

SZAKDOLGOZAT

Balázs Anna Rebeka

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Kertészmérnök alapképzési szak

Az öntözési mód és a víz minőség hatása a fejes salátára

Belső konzulens: **Dr. Valkovszki Noémi Júlia**
tudományos munkatárs

Környezettudományi intézet
Öntözési és Vízgazdálkodási
Kutatóközpont

Készítette: **Balázs Anna Rebeka**

Gödöllő
2025

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	3
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1. A fejes saláta (<i>Lactuca sativa</i>) rendszertana, genetikai háttere és biológiai jellemzői	5
2.1.1. A saláta eredete és történeti háttere.....	5
2.1.2. A <i>Lactuca</i> nemzetség rendszertani helyzete és fajai.....	5
2.1.3. Morfológiai és biológiai jellemzők.....	5
2.1.4. A termesztés alatt álló változatok és felosztás.....	6
2.1.5. Tápanyagigény és trágyázás.....	6
2.2. Gazdasági és agrárökológiai jelentőség	7
2.3. A fejes saláta ökológiai igényei és termesztéstechnológiai alapok	8
2.3.1. Hőmérsékleti és fényigény.....	8
2.3.2. Páratartalom és mikroklíma.....	9
2.3.3. Vízigény és gyökérrendszer.....	9
2.3.4. Tápanyagigény és trágyázás.....	9
2.4. Az öntözés szerepe és jelentősége salátatermesztésben	10
2.4.1. A fejes saláta vízigénye és öntözési stratégiái.....	10
2.4.2. Időjárási szélsőségek és a vízgazdálkodás kihívásai.....	10
2.4.3. Természetes eredetű vizek felhasználása a mezőgazdaságban.....	10
2.4.4. Felszíni vízforrások.....	11
2.4.5. Felszín alatti vízforrások.....	11
2.4.6. A természetes vízforrások mezőgazdasági szerepe és fenntarthatósága.....	11
2.5. Öntözési technológiák: hagyományos és korszerű módszerek	12
2.5.1. Az öntözés célja és vízigénye salátánál.....	12
2.5.2. Az öntözés fejlődési szakaszokhoz igazított módjai és vízadagjai.....	13
2.5.3. Hagományos öntözési módszerek.....	13
2.5.4. Korszerű öntözési technológiák.....	13
2.5.5. Az öntözés hatékonyságát befolyásoló tényezők.....	14
2.5.6. Öntözés és a fenntartható zöldségtermesztés kapcsolata.....	14
2.6. Alternatív vízforrások felhasználása az öntözésben	15
2.6.1. A növekvő vízigény és alternatív vízforrások szükségessége.....	15
2.6.2. A mezőgazdasági eredetű elfolyóvizek hasznosítása.....	15
2.6.3. A kezelt szennyvíz előnyei és kockázatai.....	16
2.6.4. Halászati eredetű elfolyóvizek mezőgazdasági alkalmazása.....	16
2.6.5. Környezetvédelmi és egészségügyi megfontolások.....	17
2.6.6. Összefoglaló és jövőbeli kutatási irányok.....	17
2.7. Fenntarthatósági, egészségügyi, piaci-jogi szempontok	18
2.7.1. Élelmiszerbiztonság és fenntartható mezőgazdaság kapcsolata.....	18
2.7.2. Nemzetközi és hazai példák.....	20
2.8. Összegzés, kutatási rések	20
3. Alkalmazott módszerek	21
3.1. Kísérleti helyszín és talajadottságok.....	21
3.2. Kísérleti időszak meteorológiai viszonyai.....	22
3.3. Az öntözővizek fizikai-kémiai paramétereinek bemutatása.....	23
3.4. Kísérleti terv és kezelések.....	23

