

DIPLOMADOLGOZAT

Fürész Adrienn

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Kertészettudományi Intézet

Kertészmérnöki mesterképzési szak

MOBIL KONTÉNERES LASKAGOMBA-TERMESZTÉS OPTIMALIZÁLÁSA

Belső konzulens: Dr. Geösel András
egyetemi docens,
tanszékvezető, intézetigazgató

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Zöldség- és Gombatermesztési
Tanszék

Külső konzulens: Somosné dr. Nagy Adrienn
ügyvezető igazgató

Készítette: Fűrész Adrienn

Budapest

2024

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	2
2. CÉLKITŰZÉS	3
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
3.1. A <i>Pleurotus</i> nemzetség	4
3.2. Laskagomba-fajok	5
<i>Pleurotus ostreatus</i>	5
<i>Pleurotus florida</i> Eger	6
A HK-35 hibrid	6
3.3. A termesztésről általánosságban	6
3.4. Alapanyagok a termesztéshez	7
3.5. A szubsztrátum összetétele	8
3.6. Termesztés városi környezetben	10
3.7. Termesztési kísérletek a nagyvilágban	11
4. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	16
4.1. A kísérlet helyszíne.....	16
4.2. A kísérletben felhasznált anyagok	17
4.3. A kísérlet menete	17
4.4. Az adatok kiértékeléséhez használt statisztikai módszerek.....	19
5. EREDMÉNYEK	20
5.1. Az átszövetés időszaka	20
5.2. Termőre fordítás	21
5.3. Szedések	21
5.4. A kísérlet teljes időtartama alatt mért klimatikus értékek.....	21
5.5. A termésmennyiségek és összehasonlításuk	23
5.6. Terméshullámok eredményei.....	32
Az első hullám adatai.....	32
Köztes szedés	34
A második hullám adatai.....	35
5.7. A termésmennyiségek statisztikai kiértékelése	38
5.7.1. Oldal szerinti eredmények.....	38
5.7.2. Oszlop szerinti eredmények.....	38
5.7.3. Szint (magasság) szerinti eredmények.....	39
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	41
Abiotikus stressz okozta tünetek az első hullámban	42
Abiotikus stressz okozta tünetek a második hullámban	43
A kísérlet teljes ideje alatt termelt laskagomba mennyisége	44
7. ÖSSZEFOGLALÁS.....	46
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	47
9. IRODALOMJEGYZÉK.....	48
10. ÁBRAJEGYZÉK.....	53

1. BEVEZETÉS

A diplomadolgozatom témája a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem és a Pilze-Nagy Kft. egy közös kísérletének első állomása, ami a városi biohulladékok alkalmazását kutatja a laskagomba-termesztésben.

A Pilze-Nagy Kft. hazánk legnagyobb laskagomba-termesztéssel foglalkozó cége, amely a termesztés mellett laskagombaalapanyag-gyártással, a friss laskagomba kereskedelmi forgalmazásával is foglalkozik, továbbá a gombatermesztés hulladékait biogáz előállítással hasznosítja. A cég az elmúlt időszakban aktívan kutatja a városi biohulladékok (kávészacc, kartonpapír stb.) bevonhatóságát a laskagomba termesztésbe, és egy demonstrációs jellegű, kisméretű gombatermesztő egység fejlesztésén dolgozik.

Jelen kísérlet ennek részeként, a termesztőhelyiség optimalizálása érdekében került beállításra. A kísérlet célja az ideális termesztési körülmények műszaki beállítása és próbatermesztés kivitelezése.

Ehhez a termesztés a nagyüzemi termesztésben használt búzaszalma alapú laskakomposzton történt. Az itt szerzett tapasztalok alapján az elkövetkezendő kísérletekben kerül majd sor a különböző biohulladékok termesztési alapanyagként való bevonására. A fenntarthatóság jegyében ez a módszer a jövőben egy fontos állomása lehet majd a városokban keletkező, gombatermesztésre alkalmas biohulladékok helyben történő újrahasznosításának.

2. CÉLKITŰZÉS

A kísérlet célkitűzése volt, hogy egy kisebb méretű, városi környezetbe könnyedén beilleszthető, zárt termesztőhelyiségben megteremtjük az ideális környezeti feltételeket a laskagomba-termesztéshez. A környezeti feltételek, úgy mint a hőmérséklet, a páratartalom, a CO₂-szint, a megvilágítottság, zárt térben a megfelelő készülékekkel és berendezésekkel pontosan mérhetőek és szabályozhatóak. A termesztés helyéül szolgáló konténer felszereltségének összeállításakor és megvalósításánál szempont volt az egyszerűség, az egyszerű kezelhetőség, mivel a tervezett jövőbeni gombatermesztő egység elsősorban nem szakemberek általi üzemeltetésre készül. Ebből kifolyólag a klimatikus paraméterek szabályozásánál az automatizálás minél egyszerűbb módjára törekedtünk.

A kísérlet során az alábbiakat vizsgáltuk:

- Alkalmas-e vödörös termesztésre a konténer?

A termesztővödrök egyszerűen tölthetők, szállításuk és elhelyezésük nem igényel különleges szakértelmet, könnyen kezelhető méretűek, így egy egyszerűen kivitelezhető módját kínálják a laskagomba termesztésének. Célkitűzéseim között volt megvizsgálni, hogy ezen előnyök mellé a konténer zárt légterében történő termesztéskor társulnak-e hátrányok a termesztővödrök jellegzetességeiből adódóan.

- A konténerben a termesztővödrök elhelyezkedése befolyással bír-e a hozamra?

Feltételezván, hogy a környezeti feltételek nem lesznek teljesen azonosak a konténeren belül, így fontos megvizsgálni, hogy a termesztővödrökről lekerült termésmennyiség mutat-e összefüggést a konténeren belüli elhelyezkedésükkel.

- Megfelelően szabályozható-e a hőmérséklet és a páratartalom a konténerben egyszerű – nem precíziós – berendezésekkel?

A konténer zárt légterének paraméterei elméletben egyszerűen szabályozhatóak, azonban fontos megvizsgálni, hogy a gyakorlatban ez költséghatékony berendezésekkel megvalósítható-e, és ha igen, milyen mértékben? A kísérletben az eszközök korlátozott rendelkezésre állásából fakadóan főként a hőmérsékletre és páratartalomra történt a szabályozás.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. A *Pleurotus* nemzetség

A laskagombák (*Pleurotus spp.*) az ehető gombafajok közül világszerte igen kedveltek. A *Pleurotus* nemzetség a bazídiomos gombák (*Basidiomycota*) törzsébe tartozik. A laskagombák valódi bazídiomos gombák (*Basidiomycetes*), amik az osztatlan bazídiomú gombák (*Homobasidiomycetes*) alosztályába tartoznak (Hajdú, 2007). Az Agaricales rend Pleurotaceae családjába tartozó nemzetségük típusfajaként említhető a késői laskagomba, vagyis a *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kummer (Kong, 2004).

A laskagombák a Föld csaknem valamennyi mérsékelt övi és szubtrópusi erdejében előfordulnak (Somosné, 2010). Életmódjuk szerint többségük szaprotróf, azaz holt szerves anyaggal táplálkoznak. Általában xilofágok – faanyagot bontók –, jellemzően lombos és tűlevelű fákon fordulnak elő (Hajdú, 2007). A fehérkorhasztó fajok közé tartoznak, ezek a fák és a növényi rostok lignin- és cellulóztartalmát hasznosítják szénforrásként (Kang, 2004). A cellulóz-bontás mellett történő lignin-bontás miatt az addig szilárd faanyag laza, szivacsos állagúvá válik, színe fehéres-sárgás lesz. A „fehérkorhasztó” elnevezés is erre a visszamaradó, világos színű anyagra utal (Hajdú, 2007).

A *Pleurotus* nemzetségnek számos faja és változata van, amelyek közül csak néhányat vontak termesztésbe. Termesztésük viszonylag olcsón és egyszerűen kivitelezhető, nem igényelnek különleges körülményeket (Somosné, 2010). A laskagomba kereskedelemben kapható szaporítóanyaga a szemcsíra és a pálcikás csíra, azonban ez utóbbit csak extenzív termesztéshez használják (Cotter, 2014).

A letermett laskagombakomposzt még elegendő tápanyagot tartalmaz, hogy haszonállatok takarmányozására alkalmas legyen (Rinker et al., 2004), illetőleg jó nitrogén- és szénforrásként szolgál a növényeknek, így termőföldhöz keverhető, vagy komposztálható (Chang, 1984).

Említésre érdemes, hogy néhány laskagomba faj a fonálférgek ellen ható anyagokat választ ki (Stamets, 2000). A letermett laskagomba alapanyagot hazánkban biogáz előállítására hasznosítja a Pilze-Nagy Kft. Továbbá néhány hazai telepen állatok kiegészítő takarmányozására is felhasználják.

A laskagomba egy jó tápértékű faj élelmi rostokkal, fehérjékkel, szénhidrátokkal, esszenciális aminosavakkal, vitaminokkal és ásványi anyagokkal (Törös et al., 2022). Megtalálhatók benne specifikus poliszacharidok és polifenolok, illetve β -D-glükánok, amelyek előnyösen hatnak az emberi immun- és emésztőrendszerre. A laskagombában található hatóanyagok antioxidáns, antibakteriális, vírusellenes, antidiabetikus és gyulladáscsökkentő tulajdonságokkal rendelkeznek (Vitnor – Khandre, 2023).

A *Pleurotus* nemzetség kereskedelmi szempontból kiemelten fontos, mivel világszerte az összes termesztett gomba mintegy 25%-át teszi ki (Törös et al., 2022). A laskagombákat legnagyobb mennyiségben Ázsiában termesztik, azonban világszerte egyre növekszik a népszerűségük. A *Pleurotus* fajok nemesítése eleinte egyszerű szelekcióval kezdődött, majd ezt hibridizációs és mutációs nemesítési technikák váltották fel. Fő célkitűzések voltak a termőképesség, a spóramentesség és a minőség javítása. Mára az újabb technológiák –, mint a molekuláris nemesítés, a genetikai transzformáció, a genomszerkesztés – felgyorsították a nemesítés folyamatát (Barh, 2019).

3.2. Laskagomba-fajok

A laskagombák nemzetségébe sokféle, igen változatos faj tartozik. Az ezek közül termesztésbe vont fajok közös tulajdonsága, hogy termesztésük viszonylag könnyen kivitelezhető és kis költségigénnyel rendelkezik (Wurth, 2018).

A laskagombák külső megjelenésének közös jellemzője, hogy vegetatív micéliumuk fehér, termőtestük általában kagylóformájú kalappal rendelkezik, színezetük azonban nem egységes, hanem fajra, fajtára jellemző, és a fehértől, a kékes, a szürke és a barna árnyalatokon át a rózsaszínig sokféle lehet (Stamets, 2000).

Pleurotus ostreatus

A késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) széles elterjedési területtel rendelkezik a mérsékelt égövi erdőkben. Előfordulása keményfákon (nyárfa, tölgy, éger, juhar, nyírfa, kőris, bükk, szil, fűz) gyakori tavasszal és ősszel (Stamets, 2000). Főként legyengült állapotú, beteg vagy elpusztult fákon található meg, de egyéb növényi eredetű hulladékon is előfordul (Somosné, 2010). Rövid, excentrikus tönkje van, ami pelyhes-szőrös felületű (Hajdú, 2007). A kalapja eleinte nyelv alakú, majd kagylószerűen kiterül, legnagyobb átmérője 15 cm körüli. Színe világos, de a kapott fény mennyiségétől függően szürkétől a kékeszürkéig sötétülhet. Pereme egyenletes, esetenként hullámos lehet, lemezei lefutók, fehér színűek (Stamets – Chilton, 1983). Spóráinak színe fehér, világos lilás, vagy lilás-szürke (Stamets, 2000).

A késői laskagomba és hibridjei igen népszerűek a termesztett gombák között. A faj jó alkalmazkodó-képességgel rendelkezik – mind klíma, mind termesztési alapanyag szempontjából. Termőtest-képzéséhez hideghatásra van szüksége (Kong, 2004). Szubsztrátumának anyagát hatékonyan hasznosítja, egyféle alapanyagból álló táptalajon is képes jól teremni. Zárt térben történő termesztésekor gondot okozhat nagy mennyiségű spóratermelése, ami allergizálhat (Stamets – Chilton, 1983).

A késői laskagombán kívül egyéb népszerű termesztett fajok még a floridai laskagomba (*Pleurotus florida*), a nyári laskagomba (*Pleurotus pulmonarius*), a szaka laskagomba (*Pleurotus sajor-caju*), a rózsaszínű laskagomba (*Pleurotus djamor*) (Kong, 2004).

***Pleurotus florida* Eger**

A floridai laskagomba (*Pleurotus florida*) is széles elterjedési területtel rendelkezik, megtalálható a mérsékelt égövi és a szubtrópusi erdőkben egyaránt. Megjelenése hasonlít a késői laskagombáéra (Kong, 2004), azonban a késői laskával ellentétben, a floridai laskagomba nem igényel hideghatást a termőtestképzéséhez (Stamets – Chilton, 1983).

Hazánkban a floridai laskagomba volt az első olyan laskagombafaj, amely egész évben alkalmasnak bizonyult a folyamatos és intenzív termesztésre. Minősége azonban alulmaradt a hibridfajtákéhoz képest, így azok átvették a helyét a termesztésben. A korai hibridfajták előállítását Gyurkó Pál munkásságának köszönhetjük (Szili, 1994). A magyarországi laskatermesztésben jelenleg a legelterjedtebbek a floridai és a késői laska hibridjei (Hajdú, 2007).

A HK-35 hibrid

A HK-35 jelölésű hibrid egy Olaszországból származó késői laska és az első, H7 elnevezésű hibrid keresztezésének eredménye (Somosné, 2010), amit jelenleg a Sylvan cégcsoport forgalmaz. A HK-35 egész évben termeszthető, Európa-szerte még napjainkban is az egyik legnagyobb mennyiségben termesztett fajta, bőven és jó minőségű gombát terem. A kalap színe hőmérsékletfüggő, a szürkének a sötét és világos árnyalatai között változhat (Internet 1). A nyári időszakban melegtűrése meghaladja a késői laskagombáét (Hajdú, 2007).

3.3. A termesztésről általánosságban

A *Pleurotus* nemzetségnek több fajtát termesztik, mint a termesztett mennyiségük alapján régóta népszerűbb csiperkéknek. A laskagombák a késői termesztésbe vonásuk ellenére, a világ gombaiparának elismert szereplőivé váltak (Singh – Kamal, 2017).

Világszerte a kereskedelmi céllal termesztett gombafajok száma 35 körülire tehető, ezek közül pedig 20 körüli azoknak a száma, amiket nagyüzemi termesztésben használnak (Sánchez, 2004). A *Pleurotus* nemzetség a második legelterjedtebb ezek közül (Sekan et al., 2019). Globális termelésük önmagában az összes termesztett gombának hozzávetőlegesen 25%-át teszi ki (Barh et al., 2019).

Világszerte a *P. ostreatus* termesztése meglehetősen változatos. Szubsztrátumok tekintetében az alapanyag-választás a hozzáférhetőség, a költség és a gombatermesztésre való alkalmasság alapján történik. A szubsztrátumok általában kettő vagy több anyag keverékéből készülnek, hogy összetételük

minél ideálisabb legyen a termesztésre. Jellemzően egy fő alapanyaga van a szubsztrátumnak, a többi hozzáadott anyag pedig kiegészítésként, dúsításként szolgál (Rodriguez Estrada – Pecchia, 2017).

A gombatermesztés a mezőgazdasági hulladékok újrahasznosítására igen jó lehetőséget kínál. A gombák képesek lebontani a lignocellulóz tartalmú anyagok széles választékát, amelyek a mezőgazdaság, erdészet és élelmiszeripar tevékenysége során keletkeznek. A *Pleurotus* nemzetség különböző éghajlatokon, olcsó és könnyen hozzáférhető hulladék-anyagokon is sikerrel termesztethető (Sánchez, 2010). Egyéb kedvező tulajdonságai, mint a sokféle szubsztrátumon való könnyű termesztetősége, a gyors micélium-növekedés, az egyszerű termesztési technológiák, és a betakarítás utáni könnyű tárolhatósága, mind hozzájárultak a népszerűségéhez (Singh – Kamal, 2017).

A laskagomba-termesztéssel a körforgásos gazdálkodás hatékonyan megvalósítható, mivel letermelt gombakomposztja biotrágya, állati takarmány, bioenergia és biorehabilitációs anyagok előállításához használható. A mezőgazdasági hulladékok fenntartható szemléletű kezelését, újrahasznosítását is segítheti (El-Ramady et al., 2022).

3.4. Alapanyagok a termesztéshez

A laskagombák termesztését megkönnyíti, hogy ezek a gombák a hemicellulózra és a cellulózra túl a lignint is bontják, így rengetegféle lignint tartalmazó mezőgazdasági szerves anyag felhasználható számukra táptalajként (Kang, 2004). Ilyenek a növényi szárak és levelek – száraz gabonaszalma, kukoricaszár, cirokszár, repceszalma, lencszalma, kenderpozdorja, továbbá szója-, magborsó-, maglucerna-, lóhereszalma gabonaszalmával vagy fűrészporral keverve (Szili, 1994). Ligninbontóképességüknek köszönhetően sokkal többféle mezőgazdasági hulladék alkalmas számukra táptalajnak, mint más gombafajok számára. Táptalaj lehet még számukra a kipréselt cukornád, a kávé feldolgozási és fogyasztási hulladékai, a tealevelek, és sok egyéb a világ különböző területein előforduló mezőgazdasági hulladék és melléktermék (például banán-, gyapot-, rizs-, szójatermesztésből származók) (Kang, 2004). Hazánkban a laskagomba-termesztésben leggyakrabban gabonaszalmát használnak táptalajként. A szubsztrátum alapanyaga fontos, hogy száraz és bomlásmentes (Szili, 1994), továbbá szennyeződésektől és penésztől mentes legyen (Stamets – Chilton, 1983).

A termesztéshez leggyakrabban használt alapanyagok a gabonaszalmák (legfőképp a búza, rozs, zab, rizs). A búza szalmáját 3-10 cm-es darabokra aprítva érdemes használni. A szubsztrátum szerkezete a szárak átmérőjétől és hosszától függ, a durvább szalma lazább szerkezetet eredményez, a finomabb sűrűbbet. Kukoricacső és -szár is lehet jó alapanyag. A kukoricaszemektől megfosztott egész cső 3-8 cm-es darabokra aprítva viszonylag egységes anyagot ad a termesztéshez (Stamets, 2000).

A laskagombák fűféléken is termesztethők. Ehhez 1983-ban Kínában Lin Zhanxi professzor fejlesztett ki egy JUNCAO elnevezésű módszert, mivel a gombatermesztés akkoriban farönkökön vagy fűrészporon zajlott, ezeket pedig az erdőkből nyerték ki. Emiatt szükség volt egy olyan megoldásra, ami nem okozza az erdők gyors pusztulását. A fűféléket felhasználó módszer pedig sikeresnek bizonyult. Mára ez egy átfogó termesztési rendszer kialakulásához vezetett, amiben több mint 40féle gomba termesztető (Oei, 2005). Lágyszárú növényeket használnak a termesztés szubsztrátumaként a korábbi hagyományos fűrészpor, gabona és rizskorpa helyett. A módszerrel 1 kg-nyi felhasznált száraz fű megközelítőleg 1 kg friss gombát eredményez. Lin Zhanxi a „Mushroom Growers' Handbook 1: Oyster Mushroom Cultivation” kiadványban felsorol számos, szubsztrátumként használható, főként Ázsiában honos fajt. Ezek közül az Európában honos és/vagy termesztett fajok az alábbiak: *Phragmites australis*, *Sorghum sudanense*, *Arundo donax*, *Triticum aestivum*, *Oryza sativa*, *Medicago sativa*, *Helianthus annuus*. A sikeres termesztéshez a fűfélék anyagának nedvességtartalma 65%-os kell legyen (Lin, 2004).

