtőházi kapacitás szűkössége és drágasága miatt.

Egyéb „közjátékok” után is, az előző tanulmányban említett radiációs impulzus serkentett újabb kutatásokra 1980-ban. A tölgymakk tárolás nagy jelentőségű kérdése természetesen más szakembereket is foglalkoztatott. Illeszkedő eredményeikkel a későbbiekben találkozni fogunk. Az 1980-tól 1987-ig tartó három lépcsős kísérleti sorozatból a kezeléseket tartalmazó részt AZ ERDŐ 1988. 8. számában már tárgyaltuk. Ez alkalommal a szűkebb értelemben vett tárolás megoldások jönnek sorra, mégpedig az edényzet (göngyöleg, csomagoló anyag) megválasztását illetően, a tárolt makk lélegzésének tükrében.

A göngyölegnek mindenekelőtt biztosítania kell a biológiai feltételeket, a mag életben maradását, mégpedig olyan fajok esetében, melyek kritikus nedvességtartalma magas, a megengedett hőmérséklet pedig nulla fok körül van (ezt már más kísérletekből jól ismertük). De azt is elvárjuk tőle, hogy tartós legyen, bírja a rakodást, mozgatást, könnyen tölthető és üríthető, mérlegelhető legyen. Előny az is, ha többször felhasználható. Jó, ha átlátszó, megkönnyítendő az ellenőrzést. Már évtizedekkel ezelőtt úgy látszott, hogy a sokrétű kívánalomnak leginkább a műanyag fóliák fognak megfelelni. — Jelen kísérletekbe is ezt az anyagcsoportot vontuk be. Másrésztől tanulmányoztuk, hogy a fólián belül mi zajlik le — folyamatosan is mérhetően. Erre az oxigén és széndioxid-meghatározás kínált lehetőséget. Kiegészítésül és durva kontrollként megfigyeltük a súlyváltozást és tárolás utáni nedvességtartalmat.

Kísérleti anyag, módszer

A kezelési kísérlettel azonos anyaggal dolgoztunk, annak úsztatott és kezeletlen variánsával. A göngyöleg anyagát nézve, négy műanyag típust alkalmaztunk: az át nem látszó opálos, tejes, vagy *Cofunás zacskót*, egy erősebb, laboratóriumban használt PVC zacskót, vékony, uzsonnás polietilén (PE) zacskót és olyan üzemi PVC zacskót, mint amilyenben a kezelési kísérlet bajcsai variánsait is tároltuk. Ez utóbbiból 20 kg-os egységeket formáltunk (akárcsak Bajcsán), a többi műanyag típus zacskói 4 kg-osak voltak.

A gázok százalékos értékét ún. Orsat-Pfeiffer-készülékkel, oxigénredukciós elven mértük. Folyamatosan mértük a 4 kg-os zacskók súlyváltozásait is (g-ban) — a 20 kg-osakét nem, mert erre való mérleggel nem rendelkezünk. A mérések időpontjai a következők: 1. mérés 1985. 05. 16., 2. mérés 07. 15., 3. mérés 10. 09.é sa 4. mérés 1986. 01. 16.

A nedvességtartalmat 105 °C-on való szárítással határoztuk meg. Az ellenőrző csíráztatást a tárolás 20. hónapjában végeztük el, 1986 nyarán, homokban, 30 °C-on.

Kísérleti eredmények

1. A paraméterek alakulása

A kapott adatokat az 1., 2. és 3. táblázat, ill. az 1., 2. és 3. sz. ábrák tüntetik fel.