3.6. Mérés- és adatgyűjtési eljárások	24
3.7. Adatfeldolgozás és statisztikai értékelés	25
4. Eredmények és értékelésük	26
4.1. Növényeredmények	26
4.1.1. Morfológiai mérések eredményei	26
4.1.2. Növényanalízis eredmények	28
4.2. Mikrobiológiai eredmények	31
4.2.1. Halászati elfolyóvíz mikrobiológiai vizsgálatának eredményei	31
4.2.2. Saláta növény mikrobiológiai vizsgálatának eredményei	32
5. Következtetések és javaslatok	34
5.1. Tudományos összegzés	34
5.2. Gyakorlati javaslatok	35
5.3. Szakmai és agrárpolitikai javaslatok	35
5.4. Lezáró gondolatok	36
6. Összefoglalás	37
Irodalomjegyzék	38
Táblázat és ábrák jegyzéke	41
Melléletek	42
Hallgatói és konzulensi nyilatkozat	45

1. Bevezetés és célkitűzések

A fejes saláta (*Lactuca sativa* L.) a fészkesvirágzatúak (*Asteraceae*) családjába tartozó egyik legfontosabb levél zöldség (Oladimeji és Kumar, 2023). A *Lactuca* nemzetség rendszertani besorolása az elmúlt évtizedekben jelentősen változott; jelenleg mintegy 13 taxon ismert, melyek közül a termesztett *L. sativa* és néhány közeli vadon élő rokon faj (például *L. serriola*) a legjelentősebbek (Křístková et al., 2008; Boros, 2021). A nemzetség polifiletikus eredete hozzájárul a morfológiai és genetikai sokszínűséghez, amelyek ezáltal jobban ellenállnak a környezeti hatásoknak, valamint nagyobb és jobb minőségű termést tudnak képezni (Křístková et al., 2008).

Magyarországon a *L. sativa* elsősorban friss fogyasztásra termesztett zöldség, amely jelentős piaci és agrárgazdasági szerepet tölt be (Takácsné Hájos, 2020). A termesztés sikerességét elsősorban a környezeti tényezők, különösen a hőmérséklet és a vízellátás szabályozhatósága befolyásolja (Simonne et al., 2002; Kun és Bozán, 2019). A saláta optimális fejlődési hőmérséklete nappal 16–18 °C, éjszaka 10–15 °C, miközben már 4–5 °C-on is megindul a csírázása. A magas hőmérséklet és az aszály jelentősen rontja a hozamot és a termés minőségét (Takácsné Hájos, 2020).

A *L. sativa* vízigénye mérsékelt, de sekély gyökérzete miatt érzékeny a talajfelszín nedvességtartalmára, ezért az öntözés alkalmazása elengedhetetlen a biztonságos és kiváló minőségű termés biztosításához (Barickman et al., 2018). A magyar kontinentális klíma alapvetően alkalmas a termesztésre, ugyanakkor az utóbbi évek szélsőséges időjárási viszonyai, különösen a gyakoribb aszályos periódusok és az egyenetlen csapadékeloszlás komoly kihívást jelentenek (Lakatos et al., 2013).

Az öntözési technológiák – mint például az esőztető és a csepegtető öntözés – nemcsak a termésbiztonságot és hozamot, hanem a termés minőségét és eltarthatóságát is befolyásolják, továbbá szabályozzák a kórokozók megjelenésének kockázatát (Kun és Bozán, 2019; Simonne et al., 2002).

A klímaváltozás és a vízhiány kihívásaira reagálva egyre nagyobb figyelem irányul a fenntartható öntözési technológiák fejlesztésére, valamint az alternatív vízforrások, mint például a termásvíz eredetű halászati elfolyóvizek mezőgazdasági alkalmazására (Lakatos et al., 2013; Kun és Bozán, 2019). E megoldások integrációja különösen fontos a *Lactuca sativa* termesztésében, ahol a vízellátás meghatározó a hozam és a minőség szempontjából.

Célkitűzések

Jelen dolgozat célja, hogy:

- meghatározza a szabadföldi salátatermesztés számára optimális öntözési módot biztonságos, friss élelmiszer előállítása érdekében,
- vizsgálja a termálvíz eredetű halászati elfolyóvíz alkalmazhatóságát a fejes saláta termesztésében.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A fejes saláta (*Lactuca sativa*) rendszertana, genetikai háttere és biológiai jellemzői

A fejes saláta (*Lactuca sativa* L.) a fészkesvirágzatúak családjába (*Asteraceae*) tartozó, világszerte elterjedt levél zöldség, amely a *Lactuca* nemzetség legismertebb kultúrnövénye (Oladimeji és Kumar, 2023). A család fő jellemzője a fészkes virágzat, amelyben a virágok tömören helyezkednek el. A *Lactuca* nemzetség a *Cichorioideae* alosztályába tartozik, fajai széles ökológiai elterjedést és gazdasági jelentőséget mutatnak (Boros, 2021).