A fent említett kiadványba Jozef Poppe-től (2004) is bele került egy hosszabb lista a laskagomba-termesztés egyéb módszerei során világszerte felhasznált anyagokról, amik lehetnek mezőgazdasági és egyéb hulladékok is. Ebből válogattam össze egy rövidebb felsorolást az Európában is előforduló alapanyagokból, amik az alábbiak: fa, fafeldogozási hulladékok, fűrészpor, fakéreg aprítva, gabonaszalmák – aprítva és/vagy komposztálva, napraforgómag-héj, napraforgószár és -virágzat, kukoricacső darálva/zúzva, kukoricaszár, mindenféle kukoricahulladék a kukoricacsutkán kívül, bab terméshüvely, babszalma – különböző fajokból, hajdinaszalma, fűfélék megszáritva, lencszalma, zöldbabszár, földimogyoróhéj, hüvelyesek szára, somkóró szára, menta szára – az illóolaj kiperéselése után, káposztafélék szára, mustár szalmája, borsószár, burgonyalevelek, nád aprítva, szójababszár és -hüvely, papíripari rostanyag, papírhulladék aprítva, újságpapír aprítva.

3.5. A szubsztrátum összetétele

A szubsztrátum összetétele szempontjából fontos tényező a szén-nitrogén (C/N) arány. A laskagombának magasabb a szén-, és alacsonyabb a nitrogénigénye, mint a termesztésben szintén népszerű kétspórás csiperkének, de a szubsztrátumának fő összetevőit, így is szükséges lehet némi nitrogénforrással dúsítani.

Erre alkalmas például a búza- vagy rizskorpa. (Kang, 2004) A micélium növekedéséhez a gomba hasznosítani tudja az oldható szénhidrátokat, glükózt, szerves nitrogénforrásokat, valamint az ásványianyag-forrásokat, mint például az ammónium-szulfátot (Viziteu, 2004).

Curvetto és munkatársai (2002) vizsgálatában a terméshozamon túl a gombák fehérjetartalma is növelhetőnek bizonyult a szubsztrátum nitrogéntartalmának növelésével. Ehhez napraforgómaghéj-

lisztet használtak kiegészítő nitrogénforrásként, amivel legalább 50%-os terméshozamot értek el a késői laska esetében. A szubsztrátum nitrogéntartalmát 0,65-ről 1,3%-ra emelve, a gombák fehérjetartalma 17,1-ről 28%-ra növekedett. Azonban 1,75–2,2%-os nitrogénkoncentráció már negatív hatással bírt, és a szubsztrátum átszövetése nem sikerült.

Kurt és Buyukalaca (2010) vizsgálatukban azt találták, hogy alacsony terméshozamot eredményezett, ha a nitrogéntartalom nem érte el, vagy meghaladta az 1,1%-ot. A magas nitrogéntartalom viszont a terméshozam csökkenését eredményezte, vagyis a terméshozam kezdeti növekedése egy adott nitrogénszint felett csökkenésbe fordult át. Vizsgálatukban a legmagasabb terméshozamot a búzaszalma és korpa 2:1 arányú keveréke adta, aminek C/N aránya 46,1:1,4 volt.

Ruilova Cueva és munkatársai (2017) vizsgálatában hat különböző szubsztrátum keveréket használtak késői laska termesztéséhez, amikben a nitrogéntartalmat 0,5–1,4% között változtatták. A legjobb eredményt az a szubsztrátum keverék adta, amelynek C/N aránya 47,95:1 volt, ez 15% rizshéjból, 40% lencseszalmából, 40% kipréselt cukornádból, 3% szójalisztból és 2% kalcium-karbonátból állt.

Dúsítóanyagok használata esetén figyelni kell a kórokozó gombák megjelenésére (Stamets, 2000), továbbá óvatosan kell bánni ezen anyagok adagolásával, mivel miattuk az átszövetési időszakban a szubsztrátum hőmérséklete jobban megemelkedhet az ideálishoz képest. A micéliumnövekedéshez a szubsztrátum optimális pH-értéke 5–6,5 közötti, 4 alatti érték esetén a micélium növekedése leáll. A víz lényeges eleme a termesztésnek, a szubsztrátum ideális nedvességtartalma 65–75%-os. Túl száraz táptalaj esetén a micélium növekedése nem indul be, túl vizes esetén pedig az anaerob körülmények miatt a micélium elhal (Viziteu, 2004).

Extenzív termesztés esetén alapanyagként érdemes frissen vágott fát használni, így a termesztett laskagombának kevésbé kell más vad gombafajokkal konkurálnia (Cotter, 2014), azonban e módszerrel a termőtestek megjelenése és mennyisége nem tervezhető, és nem megvalósítható a folyamatos árutermelés (Somosné, 2010).

Növényi hulladékokból készülő szubsztrátum többféle módon is előállítható. Az alapanyag benedvesítve, majd kazalba rakva komposztálható 15-20 nap alatt, többszöri átforgatással és locsolással (Szili, 1994). Áztatással is előkészíthető a szubsztrátum anyaga, ekkor teljesen víz alá, merítve több (kb. 10) napi áztatás után az anyag fermentálódik, amitől csökken a pH-ja, egyben a benne található – a termesztett gombával – konkuráló szervezetek száma is. (Wurth, 2018). A fél-intenzív (kisüzemi) technológia esetén a professzionális gombatermesztő berendezések hiányoznak, így a külső időjárási körülmények jelentősen befolyásolják a termést (Somosné, 2010).

Az intenzív (nagyüzemi) termelésre jellemző, hogy a táptalaj hőkezelt – pasztörizált vagy sterilizált – lágyszárú növények melléktermékeiből, hulladékaiból készül, de komposztált alapanyag is alkalmas rá (Rühl et al., 2014). A beoltáshoz korszerű szaporítóanyagot használnak, a termesztés folyamatos, és szabályozott klímájú termesztő-berendezésekben történik, célja az árutermelés (Somosné, 2010).

3.6. Termesztés városi környezetben

Termesztő kamrák

A laskagombák többek között a kisebb léptékű termesztésre való alkalmasságuk miatt is népszerűek. Könnyen és gyorsan termőre fordíthatók akár otthoni körülmények között is. Termődobozokban, termőblokkokban, termőzsákokban kaphatók, akár átszövetett, termesztésre kész állapotban, akár úgy, hogy a termesztőközeg a gombacsírától külön van csomagolva.

Az otthoni gombatermesztés egy magasabb szintjét kínálja a kompakt, kisméretű gombatermesztő kamrák. Ezek között ma már található olyanok is, amelyekben teljesen szabályozható a belső klíma, és akár távolról is vezérelhetők – így segítve elő az otthoni gombatermesztés sikerét. Külső vagy belső víztartállyal, beépített ventilátorral rendelkeznek, hogy a levegőt és párát keringtessék. Az előre átszövetett, kisméretű blokkokat belehelyezve, ideális körülmények között termesztethető bennük a gombafajok széles választéka. Ezen készülékek nagy előnye, hogy a gombák jellegzetes szagát és az allergizáló gombaspórákat egy mikrofilter szűri, hogy ne kerülhessenek ki a kamrából.

Ilyen kompakt gombatermesztő kamrákat készítő és értékesítő vállalkozást hozott létre 2022-ben két magyar fiatal Shrooly fantázianév alatt. Az otthoni, laikus gombatermesztő célközönség számára készítik a mikrohullámú-sütő méreténél nem nagyobb termesztő egységeket, amikbe kezdetben 12 féle gombából rendelhetnek a vásárlók, és a kínálat folyamatosan bővül. A termesztés 7-10 napot vesz igénybe, szakértelmet nem igényel, a termesztő berendezés a kijelzőjén át biztosít információt a folyamatról, illetve a benne lévő mikroklímáról. Mindez mobilapplikáción át is követhető, és ezen keresztül elérhető az ügyfélszolgálatuk is (Internet 2).

Városi biohulladék újrahasznosítás

A városi biohulladékok újrahasznosítására újabb és újabb projektek látnak napvilágot. Ilyen a 2023 őszén meghirdetett, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem és a Coca-Cola HBC Magyarország közös zaccmentő pályázata is, ami például a gombatermesztéshez is kitűnően illeszkedik. A vendéglátás szektorban napi szinten nagy mennyiségű kávézacc termelődik, ennek be- és visszagyűjtése céljából született meg a közös pályázat. A projekt célja egy biztonságos rendszer

kidolgozása, ami által a kávézaccot mikrobiológiai tisztasággal lehetséges begyűjteni és megőrizni az újrahasznosításáig.

A kávézaccot egy a gombatermesztéshez hasznosítható alapanyagként tartják. Világszerte számos kísérletben kutatták, többek között Alsanad és munkatársai (2020), akik kávézacc és búzaszalma keverékének hatását vizsgálták a laskagomba tápértékére nézve, vagy Carrasco-Cabrera és munkatársai (2019), akik kávézacc és fűrészpors keverékén vizsgálták a kávézacc és a benne lévő koffein hatását a laskagomba növekedésére. A vizsgálatok eredményei általában azt mutatják, hogy érdemes ez irányban tovább vizsgálni, mivel a kávézacc más alapanyagokkal keverve jól hasznosíthatónak tűnik a laskagomba-termesztésben amellet, hogy a termesztésre való felhasználása nagyban segít az újrahasznosításában is.

3.7. Termesztési kísérletek a nagyvilágban

Világszerte számos kísérletet végeztek a laskagomba különböző alapanyagokon való termesztésével kapcsolatban. Az alábbi vizsgálatokból látható a termesztési lehetőségeinek sokfélesége, helyi alapanyagokhoz igazíthatósága.

Worrall és Yang (1992) almatörköly és fűrészpors keverékét vizsgálták shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) és laskagombák (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kummer és *P. sajor-caju* (Fr.) Sing.) termesztéséhez. A micéliumok növekedését és sűrűségét pozitívan befolyásolta az almatörköly hozzáadása a fűrészporsból álló szubsztrátumhoz. Az elemzések szerint az almatörköly biztosította optimális N-szint részben felelős a pozitív hatásért.

El-Kattan és Salama (1996) a *Pleurotus florida* és *Pleurotus ostreatus* fajok termesztését vizsgálták rizsszalmán hüvelyes növények hulladéka és gipsz hozzáadásával. A hüvelyes növényi hulladék és a rizsszalma keverékén termesztett gomba terméshozama nőtt, a legkedvezőbbben a fele-fele arányú keveréknél. A *P. ostreatus* jobban reagált a kevert szubsztrátumra, mint a *P. florida*. A gipsz hozzáadása kedvezőtlenül befolyásolta a kevert szubsztrátum pozitív hatását.

Bugarski és munkatársai (1997) a késői laskagomba egy törzse (NS-16) számára legmegfelelőbb szubsztrátumot keresték egyik vizsgálatukban. A következő alapanyagokat használták ehhez: búzaszalma, szójaszalma, kukoricaszár, külön-külön ezek keveréke napraforgómaghéjjal, illetve magában a napraforgómaghéj. A legmagasabb terméshozam a szójaszalmán, a legalacsonyabb a napraforgómaghéjra volt. A búzaszalma és a kukoricaszár napraforgómaghéjjal keverve jobb hozamot adott, mint csak magukban ezek a szubsztrátumok.

Baysal és munkatársai (2003) a laskagomba termesztését vizsgálták papírhulladékon. A papírt tőzeggel, csirketrágyával és rizskorpával keverték. A szubsztrátumban a rizskorpa arányának növelésétől

rövidült az átszövetés ideje, hamarabb jelentek meg a primordiumok, gyorsult a termőtestek képződése, és nőtt a termésmennyiség. A tőzeg és a csirketrágya nagyobb aránya viszont negatívan hatott a növekedésre.

Egy 2004-ben publikált tanulmányban a szubsztrátumba kevert kávézacc hatását vizsgálták a késői laskagomba HK-35-ös törzsén. Az alap szubsztrátum búzaszalma és közönséges lucfenyő fűrészporának keveréke volt. A kávézacc 55%-os arányig nem okozott változást a termőtestekben és termésmennyiségben. A szubsztrátumban a koffeintartalom 59%-kal csökkent, a termőtestekben pedig nem volt mérhető (Job, 2004).

Shah és munkatársai (2004) fűrészpor, búzaszalma és levelek különböző arányú keverékein vizsgálták a laskagomba terméshozamát. Az eredményeik alapján a fűrészpor szubsztrátum adta a legnagyobb mennyiségű termést, ezt követte a fűrészpor és levelek keveréke (75-25% arányban), majd a búzaszalma és levelek keveréke (50-50%), a búzaszalma önmagában, a fűrészpor és búzaszalma (50-50%), és utolsóként a levelek önmagukban.

Salmones és munkatársai (2005) vizsgálatában hat *Pleurotus* törzset (*P. ostreatus*: IE-38, IE-49; *P. pulmonarius*: IE-137, IE-225; *P. djamor*: IE-121, IE-218) termesztettek kávépépen és búzaszalmán. A termesztés során a kávépép szubsztrátum koffeintartalma 50% közeli arányban csökkent – főleg a termőtestek fejlődése során –, az elemzett termőtestekben pedig 0,17% és 0,22% közötti koffein-koncentrációt mértek. Az eredményeik alapján a kávépép jól használható szubsztrátumként, akár a búzaszalma helyettesítésére is a megfelelően megválasztott törzsekkel.

Egy indiai vizsgálatban a késői laskagomba termesztését száraz gyomnövényeken is vizsgálták. Ömagukban szubsztrátumként és rizsszalmához keverve összesen hét gyomfajt használtak az alábbi családokból: Lamiaceae, Malvaceae, Asteraceae, Fabaceae, Verbenaceae. Az eredmények alapján a *Leonotis* sp. (a Lamiaceae családból) rizsszalmával 1:1 arányban keverve adta a legjobb eredményt a laskagomba termőtestek mennyiségében, egyben ezen a szubsztrátumon indult meg a leghamarabb a termőtestképzés. A legrosszabb eredményeket a *Tephrosia purpurea* (a Fabaceae családból) adta. A gyomok szubsztrátumként is megállták a helyüket, de a második terméshullámban kevésbé teljesítettek jól. Azonban rizsszalmával keverve a második hullámban serkentik a termőtestképzést (Das – Mukherjee, 2006).

Egy vizsgálatban négy lignocellulóz-tartalmú szubsztrátumon (fűrészpor, kókuszrost, keskenylevelű gyékény, kipréselt cukornád) vizsgálták a késői laskagomba termesztését. A cukornád szubsztrátumon gyorsabban növekedtek a gombák, a fűrészpor pedig a legnagyobb termésmennyiséget adta, jelentősen többet a többi szubsztrátumnál (Vetayasuporn, 2006).

Egy nigériai vizsgálatban a késői laska termesztésének lehetőségeit vizsgálták a helyben fellelhető mezőgazdasági hulladékokon: fűrészporon, maniókahéjon, gyapothulladékon, száraz plantain leveleken, olajpálma hulladékán és zöldségeken. A zöldségek kivételével az összes szubsztrátum elősegítette a gombák növekedését (Amunike et al., 2011).

Sharma és munkatársai (2013) a késői laskagomba termesztésének lehetőségét vizsgálták különböző alapanyagokon, rizsszalmán, rizs- és búzaszalma keverékén, rizsszalma és papír keverékén, kipréselt cukornádon és égerfa fűrészporán. A kísérletben a rizsszalma bizonyult ezek közül a legjobb szubsztrátumnak, ezt követte a rizs- és búzaszalma keveréke, majd a rizsszalma és papírhulladék keveréke.

Egy 2010/11-ben folytatott vizsgálatban különböző gabonaféléket használtak a gombacsíra előállításához, szubsztrátumként pedig búzaszalmával összehasonlítva papírhulladékot és faaprítékot használtak. Az eredmények alapján a faapríték és a búzaszalma keveréke adta a legmagasabb hozamot (Sofi et al., 2014).

Egy vizsgálatban különböző mezőgazdasági hulladékok hatását hasonlították össze a *P. ostreatus* és a *P. cystidiosus* fajok növekedésére, terméshozamára és tápanyag-összetételére nézve. Hétféle szubsztrátumot vizsgáltak: fűrészport, kukoricacsutkát, kipréselt cukornádat és ezek különböző arányú keverékeit. A két faj növekedésére és hozamára jelentős különbséggel hatottak a különböző szubsztrátumok. A kukoricacsutka és cukornád arányának növelése csökkentette a szubsztrátumokban a szén/nitrogén arányt, és növelte a Ca, P, Mg tartalmat. A két *Pleurotus* faj termesztésére önmagában a kukoricacsutka, és önmagában a kipréselt cukornád bizonyult a két legalkalmasabb szubsztrátumnak (Hoa et al., 2015).

Egy kínai tanulmányban a hulladékká vált, forrázott tealevelek laskagomba-termesztésben való felhasználhatóságát vizsgálták. A fekete tea készítéséből visszamaradt tealevél-hulladékot különböző arányban adták a gyapotmaghéj szubsztrátumhoz, ötféle mintát létrehozva. A különböző arányú szubsztrátumok eltérő növekedést és terméshozamot mutattak. Az eredmények szerint a tealevél-hulladékot 40-60% arányban tartalmazó szubsztrátumok adták a legnagyobb termésmennyiséget (Yang et al., 2015).

Egy 2014-ben végzett vizsgálatban négyféle szubsztrátum laskagomba-termesztésre való alkalmasságát nézték meg. Gyapotmag, papírhulladék, búzaszalma és fűrészpor került összehasonlításra, mint szubsztrátum. Az eredmények azt mutatták, hogy a legmagasabb hozamot a gyapotmagon érték el, továbbá a legtöbb termőtest is ezen a szubsztrátumon fejlődött. A legnagyobb kalapátmérője és -vastagsága azonban a papírhulladékon fejlődött gombáknak volt. A legrosszabb hozamot és a legkevesebb számú gombát a fűrészpor adta (Girmay et al., 2016).

Egy dél-afrikai vizsgálatban búzaszalmát, faaprítékot, és a perjefélék (*Poaceae*) családjának *Hyparrhenia* nemzetségébe tartozó fajok szalmáját használták szubsztrátumként a laskagomba-termesztéshez. A búzaszalmán az átszövetés ideje gyorsult, ez segített elkerülni a kórokozó gombákkal való fertőződést, ami a másik két szubsztrátum esetében nem sikerült. A *Hyparrhenia* fajok szubsztrátumában később a micélium növekedése elnyomta a kórokozó fajokat. A búzaszalma és a *Hyparrhenia* szalmát tartalmazó szubsztrátum hasonlóan magas termésmennyiséget produkált ellentétben a faaprítékkal (Masevhe et al., 2016).

Carrasco-Cabrera és munkatársai (2019) laboratóriumi és kereskedelmi termesztés körülményei között vizsgálták a kávézacc és a benne lévő koffein hatását a laskagomba növekedésére. A kísérlet kereskedelmi termesztés részében kávézacc és fűrészpor keverékével dolgoztak. A koffein jelenléte a szubsztrátumban késleltette a micélium növekedését, és késleltette, egyes esetekben meg is szüntette a termőtestképződést. A kávézaccot csak 25%-ban tartalmazó mintát jó hatékonysággal átszította a micélium, és ezen termőtestek is nőttek. Azonban a nagyobb arányú kávézacc a többi mintában meggátolta a kísérlet ideje alatt a termőtestképződést, habár ezeket a mintákat is valamennyire átszította a micélium. A koffeint az összes keverékben részlegesen lebontotta a micélium. Később a gombákban is kimutatható volt valamennyi koffein, ám ennek mértéke igen csekély volt.

Alsanad és munkatársai (2020) a kávézacc és búzaszalma keverékének hatását vizsgálták a laskagomba tápértékére nézve. Négyféle keveréket vizsgáltak: 0%, 33%, 67% és 100% kávézacc tartalommal. A kávézaccot is tartalmazó szubsztrátumokban a kezdeti lignintartalom magasabb volt és lassabban csökkent. A gombák tápértékét azonban javították a szénhidrátok arányának emelésével, és a nátrium-tartalom csökkentésével a 33% és a 67% kávézaccot tartalmazó keverékek, míg a 33%-os keverék csökkentette a zsírtartalmukat is. A 67%-os keveréken nőtt gombákban több lett a többszörösen telítetlen zsírsav, míg 67% és 33%-os keverékeken nőtt gombákban a telített zsírsavak mennyisége is emelkedett.

Egy tanulmányban a cellulóz- és papíriparban keletkező, magas nedvességtartalmú hulladékok alternatív hasznosítási módszerét vizsgálták. A papírhulladékok ipari méretű újrahasznosításából származó cellulózzrost-hulladékot laskagomba-termesztéshez használták fel. Háromféle szubsztrátumot vizsgáltak, ezek 40, 60, 80 tömeg%-ban tartalmaztak rosthulladékot, továbbá egy negyediket is, ami nyírfa fűrészporából állt. A micélium növekedése gyorsabbnak bizonyult a rosthulladékot tartalmazó szubsztrátumokon. A termőtestek jó tápértékűek voltak, a nehézfémek koncentrációja pedig jóval az EU élelmiszerekre meghatározott határértékei alatt volt (Grimm et al., 2021).