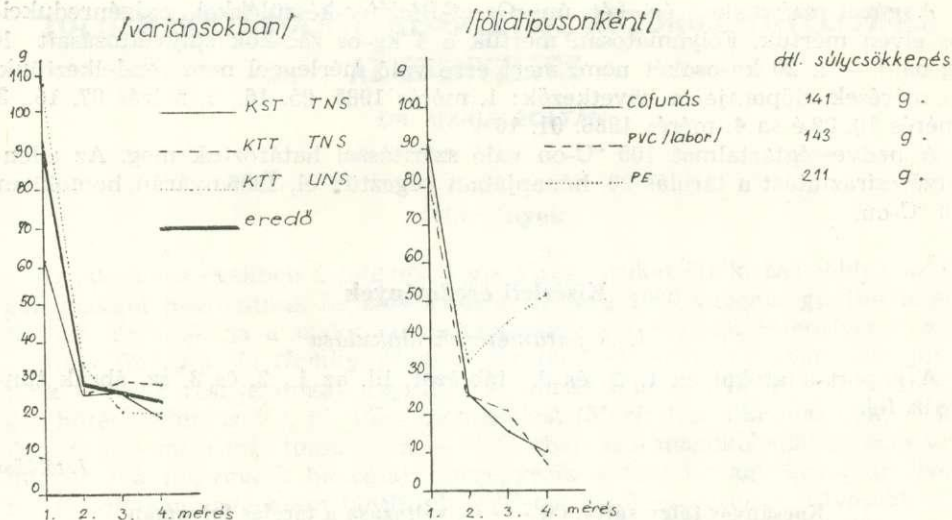
1. táblázat

Kocsányos tölgy súly-, CO₂- és O₂ változása a tárolás folyamán különféle csomagolóanyagokban és súlyegységekben

Csomagolóanyagtípus:

- a. Cofunás
- b. PVC (labor)
- c. PE
- d. PVC (üzemi)

Variáns	Mérés sorsz.	Mérés időpontja	Súlycsökkenés (g) folyamatosan az					CO ₂ tartalom (%) az					O ₂ tartalom (%) az				
			a	b	c	d	átl.	a	b	c	d	átl.	a	b	c	d	átl.
			típusban					típusban					típusban				
TNS	1.	1985. 05. 16.	57	79	47	—	61	32,5	58,2	0,4	12,8	26,0	5,4	2,9	20,1	10,5	9,7
	2.	1985. 07. 15.	27	33	18	—	26	59,5	85,6	0,4	11,5	39,2	1,5	0,7	20,2	11,5	8,5
	3.	1985. 10. 09.	23	31	28	—	27	18,3	31,6	0,6	12,5	17,7	4,5	0,7	19,8	8,8	8,4
	4.	1986. 01. 16.	19	6	35	—	20	3,4	6,6	—	11,6	7,2	4,7	1,7	20,0	8,4	8,6
	össz.		126	149	128	—	134										
	átl.					34	28,4	47,5	0,4	12,1	22,5	4,0	1,5	20,0	9,8	8,8	
UNS	1.	mint előző	(Nincs mérve, mert a					76,4	84,9	1,6	23,5	46,6	1,8	0,7	19,1	9,4	7,8
	2.		súly meghaladta					60,8	83,5	0,7	16,4	40,4	2,0	0,9	19,5	8,7	7,8
	3.		mérlegünk súlyha-					9,8	24,1	1,4	15,0	12,6	2,7	0,4	19,1	9,2	7,8
	4.		tárát.)					6,1	5,7	0,6	6,1	4,6	5,5	0,3	19,3	9,1	8,5
	össz.																
	átl.						38,3	49,6	1,1	15,3	26,1	3,0	0,6	19,3	9,1	8,0	



1. Súlycsökkenés a tárolás alatt (g-ban)

2. táblázat
Kocsánytalan tölgy súly-, CO₂- és O₂ változása a tárolás folyamán különböző csomagolóanyagokban és súlyegységekben

Csomagolóanyagtípus: a. Cofunás, b. PVC (labor), c. PE, d. PVC (üzemi)