2.1.1. A saláta eredete és történeti háttere

A *Lactuca sativa* eredetét főként az ókori Közel-Kelethez, többek között Mezopotámia és Egyiptom vidékére vezetik vissza. Korai archeobotanikai bizonyítékai egyiptomi sírfestményeken láthatók, közel 6500 évvel ezelőtről, ahol hosszú levelű vad salátaformákat ábrázoltak (Lebeda et al., 2022). A termesztett *L. sativa* polifiletikus eredetű, vagyis több egymástól független genetikai vonalból fejlődött ki (Křístková et al., 2008). Ezt a változatosságot jól mutatják a vad fajok, így a *Lactuca serriola*, *L. aculeata*, *L. scarioloides*, *L. azerbaijanica*, *L. georgica* és *L. altaica*, amelyek jelentős genetikai forrást biztosítottak a nemesítési folyamatban (Křístková et al., 2008; Boros, 2021).

2.1.2. A *Lactuca* nemzetség rendszertani helyzete és fajai

A *Lactuca* nemzetség fajszáma a korábbi szakirodalmak szerint meghaladta a 100-at, de a modern genetikai és filogenetikai kutatások jelenleg körülbelül 13 taxont különítenek el. A termesztett *L. sativa*-t és a vadon élő, földrajzilag széles körben elterjedt fajok, például a *Lactuca serriola*-t, *L. biennis*-t, *L. canadensis*-t és *L. virosa*-t a legismertebbek (Boros, 2021; Křístková et al., 2008). Az élőhelyhez való alkalmazkodás és a fajok közötti hibridizáció jelentős genetikai diverzitást eredményezett, amely a nemesítési lehetőségek alapját képezi (Křístková et al., 2008).

2.1.3. Morfológiai és biológiai jellemzők

A *Lactuca sativa* rendkívül változatos morfológiai jegyeket mutat, a levelek szerkezetétől és színétől egészen a fejstruktúráig (Takácsné Hájos, 2020). Levelei lehetnek lazán vagy tömören állók, simák vagy fodros szélűek, színük a világoszöldtől a mélybordóig terjedhet,

mely fontos piaci tulajdonság (Takácsné Hájos, 2020). A gyökérrendszer karógyökér jellegű, amelyből számos oldalgyökér ágazik el, segítve a víz- és tápanyagellátást, de főként a talaj felső rétegében helyezkedik el, így a növény igen érzékeny a talajnedvesség változásaira (Kiss, 2023; Terbe és Ombódi, 2019).

A vegetatív fejlődési időszak után hosszabb nappalok és magasabb hőmérséklet hatására megindul a virágzás, az ún. felmagzás, amely a fejképződés helyett magtermelési irányba tolja a növény fejlődését, ezáltal rontva a termés minőségét (Takácsné Hájos, 2020).

2.1.4. A termesztés alatt álló változatok és felosztás

A botanikai és termesztéstechnológiai vizsgálatok a fejes saláta formaköreit négy fő csoportba sorolják: szálkás, vajfejű, ropogós fejű és római saláta. E típusok eltérései alapvetően meghatározzák termesztési, piaci és felhasználási tulajdonságaikat. A fajták morfológiai sajátosságait – így a fejméretet, levélszint és állományt – objektív szín- és szerkezetmérésekkel összegezhetően mutatják ki, ami a korszerű nemesítési programokban mind meghatározóbb (McGuire, 1992).

Piaci igényeket kifejezetten a fogyasztói preferenciák – változatos íz, színvilág, ropogós állag – irányítják, ezért a termesztésre kerülő fajtaválaszték napjainkban folyamatosan bővül, és speciális termesztéstechnológiai megoldásokat igényel (Takácsné Hájos, 2020).