Muswati és munkatársai (2021) különböző szubsztrátumok (gyapothulladék, búzaszalma, zúzott baobab gyümölcshéj, gyapotmag héj) keverékének hatását vizsgálták meg a laskagomba

növekedésére és terméshozamára. A kutatás eredményeként megállapították, hogy a szubsztrátumok keverése segíthet a terméshozam növelésében, ezáltal kedvezőbb költség-haszon arányt eredményezhet.

Akter és munkatársai (2022) vizsgálatában az elhelyezés szempontjából problémás mezőgazdasági lignocellulóz tartalmú hulladékokat használták laskagomba-termesztésre. A *P. ostreatus* gombát ötféle hulladékon termesztették: rizsszalmán, búzaszalmán, kukoricacsutkán, fűrészpor és rizskorpa keverékén (3:1 arányban), valamint kopréselt cukornádon. A fűrészpor és rizskorpa keverékéből álló szubsztrátum kimutathatóan növelte a termőtestek számát, méretét és a terméshozamot.

Egy 2023-ban publikált tanulmányban repcemag-présogácsa felhasználását vizsgálták laskagomba-termesztéshez, továbbá a letermelt gombakomposzt takarmányként való felhasználásának lehetőségét. Az alap szubsztrátum cukorrépapép volt 66%-ban, ehhez adták hozzá 34%-ban a présogácsát. A kontroll szubsztrátum csak cukorrépapépből állt. A termesztés szempontjából előnyökkel járt a présogácsa hozzáadása a szubsztrátumhoz, mivel a terméshozamot jelentősen növelte. A gombák tápanyagtartalmára azonban nem volt hatással. A présogácsa hozzáadása és a gombatermesztés is javították a szubsztrátum tulajdonságait takarmányozási szempontból (Östbring et al., 2023).

A fenti vizsgálatokból látható, hogy laskagomba-termesztéssel igen régóta kísérleteznek, és világszerte egyre népszerűbbé válik a könnyű termesztetőségének köszönhetően. A laskagomba jól fejlődik az alapanyagok széles választékán, hatékonyan újrahasznosíthatóak általa különböző mezőgazdasági- és egyéb hulladékanyagok, mint a búza- és rizsszalma, kukoricacsutka, fűrészpor, papírhulladék, vagy akár az egyik jelentős városi biohulladék, a kávézacc is.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. A kísérlet helyszíne

A kísérlet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem soroksári (Budapest XXIII. kerület) telephelyén (korábban: Kísérleti Üzem és Tangazdaság) elhelyezett gombatermesztésre kialakított 20 lábas, szigetelt konténerben (1. ábra) zajlott.



1. ábra: A gombatermesztő konténer a tangazdaságban
(Forrás: saját fénykép)

A konténer oldalfali split klímával lett felszerelve a helyiség hőmérsékletének szabályozásának céljából. Helyet kapott benne egy szellőztető a megfelelő CO₂-szint beállításához és a későbbiekben még egy ultrahangos párásító is a kellő páratartalom előállításához. Ezek után beszerelésre került még egy digitális termosztát és páratartalom-mérő (2. ábra).



2. ábra: A párásító, a klíma külső egysége és a szellőztető kivezetése, a digitális termosztát és páramérő, a szellőztető textil légcsatornája
(Forrás: saját fényképek)

4.2. A kísérletben felhasznált anyagok

A kísérletben termesztett laskagomba a *Pleurotus ostreatus* HK-35 fajtája. A szubsztrátum búzaszalma alapú laskakomposzt volt, ami a Pilze-Nagy Kft. alapanyag-gyártásából származik. Az alapanyag előállítását kültéri előkomposztálással, majd pasztörizálással történik – ipari méretben. Az alapanyagba a gombacsíra 2 tömeg% arányban került. A komposzt kiindulási analitikai összetevői az alábbiak voltak: víztartalom: 76,83%; pH: 8,24; nitrogéntartalom: 0,82%; hamu: 10,08.

A cég kecskeméti telephelyén 30 db 10 literes vödört készítettek elő a kísérlethez, minden vödör oldalába előzetesen 6 db 3 cm-es lyukat fúrtak. Ezeket a töltés előtt ragtapasszal fedtük le a fertőzések elkerülése érdekében, illetve abból célból is, hogy óvják a kiszáradástól az alapanyagot az átszövetési időszakban. A későbbiekben ezek a ragtapaszok a gombák növekedésének következtében lehullottak a lyukakról. A vödröket fertőtlenítettük, majd mindegyikbe megközelítőleg 7,5 kg alapanyagot töltöttünk.

4.3. A kísérlet menete

A megtöltött vödrök az egyetem tangazdaságába kerültek, ahol a – bepakolást megelőzően már fertőtlenített – konténerben helyeztük el őket.

A 30 darab vödör a konténer két hosszabb oldala mentén 4-4, összesen 8 oszlopban került elhelyezésre. Bal oldalon minden oszlopban 4 vödör kapott helyet, jobb oldalon az első két oszlopba 4-4 db, a második kettőbe 3-3 db vödör került (3. ábra).



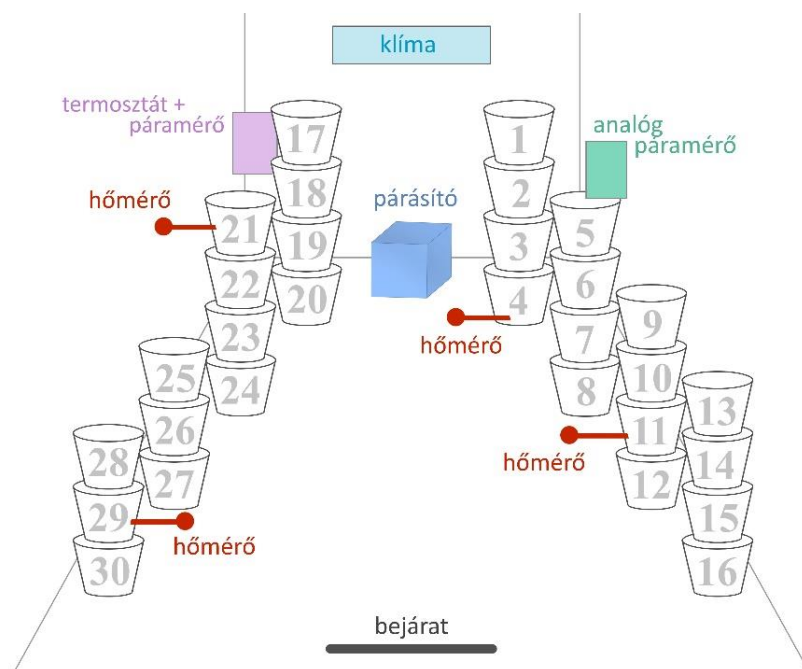
3. ábra: Az alapanyaggal megtöltött vödrök és elhelyezésük a konténerben (Forrás: saját fényképek)

A hozam és a tapasztalatok dokumentálhatósága érdekében a vödröket beszámoztuk. A számozás a jobb hátsó sarok felől indult. A lenti sematikus ábra (4. ábra) szemlélteti a vödrök elhelyezkedését és számozását, a vödrökbe elhelyezett hőmérők helyét, továbbá a párasító készülék, a klímaberendezés, és a mérőműszerek helyét.

A vödrökbe négy analóg komposzthőmérő került elhelyezésre a szubsztrátum hőmérsékletének mérése céljából. A négy hőmérőből kettő jobb oldalon az első oszlop 4-es és a harmadik oszlop 11-es számú vödrébe, kettő hőmérő pedig bal oldalon a második oszlop 21-es és a negyedik oszlop 29-es számú vödrébe került.

A szubsztrátummal töltött vödrök bepakolása után az átszövetés és az érlelés időszaka következett. A letermesztés közben legalább heti 4 alkalommal közel azonos időintervallumban mérésre és rögzítésre került a léghőmérséklet, a páratartalom és a komposzt hőmérséklete.

A szedés két hullámban történt, kiegészítve egy köztes hullám szedésével is. A leszedett gombákat mérlegem lemértem, majd néhány óra elteltével minőségi kategóriák szerint osztályoztam, azokat ismételten lemértem, majd rögzítettem a darabszámukat is.



4. ábra: A gombatermesztő konténer belső elrendezése
(Forrás: saját munka)

4.4. Az adatok kiértékeléséhez használt statisztikai módszerek

IBM SPSS szoftvert használtam az adatok statisztikai kiértékeléséhez. Mivel a termésmennyiségek adatai nem bizonyultak sem normális eloszlásúnak, sem a szórásaik nem egyeztek meg, így nemparaméteres próbákat alkalmaztam rájuk: Kruskal-Wallis-próbát és Mann-Whitney-próbákat.

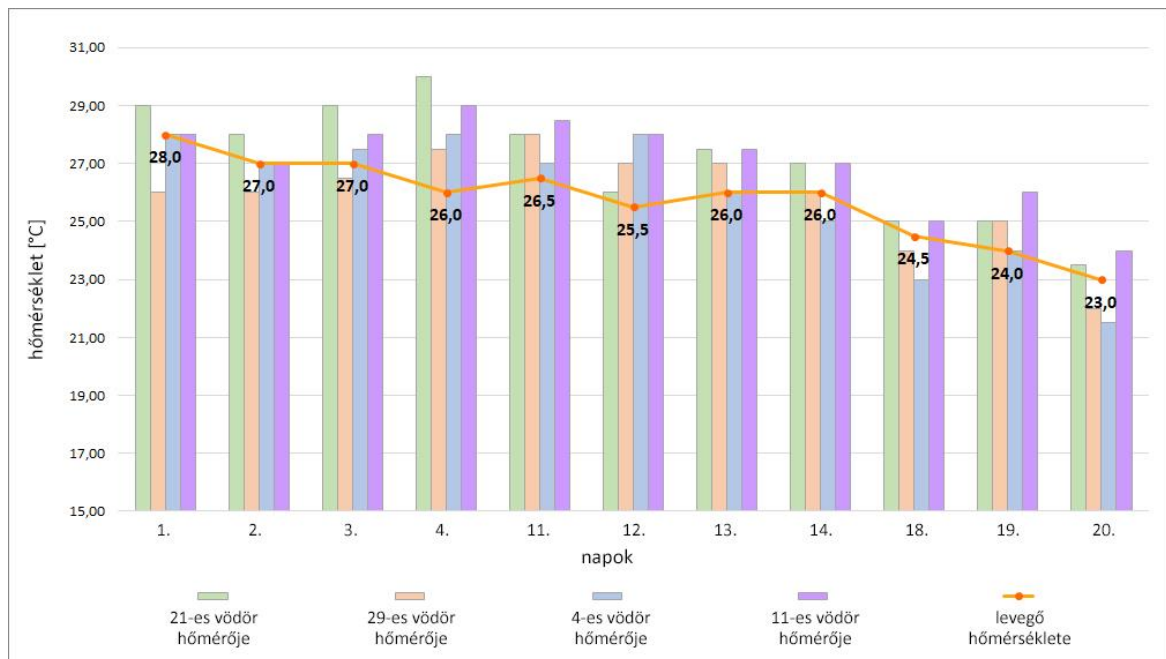
Mindkét próba rangszámításokkal teszteli a nullhipotézisét, ami szerint minden minta azonos eloszlású sokaságból származik. (A sokaság mediánjai egyenlők.) A Kruskal-Wallis-próba ezt három vagy több, független sokaság mintáján teszi, a Mann-Whitney-próba pedig kettő független mintán. Ha a próbák eredményei szignifikánsak, a nullhipotézist elvetjük, és az alternatív hipotézis szerint legalább az egyik vizsgált csoport más eloszlásból származik, mint a többi (Reiczigel et al., 2021).

Kruskal-Wallis-próba értelmezésénél a hipotézisvizsgálat esetében, a kiszámított p-érték, ha nagyobb, mint az általában 0,05-nek meghatározott szignifikancia szint, akkor a nullhipotézist megtartjuk, ellenkező esetben elvetjük (Reiczigel et al., 2021).

5. EREDMÉNYEK

5.1. Az átszövetés időszaka

Az átszövetés időszaka 20 napot vett igénybe. A kezdeti kedvezőtlen pára- és hőmérsékleti viszonyok miatt az alapanyag több vödörben is kiszáradásnak indult a leragasztott lyukaknál. Az alábbi – a hőmérsékletek változását bemutató – ábrán (5. ábra) jól látszik, hogy az első napokban a klímaberendezés megfelelő beállítása kihívást jelentett, így a kis légtérű helyiség hőmérséklete jóval magasabb volt az ideális paraméterhez képest. Az ideális léghőmérsékletet csak az átszövetés végére sikerült tartósan beállítanunk. A legmagasabb léghőmérsékleti érték 28 °C volt, azután a negyedikről a tizennegyedik napig 26 °C körüli értékeket mértem, majd ezután sikerült csökkenteni 24, majd 23 °C-ra. A micélium a kedvezőtlen körülmények ellenére is növekedett, amint az az alábbi fényképeken (6. ábra) látható.



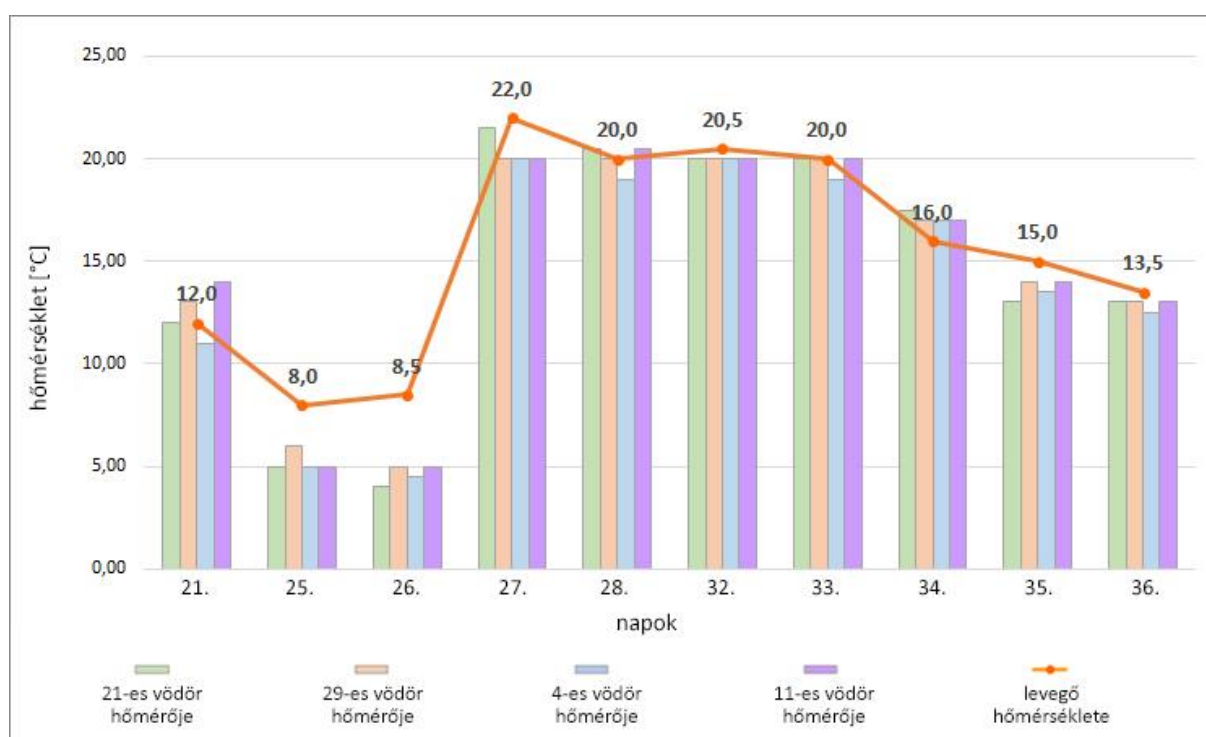
5. ábra: Az átszövetés ideje alatt a levegő és a szubsztrátum hőmérséklete
(Forrás: saját munka)



6. ábra: A micélium növekedésének fázisai a 7., a 12. és a 20. napon
(Forrás: saját fényképek)

5.2. Termőre fordítás

A termőre fordítás a 21. napon kezdődött meg. Ekkor került beüzemelésre a helyiségben a párasító készülék. Az ennek hatására hirtelen megnövekedő páratartalom komolyabb hőmérsékletesést okozott, mint amivel terveztünk. A hideghatás is jelentősen nagyobb lett az ideálisnál, ami 16-17 °C-os léghőmérsékletet jelentett volna. E helyett azonban 8-12 °C-ot mértem a helyiségben. A 7. ábra mutatja, hogy ezt rendezni nem sikerült, mivel a klímaberendezés hűtés üzemmódban nem volt képes érdemben emelni a hőmérsékleten, viszont fűtés üzemmódba kapcsolva pedig túlmelegítette a helyiséget. A későbbiekben – a 35. napon – beüzemelt szellőztető javított ezen az állapoton.



7. ábra: A termőre fordítástól az első hullám végéig tartó időszakban mért lég- és komposzt hőmérsékletek

(Forrás: saját munka)

5.3. Szedések

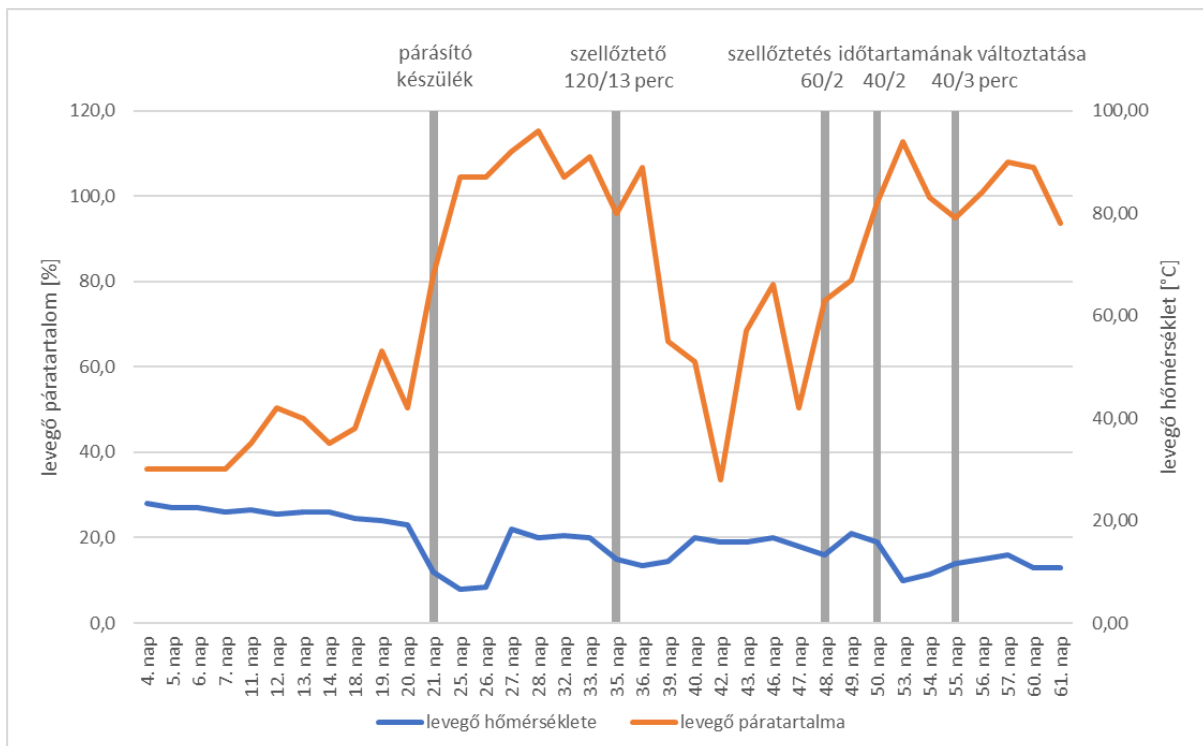
Az első hullám szedése a 33-36. napokon történt meg. Ezt később követte egy köztes szedés a 47., 53. és 55. napokon. A második hullám szedésére pedig az 57. és a 60-61. napokon került sor.