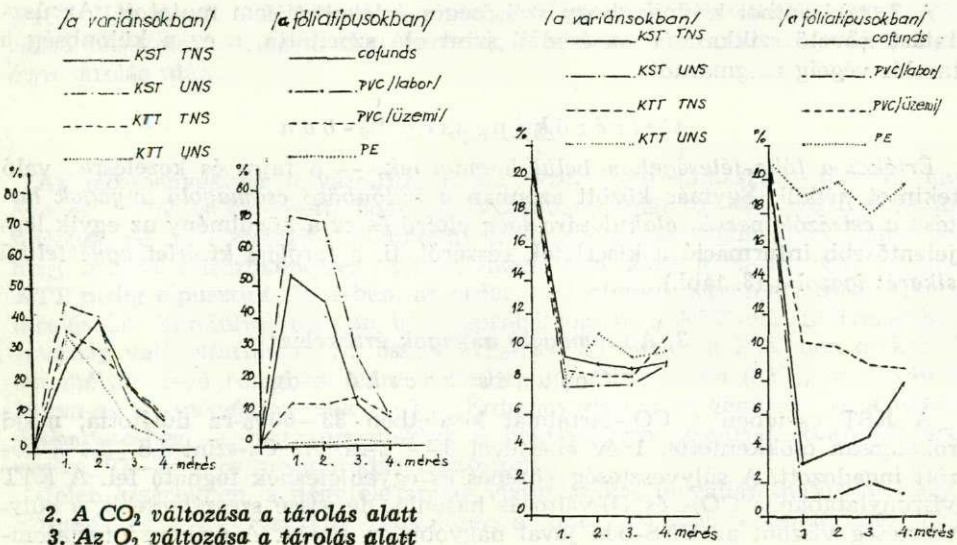
Variáns	Mérés sorsz.	Mérés időpontja	Súlycsökkenés (g) folyamatosan az				CO ₂ tartalom (%) az				O ₂ tartalom (%) az							
			a	b	c	d	átl.	a	b	c	d	átl.	a	b	c	d	átl.	
			típusban					típusban					típusban					
TNS	1.	1985. 05. 16.	89	79	104	—	91	61,5	75,9	1,8	10,4	37,4	2,2	0,7	18,6	11,7	8,3	
	2.	1985. 07. 15.	22	21	34	—	26	43,3	63,2	1,4	11,7	29,9	1,9	1,3	19,3	9,8	8,1	
	3.	1985. 10. 09.	12	20	55	—	29	18,3	34,2	1,8	18,1	18,1	4,3	0,8	18,4	8,9	8,1	
	4.	1986. 01. 16.	9	12	63	—	28	2,5	18,9	0,5	13,4	8,8	12,6	12	19,5	8,7	10,5	
	össz. átl.			132	132	256	—	174	44	31,4	48,0	1,4	13,4	23,6	5,3	1,0	19,0	9,8
UNS	1.	mint előző	129	107	88	—	108	41,4	67,7	2,8	—	37,3	3,2	0,9	18,6	—	7,6	
	2.		29	22	52	—	34	15,9	50,8	0,3	—	22,3	10,4	2,4	19,7	—	10,8	
	3.		6	11	49	—	22	5,9	10,5	6,3	—	7,6	7,7	6,0	14,4	—	9,4	
	4.		2	3	59	—	21	2,1	5,6	1,2	—	3,0	8,5	2,3	18,8	—	9,9	
	össz. átl.			166	143	248	—	185	46	16,3	33,7	2,6	—	17,5	7,5	2,9	17,9	—

Nedvességtartalom és csírázókéesség 20 hónappal a betárolás után a csomagolási kísérletben

Csomagolóanyagtypus: a. Cofunás, b. PVC (labor), c. PE, d. PVC (üzemi).

Faj	Variáns	Nedvességtartalom (%)									
		a			b			c			d
		1. próba	2. próba	átl.	1. próba	2. próba	átl.	1. próba	2. próba	átl.	
KST	TNS	47,4	45,7	46,6	45,5	43,2	44,4	46,4	45,6	46,0	48,0
	UNS	42,4	39,8	41,1	38,6	41,8	40,2	44,5	44,5	44,5	39,9
KTT	TNS	54,9	53,0	53,9	52,1	55,5	53,8	64,5	63,9	64,2	62,0
	UNS	39,7	46,9	43,3	46,7	45,8	46,7	56,2	50,1	53,2	—