Hazai viszonylatban főleg tavasszal és ősszel folyik a szabadföldi termesztés, amikor a klimatikus feltételek optimálisak a *Lactuca sativa* számára (Terbe és Ombódi, 2019).

2.1.5. Tápanyagigény és trágyázás

A *Lactuca sativa* tápanyagigénye jól jellemezhető: a tenyészidő alatt 3–4 kg nitrogén (N), 1,2–1,8 kg foszfor (P) és 4–6kg kálium (K) szükséges hektáronként, amelyet az öntözés és a páratartalom szabályozásával lehet optimalizálni a magas minőségű és stabil hozamú termesztés érdekében (Barickman et al., 2018).

A vízigény mérsékelt (tenyészidő alatt 150–250 mm víz), azonban a sekély gyökérzet miatt folyamatos vízellátás szükséges, főként a talaj felső 10–20 cm-es rétegében. Víziány esetén a levelek gyorsan kókadnak, a hajtásfejlődés elmarad, a terméshozam csökken (Takácsné Hájos, 2020). A túlóntözés növeli a gombás betegségek (peronoszpóra, szürkepenész) kockázatát, csökkenti a tárolhatóságot és a piaci értéket. Ennek megfelelően az öntözési ütemezés és vízmennyiség meghatározása kiemelt termesztői feladat (Kun és Bozán, 2019).

2.2. Gazdasági és agrárökológiai jelentőség

A saláta termelési adatai alapján megállapítható (1.táblázat), hogy 2013 és 2022 között a termőterület nagysága összességében nem mutatott jelentős változást, bár kisebb ingadozások megfigyelhetők az évek között. A termésmennyiség a vizsgált időszakban 33,9 és 45,6 ezer tonna között alakult, a legmagasabb értéket 2016-ban érte el. Az átlagos fajlagos hozam 2014-ben volt a legkedvezőbb (72,2 t/ha), ezt követően azonban fokozatos csökkenés tapasztalható, 2022-re 56,1 t/ha-ra mérséklődött. Mindez arra utal, hogy az utóbbi években a termelés hatékonysága visszaesett (*FruitVeB*).

Magyarországon is jelentős piaci szerepet tölt be, elsősorban friss fogyasztásra szánt termékként, de a feldolgozott formák iránti kereslet is folyamatosan növekszik (Takácsné Hájos, 2020) (1.táblázat).

1. táblázat A fejes saláta magyarországi termelési adatai (2013- 2022)

(Saját szerkesztés *FruitVeB* adatai alapján)

Termelési adatok	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Termőterület (hektár)	530	540	484	652	628	596	650	660	665	660
Termésmennyiség (ezer tonna)	35,0	39,0	33,9	45,6	43,8	40,1	37,0	38,5	37,5	37,0
Átlagos fajlagos hozam (t/ha)	66,0	72,2	70,0	70,0	69,7	67,3	56,9	58,3	56,4	56,1

A termesztés eredményességét nagyban befolyásolják az adott ökológiai és klimatikus feltételek, amelyeket a magyar kontinentális klíma alapvetően kedvezően támogat, ugyanakkor az utóbbi évek időjárási szélsőségei – például aszályos időszakok és csapadék-eloszlási anomáliák – egyre komolyabb kihívásokat jelentenek a termelők számára (Lakatos et al., 2013; Bartholy et al., 2021).

A piaci igények folyamatosan változnak; a fogyasztók egyre inkább a változatos ízvilágot, színárnyalatokat és ropogós állagot keresik, ami a termesztés területén egyre specializáltabb fajtaválasztást és innovatív termesztéstechnológiai megoldásokat követel meg (Takácsné Hájos, 2020). Hazai viszonylatban a tavaszi és az őszi ültetések a leggyakoribbak, mivel ezeken az időszakokon belül a klimatikus feltételek megfelelőek a *Lactuca sativa* optimális fejlődéséhez (Simonne et al., 2002).