5.4. A kísérlet teljes időtartama alatt mért klimatikus értékek

A kísérlet időtartama összesen 61 nap volt. Ebből 20 napig tartott az átszövetés és az érlelés időszaka, majd ezt követte a hideghatással történő termőre fordítás. Az első primordiumok a 27. napon

jelentek meg, majd 6 nap múlva lehetett az első hullámból először szedni. A 36. napon az első hullám teljes egészében leszedésre került. A második hullámhoz az újabb gombakezdemények a 46. napon jelentek meg. Ezekből az 57. napon lehetett először szedni.

Az alábbi ábrán (8. ábra) a kísérlet teljes időtartama alatt mért léghőmérséklet és páratartalom értékeit ábrázoltam. A párasító készülék a 21. napon került be a helyiségbe, ezután megfigyelhető a hőmérséklet hirtelen csökkenése és a páratartalom gyorsabb emelkedése. A páratartalom értéke ezután 80% felett maradt. A 35. napon került beüzemelésre a szellőztető. Az ehhez felszerelt időzítőkapcsolónak csupán korlátozott beállítási lehetőségei voltak, így egy kétóránkénti 13 perces működést tudunk beprogramozni rajta. Ez a páratartalom szempontjából igen előnytelen beállításnak bizonyult. Az ábrán könnyen követhető a páratartalom értékének meredek csökkenése. A kinti időjárás is befolyással bírhatott a konténeren belüli értékekre, mivel esősebb idő esetén a benti páratartalom is emelkedett.



8. ábra: A kísérlet ideje alatt a termesztőhelyiségben mért léghőmérséklet és páratartalom
(Forrás: saját munka)

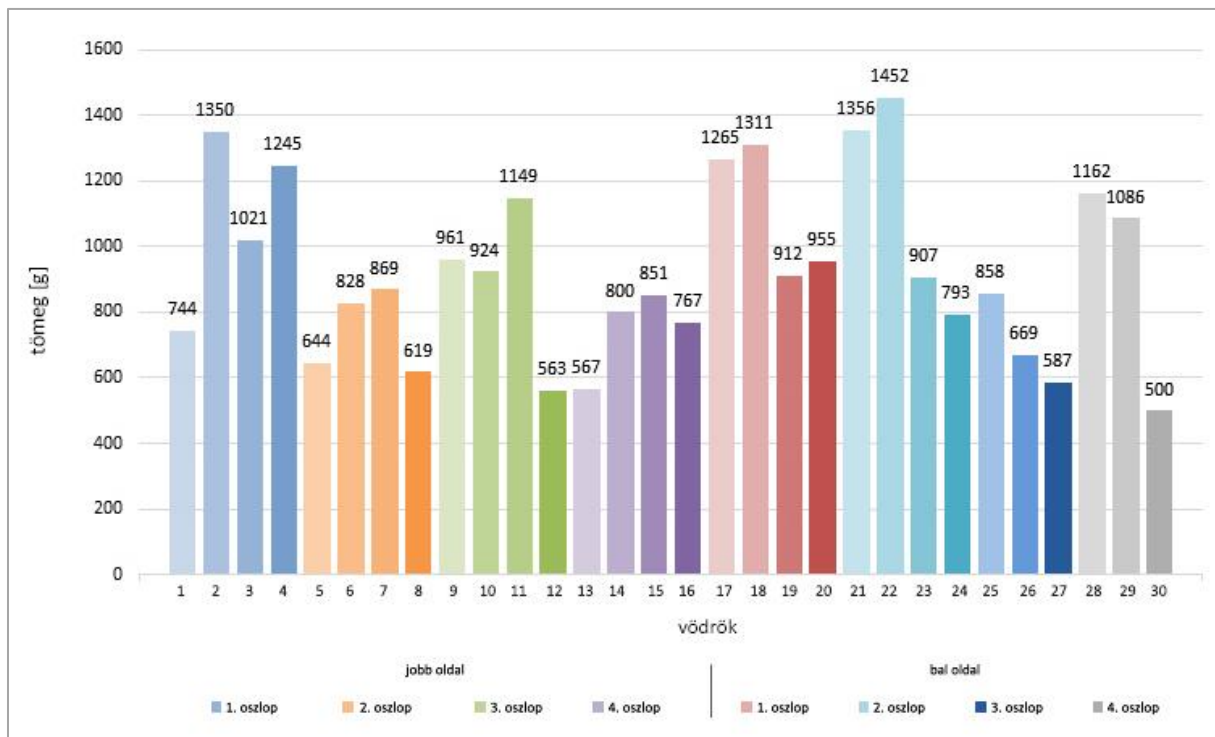
A 48. napon új időzítőkapcsoló került beszerelésre a régi helyett. Ezzel a szellőztetés jobban szabályozhatóvá vált, így óránkénti 2 perces működési időt állítottunk be. A következő napon a szellőztető rendszert is módosítottuk egy vizes tartály segítségével. Ennek köszönhetően a kinti száraz levegő helyett már magasabb páratartalmút fűjt be a helyiségbe. Az 50. napon 40 percenként 2 percnyi

szellőztetés került beállításra, majd az 55. napon ezt 3 percre emeltük. Ennek hatására a hőmérséklet tartósan 14-15 °C környékére csökkent.

5.5. A termésmennyiségek és összehasonlításuk

A termesztés során az ideálistól jelentősen eltérő termesztési körülmények miatt a gombák egy része csupán feldolgozásra alkalmas, termesztési hibás, deformált lett. Ezeket és a megfelelően fejlődött gombákat minden szedés után szétválogattam. A nem hibás termőtesteket egyesével lemértem és megszámláltam a csokrokban fejlődő egyedi termőtestek darabszámát.

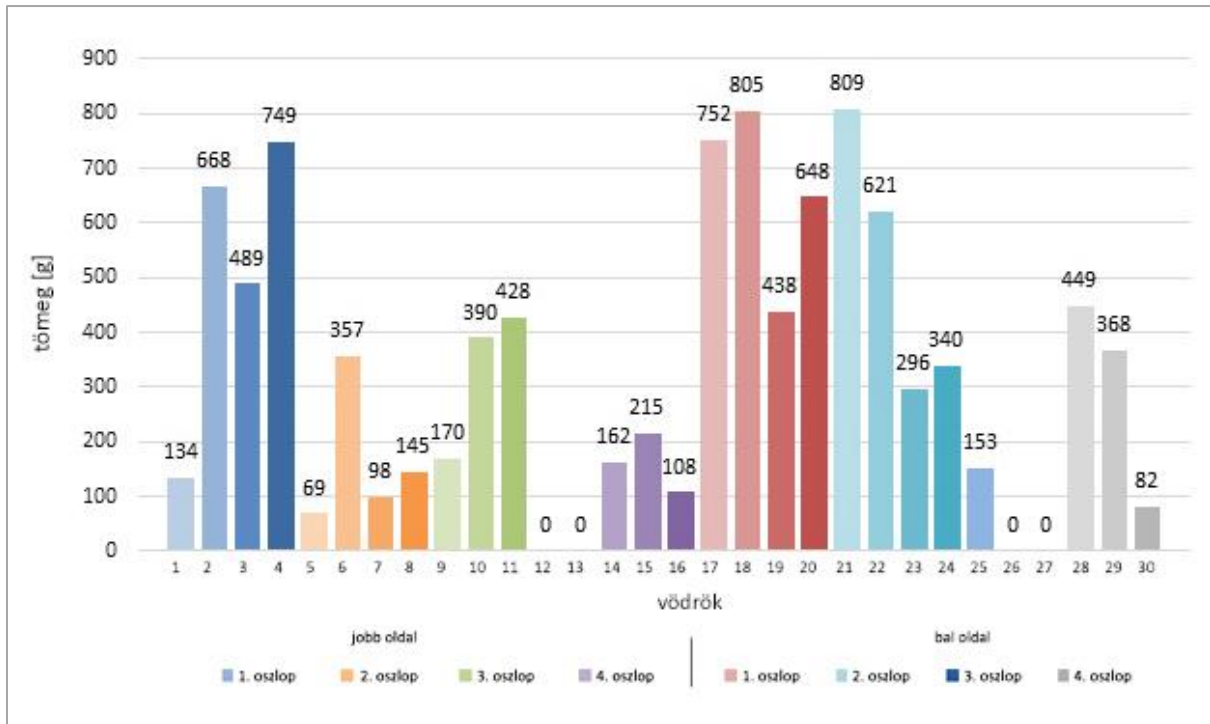
A szedett gomba mennyisége az alábbi ábrán (9. ábra) tekinthető meg vödörkénti bontásban. Az adatokat a termesztőhelyiségbeli oszloponként színeztem. Egy szín egy oszlopot jelöl. Azonos szín árnyalatai a világostól a sötét felé, a fentről lefelé irányt jelölik az egymáson elhelyezkedő vödrök alapján. Az első négy csoport a jobb oldali, a második négy a bal oldali oszlopok termésmennyiségét mutatja. A jobb oldalon az első és a harmadik oszlop vödrein (1-4, 9-12) termett jelentősebb mennyiség. Míg a bal oldalon az első két oszlop vödrein (17-20, 21-24) termett jelentősebb mennyiségű gomba.



9. ábra: Az összes szedett laskagomba tömege vödörként ábrázolva
(Forrás: saját munka)

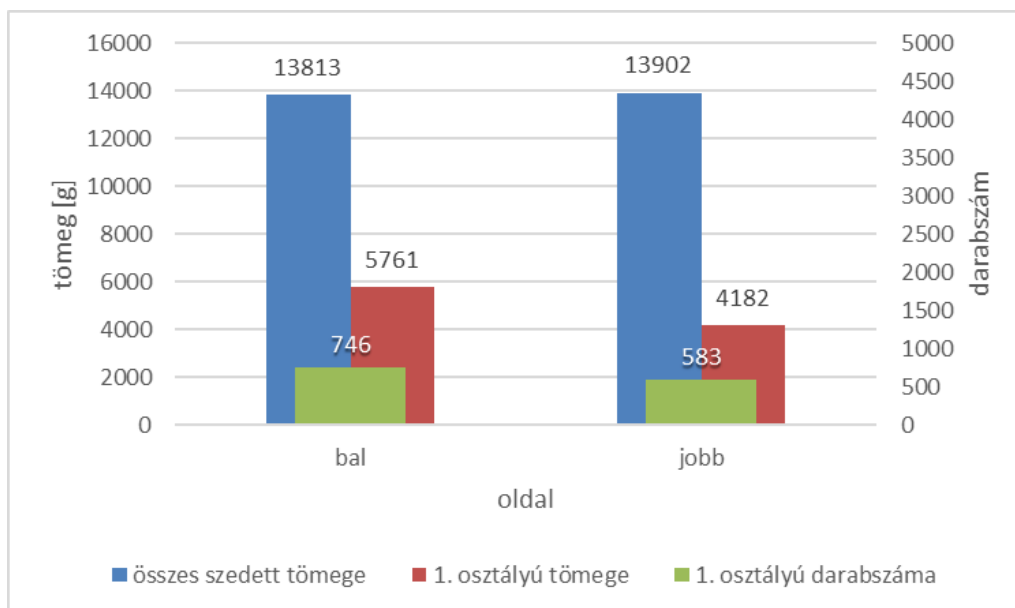
A következő ábrán (10. ábra) azok a mennyiségek láthatók a 9. ábrával megegyező csoportosításban és jelöléssel, amikből a termesztési hibás gombák kiválogatásra kerültek. Ezek az eladásra alkalmas, friss piaci mennyiségek. A jobb oldali második, harmadik és negyedik (5-8, 9-12,

13-16), illetve a bal oldali harmadik és negyedik oszlopok vödrein (25-27, 28-30) ugyan termett gomba (lásd 9. ábra), azonban ezek többsége vagy nem fejlődött elég gyorsan, vagy a helyiségben uralkodó olykor kedvezőtlen körülmények miatt termesztési hibásak lettek.



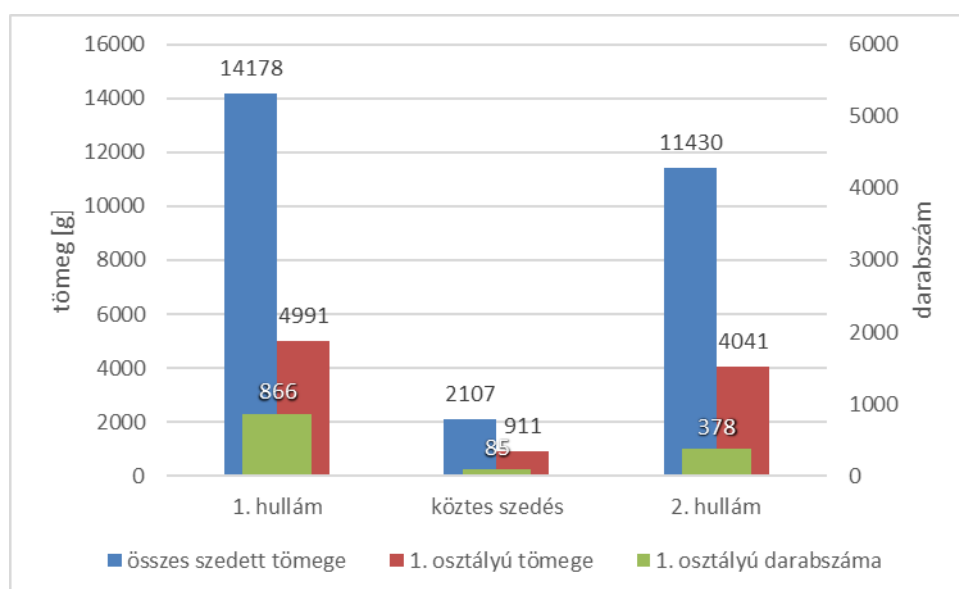
10. ábra: A friss piaci minőségnek megfelelő szedett gomba tömege vödörként ábrázolva
(Forrás: saját munka)

A 11. ábra az összes szedett mennyiséget mutatja meg oldalanként, illetve az összes és a friss piaci mennyiség alapján csoportosítva. Látszik, hogy az összmennyiségben látványos különbség nem, azonban a friss piaci mennyiségben volt eltérés a bal oldali vödörök javára.



11. ábra: A kísérlet teljes ideje alatt szedett laskagomba tömege, az 1. osztályú minőségűek tömege és darabszáma a konténer bal és jobb oldala közötti bontásban (Forrás: saját munka)

A 12. ábrán a termelt mennyiségeket tüntettem fel hullámonkénti bontásban. A második hullámban megközelítőleg 20%-kal kevesebb gomba termelt, mint az elsőben. Az összes és friss piaci mennyiségek szinte ugyanúgy aránylanak egymáshoz mindkét hullám esetén. Az első hullámban a friss piaci mennyiség a teljes mennyiségnek a 35,2%-a. A második hullámban a friss piaci mennyiség a teljes mennyiségnek a 35,4%-a.



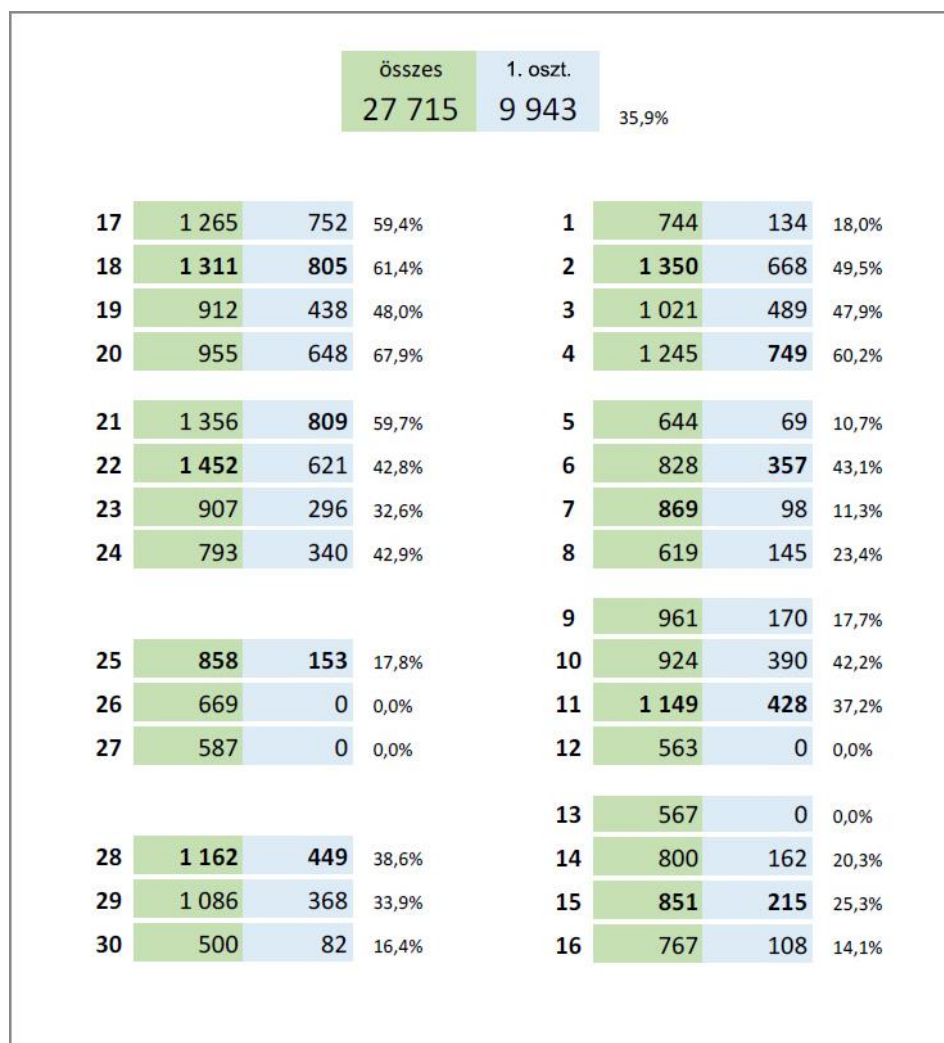
12. ábra: A kísérlet teljes ideje alatt termelt laskagomba tömege, az 1. osztályú minőségűek tömege és darabszáma hullámonkénti bontásban (Forrás: saját munka)

Az alábbi táblázatban (1. táblázat) oldaltól függetlenül, oszlopokra bontva, terméshullámonként és összesítve is feltüntettem a mennyiségeket. Összes mennyiségben az 1. és 2. oszlopok teljesítettek a legjobban. Ugyanez érvényes az összmennyiség friss piaci részére is, és az első hullám ugyanezen két értékére is. A köztes és a második hullám értékei már változóbbak voltak.

oszlop	1. hullám [g]	1. hullám 1. osztályú [g]	köztes szedés [g]	köztes szedés 1. osztályú [g]	2. hullám [g]	2. hullám 1. osztályú [g]	összmennyiség [g]	összmennyiség 1. osztályú [g]
1	5711	3516	275	178	2817	989	8803	4683
2	3902	1384	225	92	3341	1259	7468	2735
3	2496	91	1316	543	1899	507	5711	1141
4	2069	0	291	98	3373	1286	5733	1384

1. táblázat: Oszlopokra bontott táblázat a termésmennyiségekről
(Forrás: saját munka)

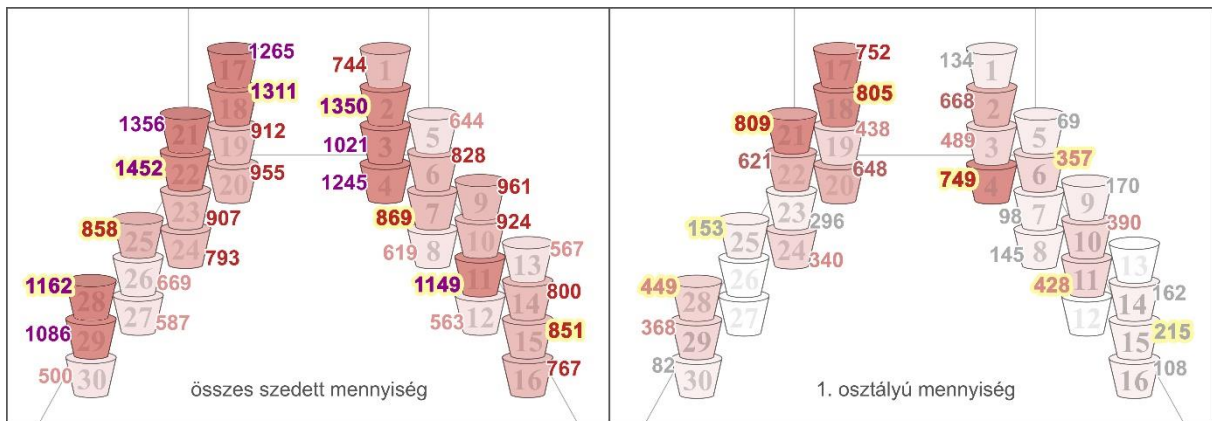
A következő ábrán (13. ábra) még részletesebb bontásban – vödörként – tekinthetők meg a termelt mennyiségek.