Faj	Variáns	Csírázókéesség (%)									
		a			b			c			d
		1. próba	2. próba	átl.	1. próba	2. próba	átl.	1. próba	2. próba	átl.	
KST	TNS	0	0	0	0	0	0	65	61	63	8
	UNS	0	0	0	0	0	0	47	53	50	0
KTT	TNS	0	0	0	0	0	0	63	41	52	0
	UNS	0	0	0	0	0	0	15	19	17	0



Súlycsökkenés

Általános jelenség, hogy az első mérés — ami a betárolást hat hónappal követte — a KST esetében két-háromszorosa, a KTT viszonylatában három-négyszerese a későbbi (már három havonta végzett) mérések értékének (1. ábra). A súlyleadás tehát kezdetben fokozottabb — akár variánsenként, akár fóliatípusenként nézzük is —, később kiegyenlítettebbé válik, de megfigyelésünk egész tartalma alatt folyik. Az összes súlyvesztés 20 hónap alatt az eredeti súlynak kb. 5⁰/₀-a. A KTT súlyvesztése cca. 1/4-del meghaladja a KST-jét.

Széndioxid-tartalom változása. % -ban

Először is azt a szembeszökő és rendszeresen jelentkező ténytet kell rögzíteni, hogy a tölgymakkoknál a széndioxid-arány zárt légkörben, bizonyos csomagolásban a normális 0,4⁰/₀-ról sokkal magasabb koncentrációra, nem egyszer 70—80⁰/₀-ra is dúsulhat. A 2. ábrán jól érzékelhető, hogy a második és a harmadik mérés között nagy törés következik be az „a” és „b” csomagolásban. Az is megfigyelhető, hogy a kezeletlen (TNS) és kezelt (úztatott; UNS) variánsok nem nagyon különböznek széndioxid termelésükben. A cofunás és labor PVC-zacsok magas értékei mellett az üzemi PVC-ben közepes, a PE-ben pedig szinte szabad légköri CO₂-koncentráció uralkodott.

Oxigéntartalom változása. % -ban

A 3. ábra tanúsága szerint az oxigénszint úgyszólván állandósult a tárolás során, miután bizonyos koncentrációra hígult az első mérés időpontjára. Ez az állandóság mind a variánsokra, mind a fóliatípusokra jellemző. Más dolog, hogy ez az állandó érték hol alakul ki. Legalacsonyabbra, a laboratóriumi PVC-ben (1—2⁰/₀-ra), majd a cofunásban esett (3—8⁰/₀) a normál részarány — ami 21⁰/₀ — kb. fele alakult ki az üzemi PVC-ben (9—11⁰/₀) és közel a légköri maradt a PE-ben (18—20⁰/₀).

Nedvességtartalom. % -ban

A 3. táblázatból kitűnik, hogy szélsőséges értékeket nem mutatott. Az úztatást követő szikkasztás az eredeti szint alá szorította, s ez a különbség a tárolás végéig megmaradt.

Csírázóképesség % -ban

Értékei a fólia-féleségeken belül homogének, — a fajra és kezelésre való tekintet nélkül. Egymás között azonban a különböző csomagoló anyagok hatása a csírázóképesség alakulására igen eltérő és ez a körülmény az egyik legjelentősebb információ a kísérletek részéről, ti. a tárolási kísérlet egyértelmű sikerét igazolja (3. tábl.).

2. A csomagoló anyagok értékelése

Cofunás zacsok

A KST esetében a CO₂-tartalmat kezdetben 33—60⁰/₀-ra dúsitotta, majd rohamosan csökkentette, 1 év elteltével 3—4⁰/₀-ra. Az O₂-szint 1,5—5,4⁰/₀ között ingadozott. A súlyvesztés közepes és egyenletesnek fogható fel. A KTT viszonylatában a CO₂- és O₂-változás hasonló, de kissé szeszélyesebb, a súlyvesztés viszont az UNS-ben jóval nagyobb az elején. A nedvességtartalom-

mal kapcsolatos korábbi általánosítás érvényes. Ebben a műanyag típusban a makk 20 hónap elteltével elpusztult.