Az éghajlatváltozás következtében megfigyelhető hőmérsékleti szélsőségek, gyakoribb aszályos periódusok és instabil csapadékeloszlás jelentősen megnövelték az öntözés szerepét: az öntözés nélkülözhetetlenné vált a fenntartható és gazdaságos termesztés fenntartásához (Lakatos et al., 2013; Bartholy et al., 2021). Magyarország az elmúlt évtizedekben folyamatos átlaghőmérséklet-emelkedést és csapadékcsökkenést tapasztalt, ezért a vízgazdálkodás és az öntözési technológiák korszerűsítése kertészeti szempontból kiemelt jelentőségűvé vált (Lakatos et al., 2013; Bartholy et al., 2021).

A fenntarthatósági elvek mellett kiemelten fontos az élelmiszerbiztonság kérdése is, mely az egészséges, vegyszermentes és kiváló minőségű zöldségek előállítását célozza. Ebben az öntözés szabályozása meghatározó szerepet játszik, mivel közvetlen hatással van a kívánt termésminőségre, valamint a termés mennyiségére is (Kun és Bozán, 2019).

2.3. A fejes saláta ökológiai igényei és termesztéstechnológiai alapok

A fejes saláta (*Lactuca sativa*) nem tekinthető különösen igényes növénynek, környezeti igényei mérsékelték, azonban a termésminőség és a hozam szempontjából kritikus a megfelelő ökológiai feltételek biztosítása (Simonne et al., 2002).

2.3.1. Hőmérsékleti és fényigény

A saláta fejlődése a hűvös, mérsékelt klímát részesíti előnyben. Az optimális nappali hőmérséklet 16–18 °C, az éjszakai 10–15 °C körüli, míg a magvak csírázása már 4–5 °C-on megindul; a legjobb csírázási hőmérséklet 12–15 °C között van (Simonne et al., 2002; Takácsné Hájos, 2020). Áttelelő típusok akár –5 °C-ig is károsodás nélkül elviselik a fagyokat (Takácsné Hájos, 2020).

A hőmérsékleti szélsőségek különösen a fejesedési szakaszban hatnak hátrányosan; 20–22 °C felett a növekedés lassul, a fejek lazábbá válnak, a levelek keserűvé válhatnak, ami a piaci érték csökkenését eredményezi (Simonne et al., 2002). A magas nappali hőmérséklet fokozza a felmagzás veszélyét, amit a termesztők igyekeznek szigorúan elkerülni (Takácsné Hájos, 2020). Ezért a tavaszi és őszi időszak a legmegfelelőbb a szabadföldi termesztés számára.

A saláta fényigénye közepes-magas: a nyári fajták számára 12–16 óra, míg a téli hajtattottak számára 6–8 óra egyenletes megvilágítás szükséges (Simonne, 2008). Félárnyékos vagy árnyékos helyen a fejlődés és a fejképződés jelentősen romlik.

2.3.2. Páratartalom és mikroklíma

A saláta számára az ideális relatív páratartalom körülbelül 70% (Simonne et al., 2002). Ennél alacsonyabb értéknél a levelek szélén száradás, stressz jelei jelentkezhetnek, míg a túl magas páratartalom elősegíti a gombás és baktériumos betegségek kialakulását, például a peronoszpórát és a szürkepenészt, emellett rontja a tápanyag-felvételt is (Takácsné Hájos, 2020). Ezért a termesztés során a mikroklíma szabályozását – például az öntözési mód és időpont gondos megválasztását – fontos kezelni.

2.3.3. Vízigény és gyökérrendszer

A fejes saláta közepes vízigényű növény, melynek vízigénye a fejesedési szakaszban jelentősen megnő (Takácsné Hájos, 2020). A tenyészidő elején a talaj vízkapacitásának körülbelül 65–70%-a, míg a fejesedés kezdetétől legalább 70–75%-a szükséges a megfelelő növekedéshez (Simonne et al., 2002).

A növény sekélyen gyökeresedik, a karógyökér vékony, és a vízfelvétel nagy része a talaj felső 10–20 cm-es rétegéből történik, ezért különösen érzékeny a talajfelszín közeli nedvesség-ingadozásokra. Aszályos időszakokban, különösen szabadföldön, rendszeres és jól szabályozott öntözés szükséges (Takácsné Hájos, 2020).