13. ábra: A kísérlet teljes ideje alatt szedett mennyiség [g] vödörkénti bontásban
(Forrás: saját munka)

A vödörök szerinti termésmennyiség legmagasabb értékeit a tényleges elrendezésük szerinti csoportokban – vagyis az oszlopok alapján – jelöltem a korábban is használt félkövér kiemeléssel. Bal oldalon a 18-as, 22-es, 25-ös, 28-as vödörön volt a legnagyobb szedett mennyiség, a friss piaci mennyiség pedig a 18-as, 21-es, 25-ös, 28-as vödörön volt a legnagyobb. A jobb oldalon a 2-es, 7-es, 11-es, 15-ös vödörökről sikerült a legtöbb gombát szedni, friss piaci mennyiségéből ezen az oldalon a 4-es, 6-os, 11-es, 15-ös vödörök adták a legtöbbet. A százalékos értékek az adott vödör termésmennyiségéből a friss piaci (1. osztályú) minőségű gomba arányát jelölik.

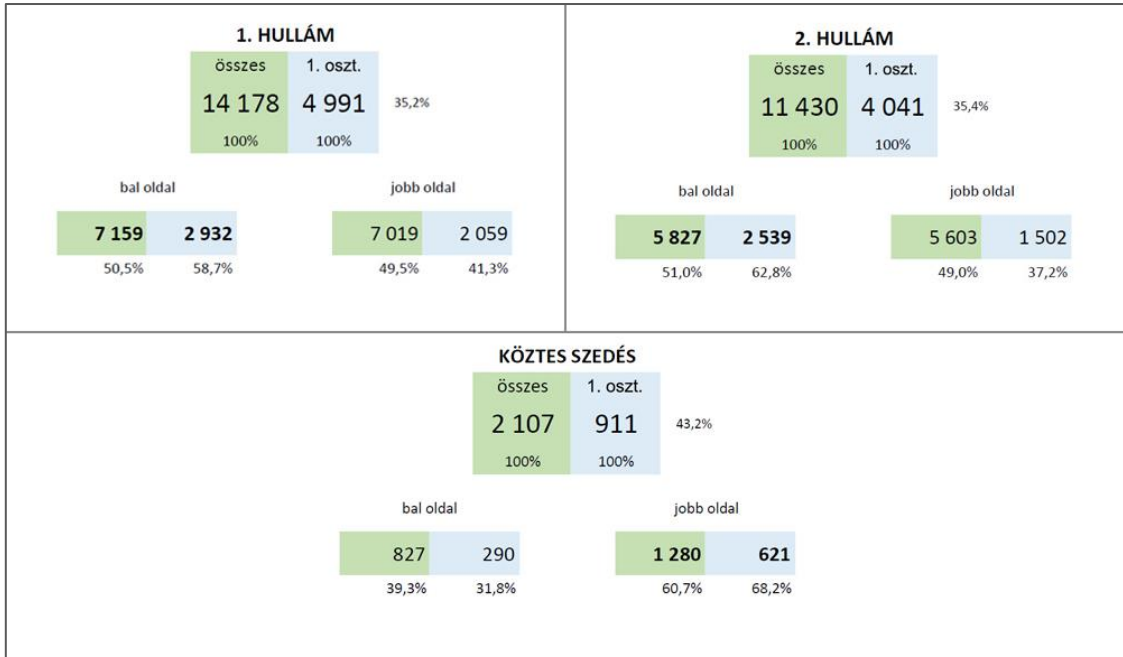
A 14. ábrán vödörön szemléltettem a szedett mennyiségeket. Az ábra bal oldali részén az összes szedett mennyiséget tüntettem fel grammban, a jobb oldali részén pedig az ezekből leválogatott friss piaci mennyiségeket. Megfigyelhető rajta, hogy a legnagyobb friss piaci mennyiségek nem minden esetben a legtöbbet termelt vödörről kerültek le.



14. ábra: A kísérlet teljes ideje alatt vödörnként szedett mennyiségek grammban megadva (Forrás: saját munka)

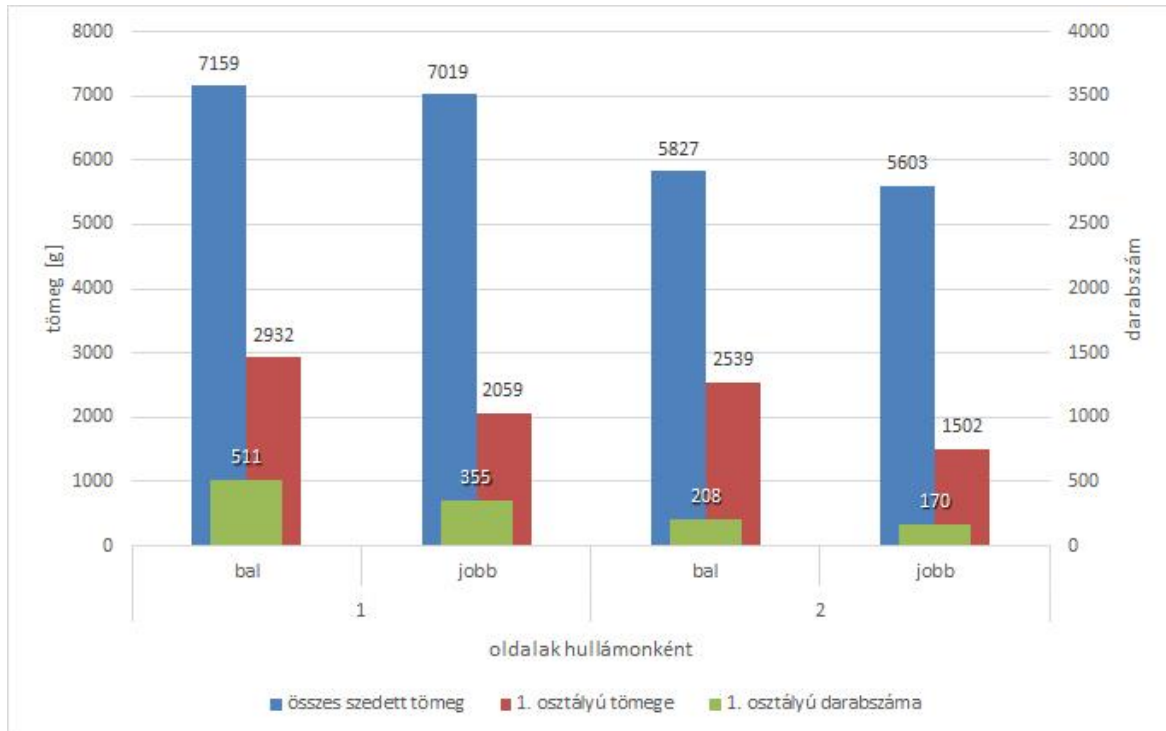
A 15. és 16. ábrán a teljes termésmennyiség és az oldalanként termelt mennyiségek szerepelnek a két terméshullám szerint bontva, a 15. ábrán kiegészítve a köztes szedéssel. A 15. ábrán az oldalak szerinti mennyiségek alatt a százalékok az adott hullámban összesen szedett, illetve ebből a friss piaci minőségű gombák arányát mutatják a hullámban összesen szedett mennyiségek adataihoz képest.

A második hullámban összesen 19,4%-kal termelt kevesebb gomba a vödörön, mint az elsőben. A friss piaci mennyiségek ezekből viszont szinte azonos százalékban kerültek ki: az első hullámnak 35,2%-a volt friss piaci minőségű, a másodiknak 35,4%-a.



15. ábra: Az összes szedett mennyiségek [g] hullámonkénti bontásban
(Forrás: saját munka)

Az első hullámban a bal oldalon a szedett mennyiség 41%-a, a jobb oldalon 29,3%-a volt friss piaci minőségű. A második hullámban a bal oldalon a szedett mennyiség 43,6%-a, a jobb oldalon viszont csak 26,8%-a volt friss piaci minőség.



16. ábra: Az összes szedett laskagomba mennyisége, az 1. osztályú minőségűek tömege és darabszáma hullámonkénti és oldalankénti bontásban ábrázolva
(Forrás: saját munka)

Az alább látható táblázatban (2. táblázat) oldalaktól függetlenül, szintekre bontva, terméshullámonként és összesítve is feltüntettem a mennyiségeket. Az összesített mennyiségekben a 2. szint teljesített a legjobban, a két hullám legjobb értékei viszont változóak.

szint	1. hullám [g]	1. hullám 1. osztályú [g]	köztes szedés [g]	köztes szedés 1. osztályú [g]	2. hullám [g]	2. hullám 1. osztályú [g]	összmenyiség [g]	összmenyiség 1. osztályú [g]
1	3190	881	298	187	2049	866	5537	1934
2	4164	1513	1026	642	3495	1450	8685	3605
3	3074	975	126	0	4264	1357	7464	2332
4	3750	1622	657	82	1622	368	6029	2072

2. táblázat: Szintekre bontott táblázat a termésmennyiségekről

(Forrás: saját munka)

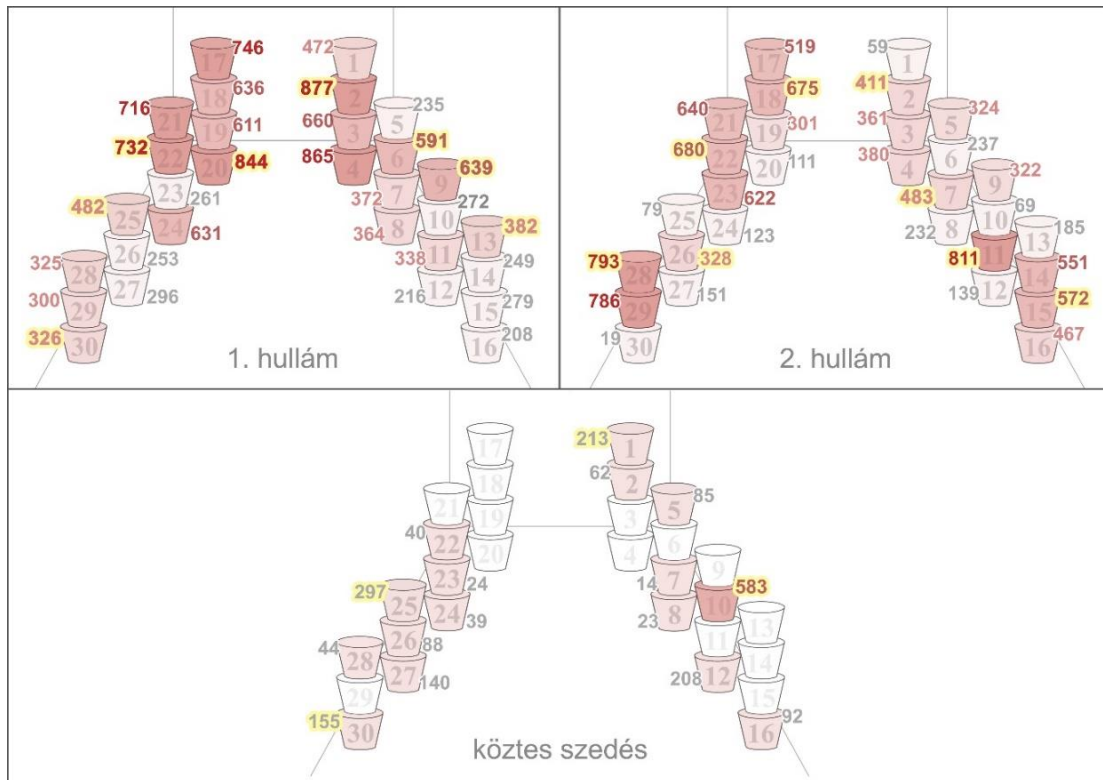
A 17. ábrán terméshullámok szerint, vödörkénti bontásban tüntettem fel az összes és a friss piaci termésmennyiségeket. Ezen is megfigyelhető, hogy nem mindig a legtöbbet termő vödörkről került le a legtöbb friss piaci mennyiség. Az első hullámban ilyen a bal oldali 2. oszlop, illetve a jobb oldali 1. oszlop. A bal oldalon a 3. és a 4. oszlop, a jobb oldalon pedig a 4. és majdnem a 3. oszlop vödrein sem termett friss piaci minőségű gomba. Ezek az oszlopok a helyiség első, ajtó felőli végén voltak, legmesszebb a klímaberendezéstől és a párásítótól. A második hullámban a bal oldal 3. oszlopa nem termett egyáltalán friss piaci minőségű gombát, csupán a köztes szedésnél került le róla ebből egy csekély mennyiség. A százalékos értékek az adott vödör termésmennyiségéből a friss piaci (1. osztályú) minőségű gomba arányát jelölik.

1. HULLÁM				2. HULLÁM			
összes		1. oszt.		összes		1. oszt.	
14 178		4 991		11 430		4 041	
		35,2%				35,4%	
17	746	422	56,6%	1	472	0	0,0%
18	636	382	60,1%	2	877	568	64,8%
19	611	438	71,7%	3	660	424	64,2%
20	844	648	76,8%	4	865	634	73,3%
21	716	368	51,4%	5	235	0	0,0%
22	732	276	37,7%	6	591	287	48,6%
23	261	58	22,2%	7	372	55	14,8%
24	631	340	53,9%	8	364	0	0,0%
				9	639	91	14,2%
25	482	0	0,0%	10	272	0	0,0%
26	253	0	0,0%	11	338	0	0,0%
27	296	0	0,0%	12	216	0	0,0%
				13	382	0	0,0%
28	325	0	0,0%	14	249	0	0,0%
29	300	0	0,0%	15	279	0	0,0%
30	326	0	0,0%	16	208	0	0,0%
				17	519	330	63,6%
				18	675	423	62,7%
				19	301	0	0,0%
				20	111	0	0,0%
				21	640	441	68,9%
				22	680	306	45,0%
				23	622	238	38,3%
				24	123	0	0,0%
				25	79	0	0,0%
				26	328	0	0,0%
				27	151	0	0,0%
				28	793	433	54,6%
				29	786	368	46,8%
				30	19	0	0,0%
				1	59	0	0,0%
				2	411	56	13,6%
				3	361	65	18,0%
				4	380	115	30,3%
				5	324	16	4,9%
				6	237	70	29,5%
				7	483	43	8,9%
				8	232	145	62,5%
				9	322	79	24,5%
				10	69	0	0,0%
				11	811	428	52,8%
				12	139	0	0,0%
				13	185	0	0,0%
				14	551	162	29,4%
				15	572	215	37,6%
				16	467	108	23,1%

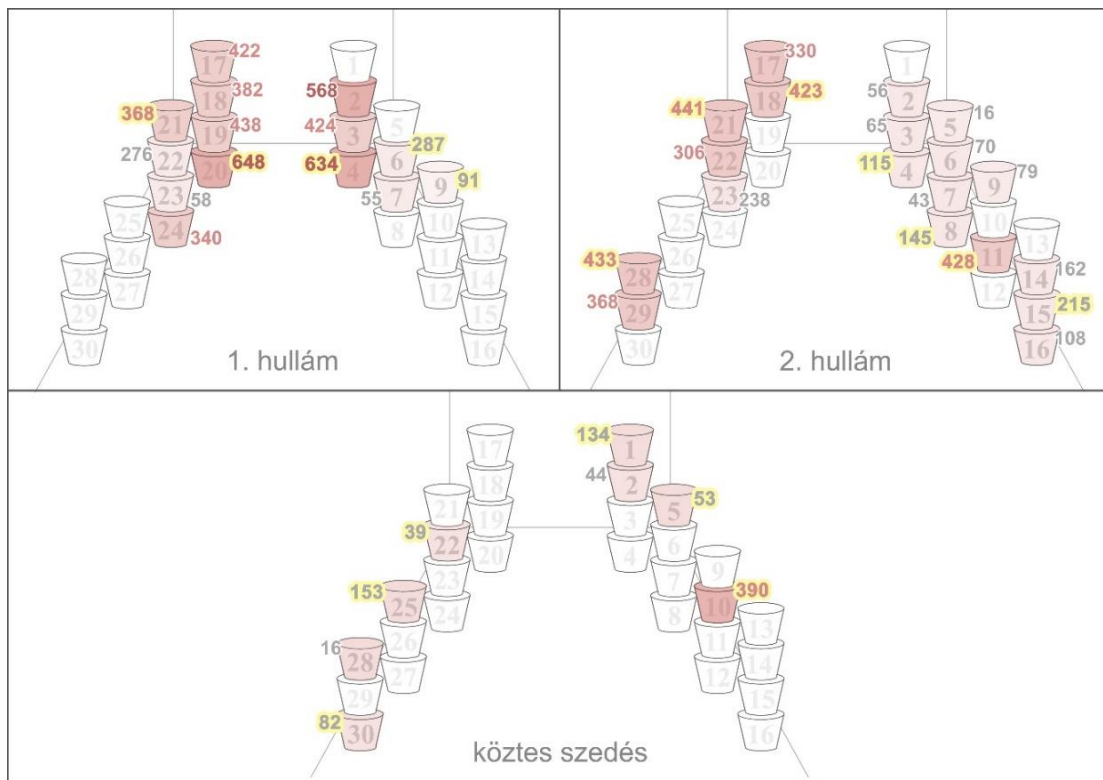
KÖZTES SZEDÉS			
összes		1. oszt.	
2 107		911	
		43,2%	
17	0	0	
18	0	0	
19	0	0	
20	0	0	
21	0	0	
22	40	39	97,5%
23	24	0	0,0%
24	39	0	0,0%
25	297	153	51,5%
26	88	0	0,0%
27	140	0	0,0%
28	44	16	36,4%
29	0	0	
30	155	82	52,9%
1	213	134	62,9%
2	62	44	71,0%
3	0	0	
4	0	0	
5	85	53	62,4%
6	0	0	
7	14	0	0,0%
8	23	0	0,0%
9	0	0	
10	583	390	66,9%
11	0	0	
12	208	0	0,0%
13	0	0	
14	0	0	
15	0	0	
16	92	0	0,0%

17. ábra: Az összes szedett mennyiségek [g] hullámonként vödrökre bontva
(Forrás: saját munka)

A 18. és 19. ábrán vödrökön tekinthetők meg a fentebb részletezett hullámonkénti termésmennyiségek. A második ábrán jól látszik, mely vödrökön nem termelt friss piaci minőségű gomba.



18. ábra: Vödörkön ábrázolva a hullámonként szedett mennyiségek [g]
(Forrás: saját munka)



19. ábra: Vödörkön ábrázolva a hullámonként szedett mennyiségek [g] friss piaci része
(Forrás: saját munka)

5.6. Terméshullámok eredményei

Az első hullám adatai

Az első terméshullám előtt a technika okozta kihívások miatt a termesztési feltételek messze kerültek az ideálistól. Az alábbi képen (20. ábra) az első hullám gombái láthatók különböző fejlettségben.