PVC-zacskó, laboratóriumi

Ebben az erősebb kivitelű PVC-csakóban a CO_2 a maximumát érte el, nem egyszer 85% -ot is. $5,6\%$ alá sohasem esett. Az O_2 viszont itt csökkent a minimumra, $0,3$ és $6,0\%$ közé, fokozottabban a KST és kevésbé a KTT esetében. A súlycsökkenés átlagos képet mutat. A nedvességtartalom megegyező az előzővel. A makk a csíráztatás időpontjára ebben a típusban is tönkrement.

PE-zacskó

A polietilénben a makk egészen másként érzi magát. A CO_2 a KST TNS variánsban $0,4$ — $0,6\%$, az úsztatást követően $0,6$ — $1,6\%$. A KTT hasonló párijai: $0,5$ — $1,8$, ill. $0,3$ — $6,3\%$. Ezek az értékek közeli a légkörihez.

Az O_2 -tartalom hasonlóan alakult, átl. 19% -ot ért el (norm. 21%). A súlycsökkenés a KST esetében egyenletes és nem éri el az átlagot. A KTT viszonylatában ellenben majdnem kétszerese a PVC-ben mértnek. A nedvességtartalom a KST esetében alig nagyobb mint az előző fóliákban, a KTT-ben azonban kb. 10% -kal magasabb. A PE azonban nemcsak permeabilitásában egyedi a társai között, hanem abból a szempontból is, ami egész kísérletünkben a legfontosabb, ti. a csírázóképeség megőrzésében. A PE az egyetlen vizsgált edényzet, amelyik úgyszólván maradéktalan túlélést biztosított!

A 3. táblázat szerint és összehasonlításban a kiinduló értékekkel a 20 hónapos élettartam a KST esetében 84% -osnak, a KTT esetében 98% -osnak bizonyult a nem úsztatott variánsban.

PVC-zsák, üzemi

A CO_2 koncentrációja a laboratóriumi PVC és PE között mozog, mindkét faj esetében 12 — 15% körül. Az O_2 szintén közbülső értéket foglal el. Súlyváltozási adataink — az ismert okokból nincsenek. A nedvességtartalom a PE-éhez áll a legközelebb. Kiemelt figyelmet érdemel az a tény, hogy a PE mellett még ebben a göngyölegben fordult elő 20 hónapos túlélés, 8% -ban (KST NTS). Ugyancsak e fóliatípus semipermeabilitásának köszönhető, hogy a kezelési kísérletekben egyáltalán kaptunk életjeleket (csírázást és kelést) egyes tárolás után.

Megvitatás

Az előzményekben felvázoltuk az edényzet iránt támasztott tárolási igényeket. Arról is szó esett, hogy a PVC-fóliával már 30 — 35 éve folytak kísérletek, de nem kielégítő eredménnyel. Messer pl. 1960-ban arról számol be, hogy a KST csírázóképesége polietilénben 1 év alatt 87% -ról 54 -re esett, a KTT pedig elpusztult. 1964-ben, az erdei- és lucfenyő csákánydoroszlói sikeres tárolásából kiindulva, magam is megpróbálkoztam a PVC-vel, földveremben tavaszig való eltartással. Az összes 91% -os KST makk a PVC-ben csak a 80 cm mélyen lévő rétegben maradt életben jó minőségben (88%), a 60 , 40 és 20 cm-es mélységekben csak 5 — 7% . Érdemes viszont megemlíteni — a végkövetkeztetéshez —, hogy ugyanekkor a hagyományos kontroll, kukoricaszáras verem, 77 — 80% -os megmaradást biztosított.