A vízszükséglet a tenyészidő végére csökken, ahol a frissítő öntözés célja a termés frissességének megőrzése (Terbe és Ombódi, 2019).

2.3.4. Tápanyagigény és trágyázás

A saláta tápanyagigénye közepes, a kiegyensúlyozott nitrogén-, foszfor- és káliumellátás elengedhetetlen az optimális hozamhoz (Barickman et al., 2018). Átlagosan egy tonna saláta termesztése során az alábbi tápanyagmennyiségek szükségesek:

- 3–4 kg nitrogén (N),
- 1,2–1,8 kg foszfor (P),
- 4–6 kg kálium (K) (Barickman et al., 2018).

A nitrogén létfontosságú a levélképződéshez, de túladagolása laza fejképződést, magas nitrát-tartalmat és fizikai deformációkat okozhat (Takácsné Hájos, 2020). A saláta érzékeny a magnézium és vas elégtelen pótlására is, amely a klorofill-képződés zavarához és sárguláshoz vezethet (Barickman et al., 2018).

Az optimális tápanyagellátás és páratartalom együttes szabályozása alapvető a magas minőségű, aromás és stabil hozamú termesztés megvalósításában.

2.4. Az öntözés szerepe és jelentősége salátatermesztésben

2.4.1. A fejes saláta vízigénye és öntözési stratégiái

A víz a legfontosabb limitáló természeti tényező a fejes saláta (*Lactuca sativa*) vegetatív fejlődése során. Víziány esetén a növény rövid időn belül stresszre utaló tüneteket mutat, lassul a tömegfelvétel, a fejek kisebbek és lazább szerkezetűek lesznek (Takácsné Hájos, 2020). A globális klímaváltozás hatására Magyarországon az öntözés ma már nélkülözhetetlen a kiegyensúlyozott vízellátás biztosításához, amely elősegíti a folyamatos növekedést, fokozza a termésbiztonságot, és mérsékli az időjárási szélsőségek negatív hatásait (Lakatos et al., 2013).

A fejes saláta vízigénye mérsékelt, a teljes tenyészidő alatt átlagosan 150–250 mm, ugyanakkor a sekély gyökérzet miatt folyamatos vízellátást igényel: a talaj felső 10–20 cm-es rétegének nedvességtartalma kulcsfontosságú a megfelelő fejlődéshez (Simonne et al., 2002). Víziány esetén a levelek hamar kókadnak, az új hajtásfejlődés elmarad, és a hozam jelentős mértékben csökken (Takácsné Hájos, 2020).

2.4.2. Időjárási szélsőségek és a vízgazdálkodás kihívásai

A magyar klíma elmúlt évtizedekben megfigyelt tapasztalatai alapján gyakoriak a tavaszi és nyári aszályok, amelyek különösen a Dunántúl délkeleti és az Alföld bizonyos területeit érintik (Lakatos et al., 2013; Bartholy et al., 2021). Az évről évre emelkedő átlaghőmérséklet és a csapadék időbeli és térbeli egyenetlensége jelentősen megnöveli az öntözés szerepét, emellett fokozott figyelmet követel meg a talajnedvesség gazdálkodásának finomhangolása (Lakatos et al., 2013).

Az öntözési rendszerek modernizálása, különösen a csepegtető és mikroszórófejes technológiák alkalmazása, jelentős energia-megtakarítást és vízhasznosítási hatékonyságot eredményezhet (Playán és Mateos, 2006).

A klímaváltozás következtében növekvő vízstressz és a gyakoribb hőhullámok komoly kihívást jelentenek a zöldségtermesztők számára, ezért kulcsfontosságú a vízfelhasználás maximalizálása és az öntözési technológiák továbbfejlesztése (Blum, 2011).

2.4.3. Természetes eredetű vizek felhasználása a mezőgazdaságban

A természetes eredetű vízforrások, mint a felszíni vizek (folyók, tavak) és a felszín alatti vizek (kutak), hagyományosan meghatározó szerepet töltenek be a mezőgazdasági öntözésben Magyarországon is. Ezek a források nemcsak a fejes saláta szabadföldi termesztése során

nélkülözhetetlenek, hanem jelentősen hozzájárulnak a zöldségfélék termésbiztonságának fenntartásához, különösen a tavaszi és nyári időszakban jelentkező csapadékhiány esetén (Lakatos et al., 2013; Kiss, 2023).