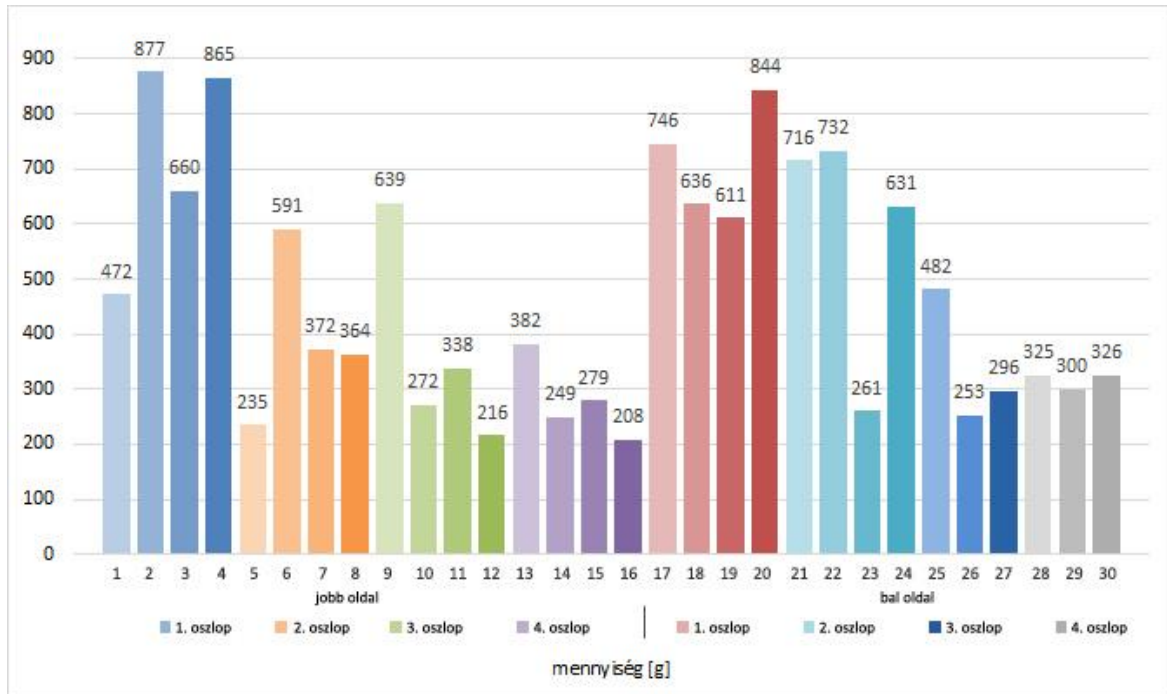
20. ábra: Primordiumok és termőtestek az első hullámban
(Forrás: saját fényképek)

A 21. ábrán az első hullám leszedett összmenységét ábrázoltam. Hasonlóan a korábbiakhoz, az adatokat a termesztőhelyiségbeli oszloponként színeztem, világostól a sötétebbig a fentről lefelé irányt jelölik a vödrök sorrendjében. Látható az adatokon, hogy minden vödorről lehetett szedni, azonban nagyobb mennyiségeket csupán az első oszlopokban helyet kapó vödörökről (1-4, 5-8, 9-12, 17-20, 21-24).

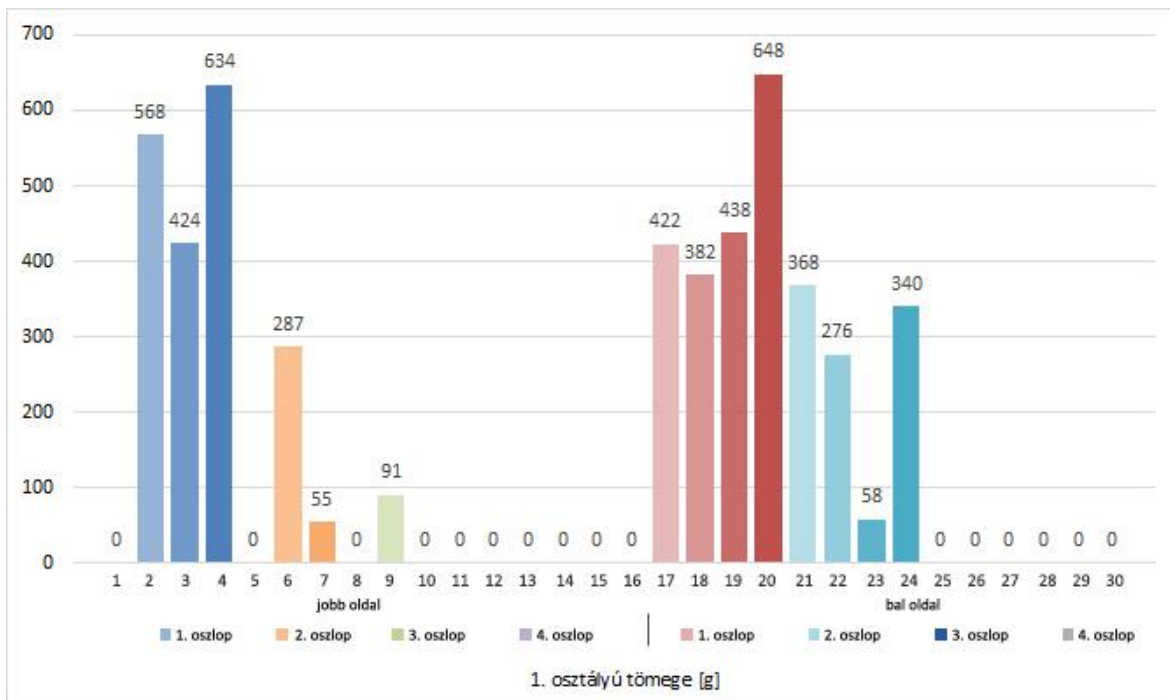
Alább a 22. ábrán az első hullám friss piaci mennyiségei láthatók, ezek a nem termesztési hibás gombák. Szembetűnő az ábrán, hogy a korábban már említett nem megfelelő és nem egyenletes klimatikus kondíciók miatt több oszlop vödrein csak termesztési hibás, nem megfelelően fejlődött gombák voltak. Ezek a vödrök a 10-16 és a 25-30 jelölésűek, amik a klímaberendezéstől és a párasítótól legmesszebb elhelyezkedő oszlopokban voltak.

Oszlopok szerint a legtöbb friss piaci mennyiség – összesen 1890 g – a 17, 18, 19, 20-as számú vödörökről, vagyis a bal oldali 1. oszlopról került leszedésre. Ezután következtek a 2, 3, 4-es számmal

jelöltek összesen 1626 grammal a jobb oldali 1. oszlopról. A 21, 22, 23, 24-es számúakról, azaz a bal oldali 2. oszlopról összesen 1042 g, a jobb oldali 2. oszlopról, vagyis a 6, 7-es számú vödrökről 342 g, végezetül pedig a 9-esről, ami a jobb oldali 3. oszlopban volt, 91 g friss piaci mennyiséget sikerült szedni.



21. ábra: Az első hullám termésének összmennyisége vödrönként
(Forrás: saját munka)



22. ábra: Az első hullám friss piaci mennyiségei vödrönként
(Forrás: saját munka)

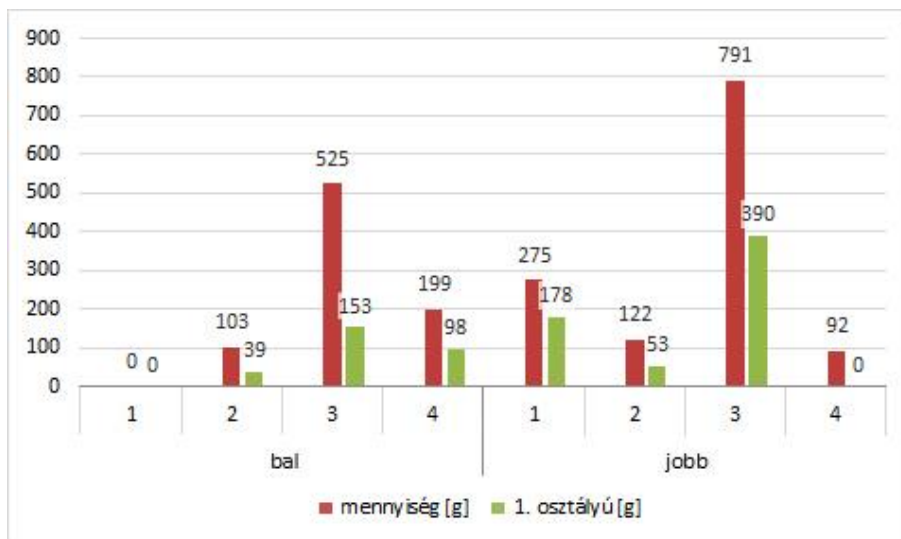
Köztes szedés

Az első terméshullám legvégére és közvetlen utána a vödrök fedele alól több helyen is jelentős mennyiségben növekedésnek indultak a gombák. Egy részüket az első hullám utolsó szedésénél szintén leszedtem, a későbbiek azonban már meghagytam, ezeket a 47., 53. és 55. napon szedtem le. Az alábbi képeken (23. ábra) az ezen időszakban fejlődött, abiotikus tüneteket (extrém hideghatás) mutató termőtestek láthatók.



23. ábra: Első és második hullám között fejlődött termőtestek
(Forrás: saját fényképek)

A köztes időszakra kifejlődött gombák mennyiségének szemléltetésére készítettem az alábbi oszlopok szerinti ábrát (24. ábra). Látható rajta, hogy a hátsó – korábban rosszul teljesítő – oszlopok vödrein volt ezúttal valamennyi termés. Jobb és bal oldalon is a harmadik oszlopban elhelyezkedő vödrökről lehetett jelentősebb mennyiségeket szedni, továbbá a jobb oldal első oszlopáról, ami az első hullámban is jól teljesített.



24. ábra: Köztes termésmennyiségek oszloponként
(Forrás: saját munka)

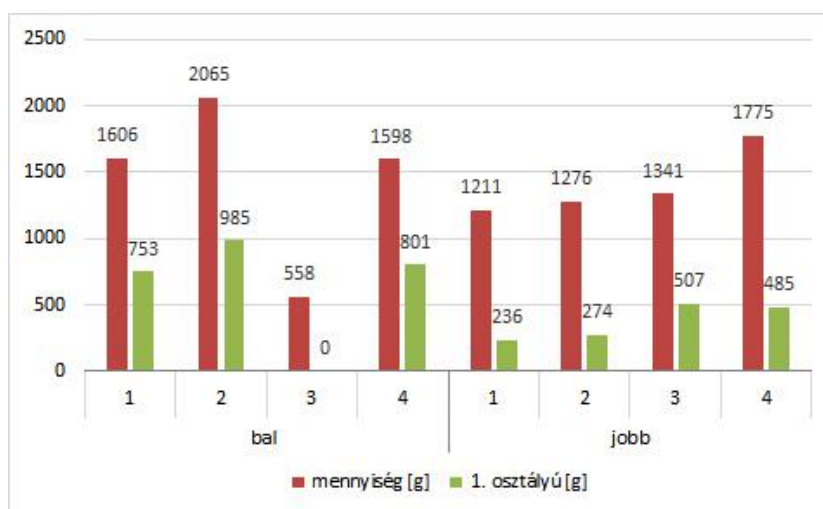
A második hullám adatai

A második terméshullámban az ideálisabb páratartalom és hőmérsékleti értékeknek köszönhetően a gombák színe már nem volt olyan világos, mint az első hullámban. A gombakezdemények (25. ábra) is szebben fejlődtek a kezdeti szakaszban. Mivel azonban a szellőztetés sajnos nem volt elég hatékony, végül ezek egy jelentős része a későbbiekben mégsem fejlődött megfelelően.



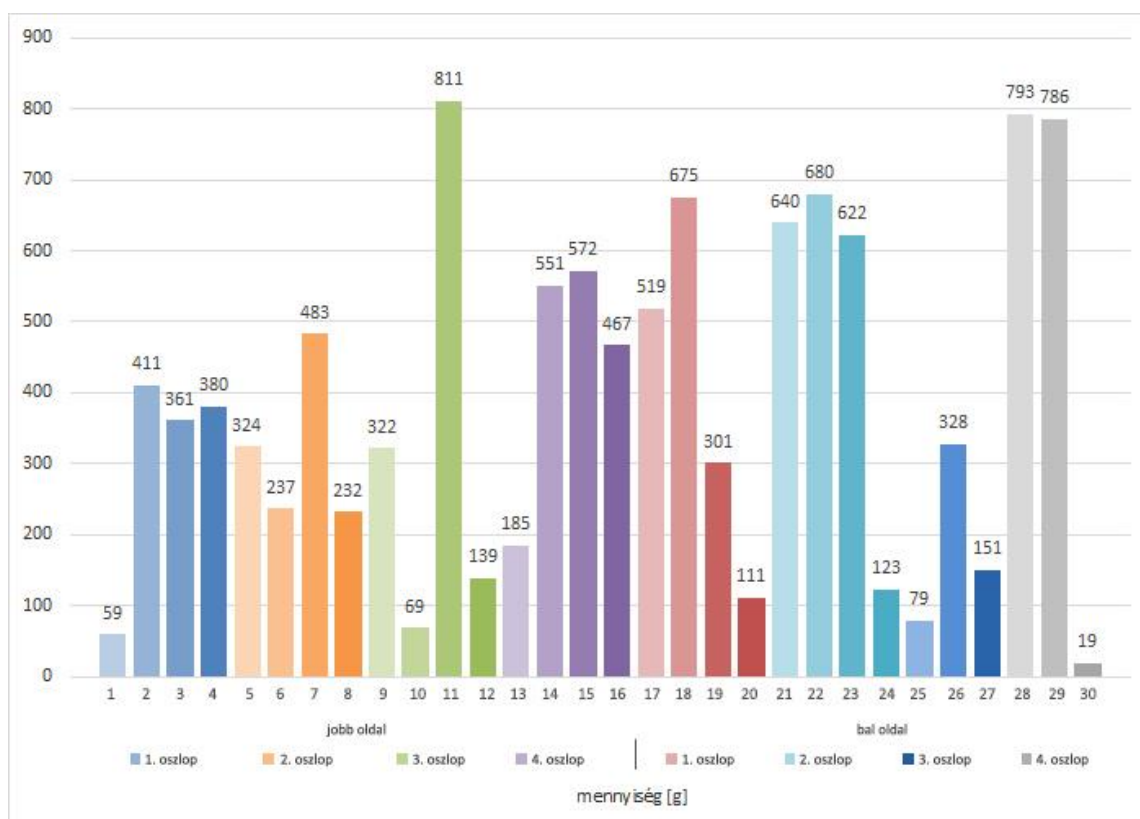
25. ábra: Primordiumok és termőtestek a második hullámban
(Forrás: saját fényképek)

A korábbi ábrák mintájára a második hullámból is készítettem az oszlopok szerinti összmennyiségről és a friss piaci mennyiségekről egy összegző ábrát (26. ábra). Alább látható, hogy ebben a hullámban a bal oldali 3. oszlop vödrein kívül az összes többi oszlopon termett friss piaci mennyiség.

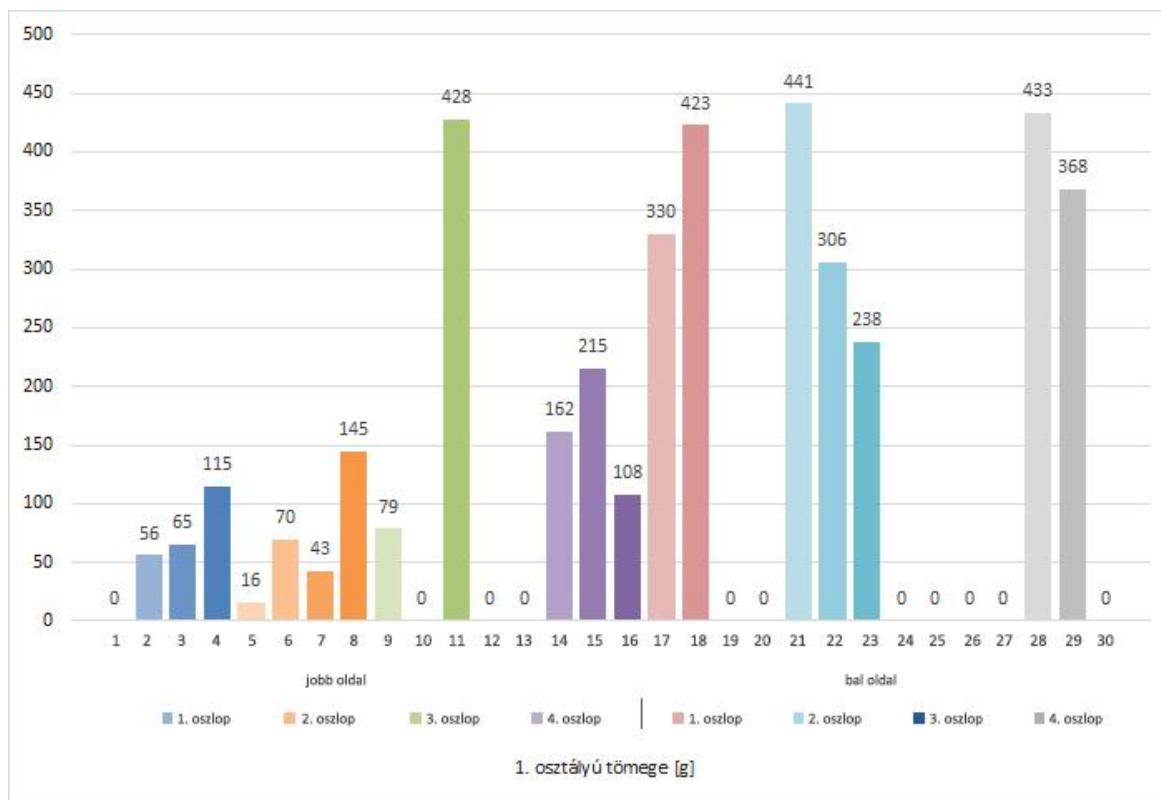


26. ábra: A második terméshullám szedett mennyiségei
(Forrás: saját munka)

A 27. ábrán látható, hogy a második hullámban az 1-es, 10-es, 12-es, 25-ös, 27-es és 30-as számú vödörön, amelyekről a köztes időszakban lehetett szedni, már nagyon kevés volt a termésmennyiség. Ebben a hullámban jelentősebb friss piaci mennyiségeket a jobb oldal 3. és 4. oszlopának vödreiről (11, 14-16), illetve a bal oldal 1., 2. és 4. oszlopának vödreiről (17-18, 21-23, 28-29) lehetett szedni, amint az az alábbi ábrán (28. ábra) megfigyelhető.



27. ábra: A második terméshullám összmennyiségei vödörként
(Forrás: saját munka)



28. ábra: A második terméshullám friss piaci mennyiségei vödrönként
(Forrás: saját munka)

A második hullám szedésének vége felé a megkésetten fejlődő primordiumok mellett a 29. ábra képein látható penész (*Penicillium* sp.) jelent meg. Ennek okát a helyiség ideálisnál magasabb páratartalma adta.



29. ábra: Penész okozta tünet (*Penicillium* sp.) a primordiumokon
(Forrás: saját fényképek)

5.7. A termésmennyiségek statisztikai kiértékelése

A termésmennyiségek kiértékelésénél fontos megvizsgálni, hogy a vödörök helyiségen belüli elhelyezkedése befolyásolta-e a mért mennyiségeket.

Elhelyezkedés szempontjából három módon csoportosítottam a vödröket: a helyiség jobb vagy bal oldalán voltak, hányadik oszlopban helyezkedtek el, illetve az oszlopok mely szintjén kaptak helyet. Így lett három független változóm: egy „oldal”, egy „oszlop” és egy „magasság”. Az oldalnak 2 db, az oszlopnak és a magasságnak 4-4 db értéke lehet. A függő változóim az összes és friss piaci termésmennyiségek voltak, hullámonként és összesítve is vizsgáltam őket.

5.7.1. Oldal szerinti eredmények

A helyiségben a bal és jobb oldalon termelt mennyiségek összesített adatainak vizsgálatokor Kruskal-Wallis-próbát és Mann-Whitney próbákat alkalmazva, egyikén sem jött ki szignifikáns ($p < 0,05$) p -érték, így a nullhipotézist, vagyis hogy az oldalak között nincs különbség a termésmennyiségek szempontjából, megtartottam.

5.7.2. Oszlop szerinti eredmények

- **Termésmennyiség**

Első hullám termésmennyisége: Az oszlopok szerinti értékelésnél az adatokon Kruskal-Wallis-próbát alkalmazva azt az eredményt kaptam, hogy az első hullám termésmennyiségét befolyásolta a vödörök oszlop szerinti elhelyezkedése, mivel a p értékére 0,0024-et kaptam, aminek esetén p szignifikáns ($p < 0,05$), így a nullhipotézist (H_0 : az első hullám összes termésmennyiségét nem befolyásolta az oszlop szerinti elhelyezkedés) elvettem. Az 1. és 3. ($p = 0,0028$), illetve az 1. és 4. ($p = 0,0005$) oszlopok között mutatkozott különbség. A két oldal 1. oszlopai helyezkedtek el a klímaberendezéshez és a párasító készülékhez a legközelebb, ezek termettek többet, a 4. oszlopok a klímaberendezéstől a legtávolabbiak, egyben a bejáráshoz legközelebbiek, ezek termettek kevesebbet.

Az adatokon Mann-Whitney próbákat alkalmazva, az eredményekben a fenti különbségek mutatkoztak, és azokon kívül még az 1. és 2. ($p = 0,0235$) oszlopok, és a 2. és 4. ($p = 0,0322$) oszlopok között is volt szignifikáns különbség. A klímaberendezéshez és a párasító készülékhez legközelebbi oszlopok (1. oszlopok) vödrei termésmennyiségben jobban teljesítettek, mint az eggyel távolabbi oszlopok (2. oszlopok) vödrei, illetve a 2. oszlopok vödrei pedig jobban teljesítettek a legtávolabbi oszlopok (4. oszlopok) vödreinél.