Jelen kísérletben, a négyféle anyag vizsgálatakor megállapítható volt, hogy a Cofunás és a PVC-zacskók (különösen a labor) az oxigén behatolását meg-

akadályozták, s miután készlete elfogyott, a lélegzés megállt és a makk megfulladt. Következésképpen a széndioxid-kibocsátás megszűnt és koncentrációja — igen lassú diffúzió révén — fokozatosan visszaesett. Ezt a következtetést a folyamatosan mért súlyváltozás is alátámasztja (1. ábra), melynek során az első és második mérés közötti nagy súlyvesztéseget a továbbiakban súlyállandóság követi. A kialakult kép szerint a makk pusztulása a számára kedvezőtlen burkolatban tárolásának már kb. 6—8. hónapjában bekövetkezik. Ezzel egybevág az 1964-es megfigyelés, amikor még az átteleltetés is csak részlegesen sikerült.

A polietilén merőben más tulajdonságú. Benne a gázösszetétel lényegében a légkörinek megfelelő szinten marad, a makk lélegzése alig korlátozódik, ugyanakkor a nedvességtartalom megmarad. Stein szerint is a 100—250 mikron falvastagságú PE-ben a makk lélegzik, de nem szárad. (Sajnos, mi a főliánk műszaki paramétereit nem határoztuk meg.) Mátyás Cs. ugyancsak polietilénben kapta legjobb eredményeit.

A lélegzés fontosságához még néhány adat. Holmes és Buszewicz, ill. Suszka és Tytkowski a tároló edényzet kilyuggatásával biztosítja az oxigénellátást. Tompsett szerint egy 56% csírázóképeségű *Araucaria hunsteinii* mag 1% O₂ mellett 2 hónapig, 5%-nál 3 hónapig és 10%-nál 4 hónapig maradt életben. A lélegzéssel kapcsolatban még felidézzük az üzemi PVC közbenső áteresztőképességét és részleges csírázóképeség megtartását.

Végül fontos adat az is, hogy a tárolás alatt legintenzívebb anyagcserét biztosító PE-ben sem haladta meg a 20 hónapos élettevékenység a kb. 5%-nyi tartaléktápanyag-felhasználást, (súlyveszt. 1. ábra). Ami a két vizsgált faj kezelés- és tárolásbeli magatartását illeti (a kiinduló minőséget most figyelmen kívül hagyva), úgy tűnik, hogy a KST „következetesebben” reagál a környezeti tényezőkre és azért is „kiszámíthatóbb” faj, mert általában állékonyabb minőségben ismerhettük meg.

Következtetések

A Roberts-féle magökológiai osztályozás értelmében a tölgyek az ún. recalcitrans-fajok közé tartoznak, amelyek nem száríthatók 20—50% nedvességtartalom alá és fagypontra alatt nem tarthatók. Alapvető tulajdonságokban különböznek tehát az ún. ortodox fajoktól (amilyenek pl. a fenyők), amelyek az előbbi hatásokat elviselik, sőt, tartós tárolásuknak éppen kritériumai ezek. A magas nedvességtartalom és fagypontra feletti hőmérséklet viszont számottevő lélegzéshez vezet, amihez oxigén szükséges. E végből olyan tároló edényzetre van szükség, amelyik a gázokat átereszt, a vizgőzt viszont nem. Ennek a követelménynek a polietilén megfelel, de mivel ez gyenge és a tárolással járó fizikai igénybevételeket nem nagyon bírja ki, csak „ablakszerűen” alkalmazható, vagy tartószálas, rácsos köpenyben. A biológiai alapkövetelmények tisztázása az anyagmegválasztásban természetesen szélesebbkörű általánosítást is lehetővé tesz, azaz, más anyagok is számításba vehetők.

A fajok tekintetében a nagy magvakkal végzett mindennemű kísérlettel kapcsolatos fenntartásokat a problémák sokirányú megközelítésével oldhatjuk fel. Mivel a KST-vel kapcsolatban ilyen szempontból az adatok egybecsengése mondható el, kocsányos tölgyre a kétéves tárolást nyugodtan javasolhatjuk. A kocsánytalan tölgy nemcsak külső bélyegeiben, de belső tulajdonságaiban is külön faj és mivel nem minden reagálását ismerjük kielégítően, egyelőre inkább elégedjünk meg egyéves tárolásával és majd a csemetét alávágva húzzuk ki a második ínséges esztendő.