Köztes szedés termésmennyisége: A Mann-Whitney próbákkal jött csak ki szignifikáns p -érték ($p = 0,0466$) a 2. és 3. oszlopok értékelésénél. A klímaberendezéshez és a párasító készülékhez közelebbi

oszlopok (2. oszlopok) vödrei termésmennyiségben jobban teljesítettek, mint a távolabbiak (3. oszlopok) vödrei.

A kísérlet teljes ideje alatti termésmennyiség: A kísérlet teljes ideje alatti termésmennyiség adataira a Kruskal-Wallis-próbával nem jött ki szignifikáns p-érték, a Mann-Whitney próbákkal különbség mutatkozott az 1. és 3. ($p=0,0265$), illetve az 1. és 4. ($p=0,0360$) oszlopok között. Itt ismételtén a helyiség két vége között mutatkozott különbség, vagyis a klímaberendezéshez és a párasító készülékhez legközelebbi oszlopok (1. oszlopok) vödrei termésmennyiségben jobban, a távolabbi oszlopok (4. oszlopok) vödrei pedig rosszabbul teljesítettek.

- **Friss piaci (1. osztályú) mennyiség**

Első hullám friss piaci mennyisége: Az első hullám oszlop szerinti friss piaci mennyiségi adataira is azt az eredményt kaptam a Kruskal-Wallis-próbával ($p=0,0003$), hogy különbség mutatkozik az 1. és 3. ($p=0,0005$), az 1. és 4. ($p=0,0001$), illetve a 2. és 4. ($p=0,0371$) oszlopok között. Ez azt jelenti, hogy a helyiség két vége között (egyik végében a klímaberendezés és a párasító készülék, a másik végében a bejárat) volt kimutatható különbség a termelt mennyiségekben. Friss piaci mennyiségekben a klímaberendezéshez közelebbi, vagyis az 1. és 2. oszlopok vödrei teljesítettek jobban, a távolabbiak, vagyis a 3. és 4. oszlopok vödrei pedig rosszabbul. Mann-Whitney-próbákkal szintén mutatkoztak ezek a különbségek, és ezeken kívül még az 1. és 2. oszlopok ($p=0,0115$), illetve a 2. és 3. oszlopok ($p=0,0220$) között is.

A kísérlet teljes ideje alatti friss piaci mennyiség: Az oszlop szerinti összesített friss piaci termésmennyiségre a Kruskal-Wallis-próbával ($p=0,0145$) különbségek jöttek ki az 1. és 3. ($p=0,0032$), illetve az 1. és 4. ($p=0,0101$) oszlopok között. Itt ismételtén a helyiség két vége között mutatkozott a különbség. Több friss piaci minőségű gombát termettek a klímaberendezéshez és a párasító készülékhez közelebbi oszlopok (1. oszlopok) vödrei, illetve kevesebbet a távolabbi oszlopok (3. és 4. oszlopok) vödrei. A Mann-Whitney-próbák is ugyanezen oszlopok között mutattak különbséget.

5.7.3. Szint (magasság) szerinti eredmények

- **Termésmennyiség**

A második hullám termésmennyisége: A második hullám termésmennyiségénél különbséget mutatott a Kruskal-Wallis-próba ($p=0,0480$) a 3. és 4. szint között ($p=0,0070$). A Mann-Whitney-próbák is csak e két szint között mutattak ki különbséget ($p=0,0022$). Ez az oszlopok két legelső vödre között jelent különbséget a termésmennyiségben a magasabban (3. szinten) elhelyezkedők javára.

Köztes szedés termésmennyisége: Csak a Mann-Whitney próbák mutattak ki különbséget a köztes szedés adataiban a 3. és 4. szint között ($p=0,0433$). Itt szintén az oszlopok két legalsó vödre között volt különbség a magasabban (3. szinten) elhelyezkedők javára.

A kísérlet teljes ideje alatti termésmennyiség: Szintek szerint vizsgálva a kísérlet teljes idejének termésmennyiségét, csak a Mann-Whitney próbákkal jött ki különbség az 2. és 4. szint között ($p=0,0212$). A magasabban elhelyezkedő vödrökön (2. szint) volt nagyobb a termésmennyiség a legalsókhöz (4. szint) képest.

- **Friss piaci (1. osztályú) mennyiség**

A köztes szedés friss piaci mennyisége: A Kruskal-Wallis-próba a köztes szedés friss piaci mennyiségeinél mutatott különbséget ($p=0,0419$) a 2. és 3. ($p=0,0073$), illetve a 2. és 4. ($p=0,0344$) szintek között. Az 1. szint az oszlopok tetején elhelyezkedő vödröket jelenti, a 4. szint a legalsó, vagyis a talajon elhelyezkedő vödröket jelenti. E szerint az oszlopokban feljebb elhelyezkedő vödrökről több gombát lehetett szedni, mint a lejjebb elhelyezkedőkről.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kísérlet célja volt megvizsgálni, hogy egy kisebb méretű, városi környezetbe szánt, zárt termesztőhelyiségben megteremthetők-e az ideális környezeti feltételek a laskagomba-termesztéshez. Ezt a zárt termesztőhelyiséget egy 20 lábás, szigetelt konténer biztosította. Bár sok adatot és eredményt tudtam rögzíteni, ezek értékelésénél érdemes figyelembe venni, hogy a kísérlet nem volt mentes a technikai kihívásoktól. Ezek következtében a helyiségben a páratartalom, a hőmérséklet és a szellőzés sem volt egyenletes, ez pedig megfigyelhető a termelt mennyiségeken, illetve azok minőségén.

A legfőbb kihívást a helyiség hőmérsékletének terv szerinti szabályozása jelentette. Az oldalfali split klíma nem bizonyult önmagában a legmegfelelőbb készüléknek a helyiség hőmérsékletének szabályozására, és ugyan a később beszerelt termosztát valamelyest pótolta a klíma saját termosztátjának hiányosságait, a klímaberendezés mégsem volt olyan mértékben programozható, ahogyan arra a termesztéshez szükségünk lett volna. Az ebből fakadó hőmérsékleti problémák negatívan befolyásolták a micélium, később pedig a termőtestek növekedését.

A konténer szigetelése sem bizonyult kifogástalannak. A kezdeti időszakban a párasító készülék hiányában, a helyiségbe kilocsolt vízzel igyekeztünk előteremteni a szükséges páratartalmat. Azonban ennek egy része elfolyt a konténer sarkainál, a többiből keletkező pára jelentős része pedig elszökött a helyiségből. A párasító készülék önmagában szintén gyenge hatékonyságúnak bizonyult. Itt is a később beszerelt digitális páramérő az új időzítőkapcsolóval együtt nagyban javította a rendszer hatékonyságát. A konténeren belüli értékekre valószínűleg a kinti időjárás is jelentős befolyással bírt.

A párasítás és szellőztetés enyhén megkésett beüzemelése fokozta a hőmérsékleti problémákat, váratlanul nagy ingadozásokat okozva, továbbá a levegő minőségét is negatívan befolyásolta. A gombák a növekedésük közben így komoly hátráltató tényezőkkel találkoztak, és bár a HK-35-ös hibrid meglehetősen jól tűri a kedvezőtlen feltételeket, a termőtestek egy része deformálódott lett, vagy nem tudott rendesen kifejlődni.

A termésmennyiség eloszlása megmutatta, hogy a termesztővödrök alkalmazása ilyen feltételek mellett nem feltétlenül a legjobb választás, mivel a padlózatán álló, legalsó vödrökben lényegesen lassúbb és eredménytelenebb volt a termesztés, mint a magasabban elhelyezkedő vödrökben.

A gombák fejlődésén jól látszott a helyiségben uralkodó nem egyenletes klíma. Egyazon vödör gombacsokrai is több különböző abiotikus tünetet mutattak. A klímaberendezésből áramló és a párasító készülékből kifújó levegőhöz közelebb eső oszlopok vödreiben hamarabb fordult termőre a gomba, illetve nagyobb és egészségesebb termőtestek termettek rajtuk. A bejárathoz közelebb eső két oszlop

vödrei követték ezeket, majd utolsóként a klíma felől számolt harmadik oszlopok vödrein jelentek meg utoljára a gombák.

Az első hullámban termelt gombák lényegesen halványabb színezettel bírtak, mint a második hullámban termettek. Ennek oka az ideálistól eltérő hőmérséklet lehetett. A második hullám gombáinak színeződése már a fajtára jellemző volt.

A termesztési hibás termőtestek és a termésmennyiség termesztőhelyiségen belüli egyenlőtlen eloszlása jól mutatja, hogy az általunk alkalmazott rendszer megbízhatóbbá tétele és finomhangolása kiemelten fontos. Professzionálisabb hőmérséklet-, páratartalom- és levegőszabályozást, illetve a helyiség több pontján elhelyezett – így részletesebb adatokkal szolgáló – mérőműszereket igényel a rendszer ahhoz, hogy könnyen és megbízhatóan üzemeltethető legyen.

A kísérlet a vizsgált célkitűzéseken túl érdekes betekintést nyújtott a laskagomba HK-35-ös hibridjének környezeti feltételekkel szembeni tűrőképességébe is.

Abiotikus stressz okozta tünetek az első hullámban

Az első hullámban az átszövetés ideje alatt a páratartalom nagyon alacsony, a hőmérséklet pedig nagyon magas volt. A szellőztetés megkésett beüzemelése miatt a CO₂-tartalom sem lehetett ideális, bár ez műszerrel nem került mérésre, de a gombák fejlődési rendellenességei erre is utalnak. Azután a párásító beüzemelésével egyidőben történt meg a termőre fordítás. Ekkor a gombák lényegesen nagyobb hidegthatást kaptak, mint ideális esetben kellett volna. Ez 16-17 °C helyett 8-12 °C lett.

Az alábbi képeken (30. ábra) látszik, hogy az első hullám gombacsokraiból sok korallszerű maradt, halvány színű, apró, megnyúlt gombákkal. Más csokrok ugyan megnőttek, de a gombák hullámosak lettek bennük, egymásra simultak, nem tudtak kiterülni vagy épp beszáradt a szélük.



30. ábra: Abiotikus tünetek az első hullám termőtestein: levegőhiány miatt megnyúlt tönk és kis méretű kalap
(Forrás: saját fényképek)

Abiotikus stressz okozta tünetek a második hullámban

A második hullám elején a szellőztető beüzemelésének következtében a páratartalom erősen lecsökkent. Ez két hétig tartott, majd sikerült visszaállítani az elfogadható szintre, azonban a fejlődésben lévő termőtestek nem viselték jól az alacsony páratartalmú levegőt. Az alábbi képeken (31. ábra) látszik, hogy sok ezek közül apró maradt, mások nem tudtak szétterülni, némelyeknek beszáradt a szélük.



31. ábra: Abiotikus tünetek a második hullám gombáin: alacsony páratartalom okozta deformitás (Forrás: saját fényképek)

A kísérlet teljes ideje alatt termelt laskagomba mennyisége

A termesztőhelyiségben elhelyezett 30 db vödrön, amelyek mindegyikébe megközelítőleg 7,5 kg búzaszalma szubsztrátum került, így összesen 225 kg gombakomposzton a két terméshullámban és a köztes szedéssel együtt 27,72 kg gomba termelt, ebből 9,94 kg volt friss piaci (1. osztályú) minőségű. Ez 100 kg komposztra számítva 12,32 kg termést jelent, amelyből 4,42 kg volt friss piaci, azaz 1. osztályú minőségű. A termesztés során felmerült nehézségek miatt ezek az eredmények elmaradnak más kísérletek dokumentált termésmennyiségétől. Összehasonlításképp az alább említett kísérletekben szintén búzaszalma szubsztrátumon termesztett *P. ostreatus* legalább két terméshullámból számolt termésmennyiségének adatait tekintetem át.

Dündar és Yildiz (2009) vizsgálatában búza, gyapot, köles és szója szalmája szerepelt a laskatermesztés szubsztrátumának fő alapanyagaként, amihez különböző arányban lencseszalmát

keverték. A tisztán búzaszalmából álló szubsztrátum kontrollként szerepelt. A kísérletben 3 terméshullám összesített terméshozamát mérve 17,9 kg lett a 100 kg komposztra számított búzaszalma szubsztrátumon termelt laska mennyisége. Ebből az első és a második hullám összesen 14,40 kg-ot tesz ki. Girmay és munkatársai (2016) kísérletében gyapotmag, papírhulladék, búzaszalma és fűrészpor szolgált alapanyagként a laskatermesztéshez. Ebben a kísérletben két terméshullámból számolták a termésmennyiséget, ami 100 kg komposztra számítva 20,59 kg a búzaszalma szubsztrátumon. Tiwari és Ravi (2020) kísérletében 6 különböző *Pleurotus* faj, köztük a *P. ostreatus* teljesítményét vizsgálták búzaszalma alapanyagon természetve. Összesen 4 hullámból számolták a terméshozamot, ami 100 kg komposztra számítva 72,61 kg a késői laska esetében. Ebből az első és második terméshullám összesített eredménye 45,51 kg. Isikhuemhen és Mikiashvilli (2009) kísérletében brojlercsirkék kereskedelmi célú előállításánál visszamaradt szilárd hulladéknak a laskatermesztésben való felhasználását vizsgálták. A szubsztrátumokat ezen hulladék, búzaszalma és köles különböző arányú keverékéből készítették. A kísérlet során két terméshullámból számoltak összes termésmennyiséget, ami 100 kg komposztra számítva 54,52 kg volt a tisztán búzaszalmát tartalmazó szubsztrátum esetében. Getachew és munkatársai (2019) kísérletében búzaszalma és gyapotmaghulladék különböző arányú keverékein vizsgálták a *P. ostreatus* terméshozamát és az ehhez kapcsolódó egyéb jellemzőit. Négy hullám termésmennyiségét mérték, ami a tisztán búzaszalma szubsztrátumon 82,75 kg volt 100 kg gombakomposztra számítva. Ebből az első és a második terméshullám összes terméshozama 58,50 kg.

Látható, hogy a kísérletünk alatt elért terméshozam jelentősen alulmarad az áttekintett kísérletek eredményeihez képest. Kísérletünk célkitűzése azonban eltérő volt a fentebbi vizsgálatokétól, így a technikai kihívásoktól kísérve a csökkent terméshozam jól jelzi, hogy a rendszer megfelelő üzemeltetéséhez jobban kidolgozott technikai háttér szükséges.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen diploma-dolgozatomban tárgyalt kísérlet témája a városi biohulladékok alkalmazása volt a laskagomba-termesztésben. A kísérlet lebonyolításában a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem partnere a Pilze-Nagy Kft. volt, amely cégnél aktívan kutatják a városokban keletkező biohulladékok bevonhatóságát a laskagomba-termesztésbe. Egy demonstrációs jellegű, kisméretű gombatermesztő egység fejlesztésének részét képezi a kísérlet, ami a termesztőhelyiség optimalizálása érdekében került beállításra, azzal a céllal, hogy az ideális termesztési körülmények műszaki beállítása megtörténjen, egy próbatermesztés kivitelezésével párhuzamosan. Ehhez szubsztrátumként a nagyüzemi laskagomba-termesztésben használt búzaszalma alapú laskakomposztot szolgált, hogy az ezzel szerzett tapasztalatok alapján különböző biohulladékok is bevonásra kerüljenek a termesztésbe a későbbiek során.

A kísérlet célkitűzéseként egy kisebb méretű, városi környezetbe illeszthető, zárt termesztőhelyiségben a laskagomba-termesztés számára ideális környezeti feltételek megteremtését határoztuk meg. A termesztőhelyiségként szolgáló konténer mérőműszerekkel és klimatikus szabályozásra alkalmas berendezésekkel való felszerelésekor az egyszerűség és a könnyű kezelhetőség volt a fő szempont. A kísérlet során vizsgáltuk, hogy a vödörös termesztés eredményesen alkalmazható-e a konténerben való termesztés esetén, a vödörök elhelyezkedése befolyásolja-e a terméshozamot, illetve hogy a hőmérséklet és a páratartalom megfelelően szabályozható-e a konténerben egyszerű berendezésekkel.

A próbatermesztés a későbbiekben egyértelműen megmutatta a megfelelő környezeti feltételek biztosításának fontosságát, és a váratlan technikai nehézségek hatását az eredményekre. A berendezések és műszerek összeállítása valamivel nagyobb befektetést és precizitást igényel a jelen kísérletben biztosítottnál, kiemelt figyelemmel a hőmérséklet, a páratartalom és a CO₂-szint mérésére és szabályozására. A jelen kísérletben előálló kedvezőtlen termesztési feltételek a gombák deformált növekedéséhez, továbbá az elérhető termésmennyiség csökkenéséhez vezettek. A konténerben az egyenlőtlen hő- és páraeloszlás egyenlőtlen eloszlású termésmennyiségeket eredményezett. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a rendszer jobban kidolgozott technikai hátteret igényel, továbbá a termesztővödörök használata is meggondolandó.

A kísérletből nyert tapasztalatok alapján a városi környezetbe szánt, konténerben való laskagomba-termesztés egy működőképes elképzelés lehet a megfelelő körülmények biztosításával. Jelen kísérlet, mint egy nagyobb kísérlet első állomása, rengeteg hasznos tapasztalatot eredményezett, amivel a későbbiekben egy sokkal hatékonyabban működő, konténerben történő laskagomba-termesztés valósítható meg.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni a konzulensemnek, Dr. Geösel Andrásnak, hogy a kísérlet lefolytatása és a diplomadolgozatom elkészítése során szakmai tudásával, észrevételeivel és tanácsaival segítette a munkámat.

Köszönetemet szeretném kifejezni a Pilze-Nagy Kft.-nek, Somosné Dr. Nagy Adriennek, Somos Lászlónak és Gyalai-Korpos Miklósnak a kísérlet létrejöttéért és a kísérlet során biztosított, mindig elérhető szakmai segítségükért. Köszönöm Weibli Lászlónak a kísérlet során a szerelési munkákat.

Továbbá az egyetem soroksári telephelyén dolgozóknak is köszönöm a kísérlet lefolytatásában nyújtott segítségét.

9. IRODALOMJEGYZÉK

Akter, M. – Halawani, R.F. – Aloufi, F.A. – Taleb, M.A. – Akter, S. – Mahmood, S. (2022): Utilization of Agro-Industrial Wastes for the Production of Quality Oyster Mushrooms. *Sustainability*, 14, 994. DOI: [10.3390/su14020994](https://doi.org/10.3390/su14020994)

Alsanad, MA. – Sassine, Y.N. – Sebaaly, Z.E. – Fayssal, S.A. (2020): Spent coffee grounds influence on *Pleurotus ostreatus* production, composition, fatty acid profile, and lignocellulose biodegradation capacity. *CyTa – Journal of Food*, Vol. 19, No. 1, pp. 11–20. DOI: [10.1080/19476337.2020.1845243](https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1845243)

Amuneke, E.H. – Dike, K.S. – Ogbulie, J.N. (2011): Cultivation of *Pleurotus ostreatus*: An edible mushroom from agro base waste products. *J. Microbiol. Biotech. Res.*, 1 (3), pp. 1-14. Letöltés dátuma: 2023.10.15. forrás: https://www.researchgate.net/publication/284890509_Cultivation_of_Pleurotus_ostreatus_an_edible_mushroom_from_agro_base_waste_production

Barh, A. – Sharma, V.P. – Annepu, S.K. – Kamal, S. – Sharma, S. – Bhatt, P. (2019): Genetic improvement in *Pleurotus* (oyster mushroom): a review. *3 Biotech*, 9, p: 322. DOI: [10.1007/s13205-019-1854-x](https://doi.org/10.1007/s13205-019-1854-x)

Baysal, E. – Peker, H. – Yalinkiliç, M.K. – Temiz, A. (2003): Cultivation of oyster mushroom on waste paper with some added supplementary materials. *Bioresource Technology*, 89, pp. 95–97. DOI: [10.1016/S0960-8524\(03\)00028-2](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00028-2)

Bugarski, D. – Djuro, G. – Adam, T. – Dragan, J. (1997): Influence of substrates on fructification of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) strain NS-16. *Acta Hort.*, 462, pp. 891-894. DOI: [10.17660/ActaHortic.1997.462.142](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.462.142)

Carrasco-Cabrera, C.P. – Bell, T.L. – Kertesz, M.A. (2019): Caffeine metabolism during cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with spent coffee grounds. *Appl Microbiol Biotechnol*, 103, pp. 5831–5841. DOI: [10.1007/s00253-019-09883-z](https://doi.org/10.1007/s00253-019-09883-z)

Chang, S.T. – Miles, P.G. (1984): A New Look at Cultivated Mushrooms. *BioScience*, Vol. 34, No. 6, pp. 358-362. DOI: [10.2307/1309726](https://doi.org/10.2307/1309726)

Cotter, T. (2014): *Organic Mushroom Farming and Mycoremediation - Simple To Advanced And Experimental Techniques For Indoor And Outdoor Cultivation*. Vermont: Chelsea Green Publishing.

Curvetto, NR. – Figlas, D. – Devalis, R. – Delmastro, S. (2002): Growth and productivity of different *Pleurotus ostreatus* strains on sunflower seed hulls supplemented with N-NH₄⁺ and/or Mn(II). *Bioresource Technology*, 84 (2), pp. 171–176. DOI: [10.1016/S0960-8524\(02\)00013-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00013-5)

Das, N. – Mukherjee, M. (2006): Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on weed plants. *Bioresource Technology*, 98, pp. 2723–2726. DOI: [10.1016/j.biortech.2006.09.061](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.09.061)

Doroški, A. – Klaus, A. – Režek Jambrak, A. – Djekic, I. (2022): Food Waste Originated Material as an Alternative Substrate Used for the Cultivation of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*): A Review. *Sustainability*, 14, 12509. DOI: [10.3390/su141912509](https://doi.org/10.3390/su141912509)

Dündar, A. – Yildiz, A. (2009): A Comparative Study on *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. Cultivated on Different Agricultural Lignocellulosic Wastes. *Turkish Journal of Biology*, 33, pp. 171-179. DOI: [10.3906/biy-0804-2](https://doi.org/10.3906/biy-0804-2)

El-Kattan, M.H. – Salama, G.E.M. (1996): Production of oyster mushroom using simplified technology. *Acta Hort.*, 434, pp. 393-399. DOI: [10.17660/ActaHortic.1996.434.49](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1996.434.49)

El-Ramady, H. – Abdalla, N. – Fawzy, Z. – Badgar, K. – Llanaj, X. – Törös, G. – Hajdú, P. – Eid, Y. – Prokisch, J. (2022): Green Biotechnology of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* L.): A Sustainable Strategy for Myco-Remediation and Bio-Fermentation. *Sustainability*, 14, 3667. DOI: [10.3390/su14063667](https://doi.org/10.3390/su14063667)

Getachew, A. – Keneni, A. – Chewaka, M. (2019): Yield Response of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Substrate Composed from Wheat Straw and Cotton Seed Waste. *AJAR*, 4:59, pp. 1-11. Letöltés dátuma: 2024.03.10. forrás: https://www.researchgate.net/publication/334889172_Yield_Response_of_Oyster_Mushroom_Pleurotus_ostreatus_on_Substrate_Composed_from_Wheat_Straw_and_Cotton_Seed_Waste

Girmay, Z. – Gorems, W. – Birhanu, G. – Zewdie, S. (2016): Growth and yield performance of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr.) Kumm (oyster mushroom) on different substrates. *AMB Expr.*, 6:87. DOI: [10.1186/s13568-016-0265-1](https://doi.org/10.1186/s13568-016-0265-1)

Grimm, A. – Eilertsen, L. – Chen, F. – Huang, R. – Atterhem, L. – Xiong, S. (2021): Cultivation of *Pleurotus ostreatus* Mushroom on Substrates Made of Cellulose Fibre Rejects: Product Quality and Spent Substrate Fuel Properties. *Waste Biomass Valor*, 12, pp. 4331–4340. DOI: [10.1007/s12649-020-01311-y](https://doi.org/10.1007/s12649-020-01311-y)

Hajdú Cs. (2007): *A termesztett Pleurotus ostreatus hibridek tulajdonságainak javítása és új hibridek előállítása vadon termő törzsek alkalmazásával.* [PhD-értekezés] Budapest: Interdiszciplináris Doktori Iskola. Letöltés dátuma: 2023.09.25. forrás: https://phd.lib.uni-corvinus.hu/290/1/hajdu_csaba.pdf

Hoa, H.T. – Wang, C-L. – Wang, C-H. (2015): The Effects of Different Substrates on the Growth, Yield, and Nutritional Composition of Two Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *Mycobiology*, 43:4, pp. 423-434. DOI: [10.5941/MYCO.2015.43.4.423](https://doi.org/10.5941/MYCO.2015.43.4.423)

Isikhuemhen, O. S. – Mikiashvilli, N. A. (2009): Lignocellulolytic enzyme activity, substrate utilization, and mushroom yield by *Pleurotus ostreatus* cultivated on substrate containing anaerobic digester solids. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 36, pp. 1353–1362. DOI: [10.1007/s10295-009-0620-1](https://doi.org/10.1007/s10295-009-0620-1)

Job, D. (2004): Use of coffee spent industry residues for production of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kummer in solid state fermentation. *Rev Iberoam Micol.*, 21, pp. 195-197. Letöltés dátuma: 2023.10.10. forrás: <https://www.reviberoammicol.com/2004-21/195197.pdf>

Kang, S.W. (2004): What is Oyster Mushroom. In: *MushWorld: Mushroom Growers' Handbook 1 - Oyster Mushroom Cultivation*. Seoul: MushWorld, pp. 48-51. Letöltés dátuma: 2023.04.03. forrás: <https://www.fungifun.org/docs/mushworld/Oyster-Mushroom-Cultivation/mushroom-growers-handbook-1-mushworld-com-chapter-3.pdf>

Kong, W-S. (2004): Descriptions of Commercially Important *Pleurotus* Species. In: *MushWorld: Mushroom Growers' Handbook 1 - Oyster Mushroom Cultivation*. Seoul: MushWorld, pp. 54-61.

Letöltés dátuma: 2023.04.03. forrás: <https://www.fungifun.org/docs/mushworld/Oyster-Mushroom-Cultivation/mushroom-growers-handbook-1-mushworld-com-chapter-4.pdf>

Kurt, S. – Buyukalaca, S. (2010): Yield performances and changes in enzyme activities of *Pleurotus* spp. (*P. ostreatus* and *P. sajor-caju*) cultivated on different agricultural wastes. *Bioresource Technology*, 101(9), pp. 3164–3169. DOI: [10.1016/j.biortech.2009.12.011](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.12.011)

Lin, Z. (2004): Grass (JUNCAO). In: *MushWorld: Mushroom Growers' Handbook 1 - Oyster Mushroom Cultivation*. Seoul: MushWorld, pp. 101-107. Letöltés dátuma: 2023.04.03. forrás: <https://www.fungifun.org/docs/mushworld/Oyster-Mushroom-Cultivation/mushroom-growers-handbook-1-mushworld-com-chapter-5-4.pdf>

Masevhe, M.R. – Soundy, P. – Taylor N.J. (2016): Alternative substrates for cultivating oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). *South African Journal of Plant and Soil*, 33:2, pp. 97-103. DOI: [10.1080/02571862.2015.1079932](https://doi.org/10.1080/02571862.2015.1079932)

Muswati, Ch. – Simango, K. – Tapfumaneyi, L. – Mutetwa, M. – Ngezimana, W. (2021): The Effects of Different Substrate Combinations on Growth and Yield of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *International Journal of Agronomy*, Volume 2021, Article ID 9962285, 10 pages. DOI: [10.1155/2021/9962285](https://doi.org/10.1155/2021/9962285)

Oei, P. (2005): *Agrodok 40 - Small-scale mushroom cultivation: oyster, shiitake and wood ear mushrooms*. Wageningen: Agromisa Foundation and CTA. Letöltés dátuma: 2023.10.18. forrás: https://publications.cta.int/media/publications/downloads/1291_PDF_1.pdf

Östbring, K. – Lager, I. – Chagas, J.C.C. – Ramin, M. – Ahlström, C. – Hultberg, M. (2023): Use of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) for increased circularity and valorization of rapeseed residues. *Journal of Environmental Management*, 344, 118742. DOI: [10.1016/j.jenvman.2023.118742](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118742)

Poppe, J. (2004): Agricultural Wastes as Substrates for Oyster Mushroom. In: *MushWorld: Mushroom Growers' Handbook 1 - Oyster Mushroom Cultivation*. Seoul: MushWorld, pp. 75-82. Letöltés dátuma: 2023.04.03. forrás: <https://www.fungifun.org/docs/mushworld/Oyster-Mushroom-Cultivation/mushroom-growers-handbook-1-mushworld-com-chapter-5.pdf>

Reiczigel J., Harnos A., Solymosi N. (2021): *Biostatistika nem statisztikusoknak*. Nagykovácsi: Pars Kft.

Rinker, D.L. – ZERI – Kang, S.W. (2004): Recycling of Spent Oyster Mushroom Substrate. In: *MushWorld: Mushroom Growers' Handbook 1 - Oyster Mushroom Cultivation*. Seoul: MushWorld, pp. 187-191. Letöltés dátuma: 2023.04.03. forrás: <https://www.fungifun.org/docs/mushworld/Oyster-Mushroom-Cultivation/mushroom-growers-handbook-1-mushworld-com-chapter-9.pdf>

Rodriguez Estrada, A.E. – Pecchia, J. (2017): Cultivation of *Pleurotus ostreatus*. In: Diego, C.Z. – Pardo-Giménez, A. (szerk.): *Edible and Medicinal Mushrooms*. [S. l.]: Wiley-Blackwell, pp. 339-356. DOI: [10.1002/9781119149446.ch16](https://doi.org/10.1002/9781119149446.ch16)

Ruilova Cueva, M. B. – Hernández, A. – Niño-Ruiz, Z. (2017): Influence of C/N ratio on productivity and the protein contents of *Pleurotus ostreatus* grown in different residue mixtures. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49 (2), pp. 331-344. Letöltés dátuma: 2024.03.09. forrás: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382853527023>

- Rühl, M. – Kües, U. (2007): Mushroom Production. In: Kües, U. (szerk.): *Wood production, wood technology, and biotechnological impacts*. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen, pp. 555-586. Letöltés dátuma: 2023.09.15. forrás: https://www.researchgate.net/publication/256543309_Wood_Production_Wood_Technology_and_Biotechnological_Impacts
- Sánchez, C. (2004): Modern aspects of mushroom culture technology. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 64, pp. 756–762. DOI: [10.1007/s00253-004-1569-7](https://doi.org/10.1007/s00253-004-1569-7)
- Sánchez, C. (2010): Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 85, pp. 1321–1337. DOI: [10.1007/s00253-009-2343-7](https://doi.org/10.1007/s00253-009-2343-7)
- Sharma, S. – Yadav, R.K.P. – Pokhrel, C.P. (2013): Growth and Yield of Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates. *Journal on New Biological Reports*, 2(1), pp. 03-08. Letöltés dátuma: 2023.10.10. forrás: [https://www.researchtrend.net/jnbr/jnbr/VOL%20\(1\)%202013/2%20JNBR%20\(1\)2.pdf](https://www.researchtrend.net/jnbr/jnbr/VOL%20(1)%202013/2%20JNBR%20(1)2.pdf)
- Somosné Nagy A. (2010): *Laskagomba fajtaspecifikus termesztéstechnológiájának fejlesztése*. [PhD-értekezés] Budapest: Kertészettudományi Doktori Iskola. Letöltés dátuma: 2023.09.25. forrás: https://phd.lib.uni-corvinus.hu/505/3/somosne_nagy_adrienn_thu.pdf
- Tiwari, B. – Ravi, S. (2020): Appraisalment of growth behaviour and yield potential of *Pleurotus* species on wheat straw as substrate. *J. Mycopathol. Res.*, 58(3), pp. 197-201. Letöltés dátuma: 2024.03.10. forrás: [https://www.imskolkata.org/pdf/oct_20/Vandana%2058\(%203\)october%202020%20.pdf](https://www.imskolkata.org/pdf/oct_20/Vandana%2058(%203)october%202020%20.pdf)
- Törös, G. – El-Ramady, H. – Prokisch, J. (2022): Edible Mushroom of *Pleurotus spp.*: A Case Study of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* L.). *Env. Biodiv. Soil Security*, Vol. 6, pp. 51 - 59. DOI: [10.21608/jenvbs.2022.117554.1161](https://doi.org/10.21608/jenvbs.2022.117554.1161)
- Salmones, D. – Mata, G. – Waliszewski, K.N. (2004): Comparative culturing of *Pleurotus spp.* on coffee pulp and wheat straw: biomass production and substrate biodegradation. *Bioresource Technology*, 96, pp. 537–544. DOI: [10.1016/j.biortech.2004.06.019](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.019)
- Sekan, A.S. – Myronycheva, O.S. – Karlsson, O. – Gryganskyi A.P. – Blume, Y. (2019): Green potential of *Pleurotus spp.* in biotechnology. *PeerJ*, 7:e6664. DOI: [10.7717/peerj.6664](https://doi.org/10.7717/peerj.6664)
- Shah, Z.A. – Ashraf, M. – Ishtiaq C., M. (2004): Comparative Study on Cultivation and Yield Performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Different Substrates (Wheat Straw, Leaves, Saw Dust). *Pakistan Journal of Nutrition*, 3 (3), pp. 158-160. DOI: [10.3923/pjn.2004.158.160](https://doi.org/10.3923/pjn.2004.158.160)
- Singh, M. – Kamal, S. (2017): Genetic Aspects and Strategies for Obtaining Hybrids. In: Diego, C.Z. – Pardo-Giménez, A. (szerk.): *Edible and Medicinal Mushrooms*. [S. l.]: Wiley-Blackwell, pp. 35-73. DOI: [10.1002/9781119149446.ch4](https://doi.org/10.1002/9781119149446.ch4)
- Sofi, B. – Ahmad, M. – Khan, M. (2014): Effect of different grains and alternate substrates on oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) production. *Afr. J. Microbiol. Res.*, Vol. 8(14), pp. 1474-1479. DOI: [10.5897/AJMR2014.6697](https://doi.org/10.5897/AJMR2014.6697)
- Stamets, P. (1993, 2000): *Growing Gourmet And Medicinal Mushrooms*. Berkeley: Ten Speed Press.

Stamets, P. – Chilton, J. S. (1983): *The Mushroom Cultivator – A Practical Guide To Growing Mushrooms At Home*. Olympia: Agarikon Press.

Szili I. (1994): *Gombatermesztés*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.

Vetayasuporn, S. (2006): Oyster Mushroom Cultivation on Different Cellulosic Substrates. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(6), pp. 548-551. Letöltés dátuma: 2023.10.15. forrás: https://www.researchgate.net/publication/228493461_Oyster_mushroom_cultivation_on_different_cellulosic_substrates

Vitnor, K.N. – Khandre, R. (2023): Oyster Mushroom - A Review. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, Volume:05/Issue:04. DOI: [10.56726/IRJMETS37244](https://doi.org/10.56726/IRJMETS37244)

Viziteu, G. (2004): Cereal Straw and Corncobs. In: *MushWorld: Mushroom Growers' Handbook 1 - Oyster Mushroom Cultivation*. Seoul: MushWorld, pp. 86-90. Letöltés dátuma: 2023.04.03. forrás: <https://www.fungifun.org/docs/mushworld/Oyster-Mushroom-Cultivation/mushroom-growers-handbook-1-mushworld-com-chapter-5-1.pdf>

Worrall, J.J. – Yang, C.S. (1992): Shiitake and Oyster Mushroom Production on Apple Pomace and Sawdust. *HortScience*, 27(10), pp. 1131-1133. DOI: [10.21273/HORTSCI.27.10.1131](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.10.1131)

Wurth, M. – Wurth, H. (2018): *How To Grow Mushrooms From Scratch: A Practical Guide to Cultivating Portobellos, Shiitakes, Truffles, and Other Edible Mushrooms*. [S. l.]: The Experiment.

Yang, D. – Liang, J. – Wang, Y. – Sun, F. – Tao, H. – Xu, Q. – Zhang, L. – Zhang, Z. – Ho, C-T. – Wan, X. (2015): Tea waste: an effective and economic substrate for oyster mushroom cultivation. *J. Sci. Food Agric.*, 96, pp. 680-684. DOI: [10.1002/jsfa.7140](https://doi.org/10.1002/jsfa.7140)

Internet 1: Sylvan – HK35. Letöltés dátuma: 2024.04.03. forrás: <https://www.sylvaninc.com/hk35/>

Internet 2: Kis Judit: Két huszonévesnek örült ötlete támadt, össze is gyűjtöttek rá több mint 500 millió forintot. *Forbes*. Letöltés dátuma: 2024.04.03. forrás: <https://forbes.hu/napi-cimlap/shrooly-startup-gomba-befektetes-napi-cimlap/>

10. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A gombatermesztő konténer a tangazdaságban	16
2. ábra: A párasító, a klíma külső egysége és a szellőztető kivezetése, a digitális termosztát és páramérő, a szellőztető textil légcseratornája (Forrás: saját fényképek).....	16
3. ábra: Az alapanyaggal megtöltött vödörök és elhelyezésük a konténerben (Forrás: saját fényképek).....	17
4. ábra: A gombatermesztő konténer belső elrendezése.....	18
5. ábra: Az átszövetés ideje alatt a levegő és a szubsztrátum hőmérséklete	20
6. ábra: A micélium növekedésének fázisai a 7., a 12. és a 20. napon	20
7. ábra: A termőre fordítástól az első hullám végéig tartó időszakban mért lég- és komposzt hőmérsékletek	21
8. ábra: A kísérlet ideje alatt a termesztőhelyiségben mért léghőmérséklet és páratartalom.....	22
9. ábra: Az összes szedett laskagomba tömege vödörként ábrázolva.....	23
10. ábra: A friss piaci minőségnek megfelelő szedett gomba tömege vödörként ábrázolva.....	24
11. ábra: A kísérlet teljes ideje alatt szedett laskagomba tömege, az 1. osztályú minőségűek tömege és darabszáma a konténer bal és jobb oldala közötti bontásban.....	25
12. ábra: A kísérlet teljes ideje alatt termelt laskagomba tömege, az 1. osztályú minőségűek tömege és darabszáma hullámonkénti bontásban.....	25
13. ábra: A kísérlet teljes ideje alatt szedett mennyiség [g] vödörkénti bontásban	26
14. ábra: A kísérlet teljes ideje alatt vödörként szedett mennyiségek grammban megadva	27
15. ábra: Az összes szedett mennyiségek [g] hullámonkénti bontásban	28
16. ábra: Az összes szedett laskagomba mennyisége, az 1. osztályú minőségűek tömege és darabszáma hullámonkénti és oldalankénti bontásban ábrázolva	28
17. ábra: Az összes szedett mennyiségek [g] hullámonként vödörökre bontva.....	30
18. ábra: Vödörön ábrázolva a hullámonként szedett mennyiségek [g].....	31
19. ábra: Vödörön ábrázolva a hullámonként szedett mennyiségek [g] friss piaci része.....	31
20. ábra: Primordiumok és termőtestek az első hullámban	32
21. ábra: Az első hullám termésének összmennyisége vödörként	33
22. ábra: Az első hullám friss piaci mennyiségei vödörként	33
23. ábra: Első és második hullám között fejlődött termőtestek	34
24. ábra: Köztes termésmennyiségek oszloponként.....	34
25. ábra: Primordiumok és termőtestek a második hullámban.....	35
26. ábra: A második terméshullám szedett mennyiségei	36
27. ábra: A második terméshullám összmennyiségei vödörként.....	36
28. ábra: A második terméshullám friss piaci mennyiségei vödörként.....	37
29. ábra: Penész okozta tünet (Penicillium sp.) a primordiumokon.....	37
30. ábra: Abiotikus tünetek az első hullám termőtestein: levegőhiány miatt megnyúlt tönk és kis méretű kalap	43
31. ábra: Abiotikus tünetek a második hullám gombáin: alacsony páratartalom okozta deformitás	44
1. táblázat: Oszlopokra bontott táblázat a termésmennyiségekről	26
2. táblázat: Szintekre bontott táblázat a termésmennyiségekről	29

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Fűrész Adrienn
A Hallgató Neptun kódja: YL8YXF
A dolgozat címe: Mobil konténeres laskagomba-termesztés optimalizálása
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Kertészettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024. év 04. hó 19. nap



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Fürész Adrienn (hallgató Neptun azonosítója: YL8YXF) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024. év április hó 19. nap



dr. Geösel András
belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.