2.4.4. Felszíni vízforrások

A folyók, például a Körös, a Duna vagy a Tisza vize, régóta biztosítanak öntözővizet az intenzív zöldségtermesztő körzetek számára. A felszíni víz legnagyobb előnye, hogy általában kellő mennyiségben áll rendelkezésre, azonban minőségét évszakonként – és időnként az ipari vagy mezőgazdasági eredetű szennyeződések miatt – rendszeresen ellenőrizni kell. Az ilyen vizek összetétele változó, bár általában kedvező a növények számára, a hordalék, a lebegőanyag-tartalom, vagy a tápanyagok (nitrogén, foszfor, kálium) koncentrációja befolyásolhatja a felhasználás módját (Kun és Bozán, 2019; Márton, 2021). Magyarországon a rendszeres monitoring és a vízgazdálkodás fejlesztése elengedhetetlen a fenntartható és biztonságos felhasználáshoz.

2.4.5. Felszín alatti vízforrások

A kutakból, artézi forrásokból nyert víz egy másik stratégiai jelentőségű természetes vízforrás. Ezek a vizek általában tisztábbak, stabil hőmérsékletűek és kevésbé ki vannak téve az időjárás vagy a gyors felszíni szennyeződések hatásának, ezért különösen előnyösek az érzékenyebb szabadföldi kultúrák, így a fejes saláta esetében is (Kun és Bozán, 2019). A kutakból származó víz ionösszetétele gyakran optimális, de bizonyos régiókban – például alföldi homoktalajok esetén – a túlzott só- vagy vas-, esetleg mangántartalom problémát jelenthet, amely a talaj minőségét is hosszabb távon befolyásolhatja (Ibadzade, 2021).

2.4.6 A természetes vízforrások mezőgazdasági szerepe és fenntarthatósága

A csapadék mennyisége az utóbbi években jelentős ingadozást mutatott Magyarországon, régiós szinten pedig sok helyen elmarad a 30 éves átlagtól. Emiatt különösen felértékelődtek a megbízható természetes vízforrások, valamint az ezek fenntartható és tudatos használatát célzó vízgazdálkodási stratégiák (Barickman et al., 2018). Mind a felszíni, mind a felszín alatti vizek esetében hangsúlyos a helyi vízminőségi paraméterek rendszeres vizsgálata és a vízfogyasztás optimalizálása, hiszen a nem megfelelő minőségű vagy mennyiségben kijuttatott öntözővíz kockáztatja a talaj egészségét, az élelmiszerbiztonságot és végső soron a gazdaságos termelést (Kun és Bozán, 2019; Kiss, 2023).

Az éghajlatváltozás és a mezőgazdasági termelés intenzívebbé válása miatt egyre jelentősebb kihívást jelent a természetes vízkészletek fenntartható használata. A talajvíz, a felszíni vizek, illetve a természetes csapadék komplex és összehangolt kezelésével lehet csökkenteni az öntözés vízvesztését, javítani a növények vízellátását és biztosítani a saláta termesztési biztonságát – mindezt a környezet terhelésének minimalizálásával (Simon et al., 2008; Lakatos et al., 2013).

A természetes eredetű vizek tehát továbbra is nélkülözhetetlenek a magyarországi mezőgazdaságban, de fenntartható gazdálkodást, monitoringot és adaptív technológiai fejlesztéseket tesznek szükségessé, különös tekintettel a változó klimatikus és talajadottságokra (Ibadzade, 2021; Kiss, 2023).

2.5. Öntözési technológiák: hagyományos és korszerű módszerek

Magyarország éghajlati adottságai miatt az öntözés az agronómiai technológiák egyik legfontosabb eleme a mezőgazdasági termelésben, amely napjainkban különösen hangsúlyossá vált a klimatikus változások és a szélsőséges időjárási események miatt (Lakatos et al., 2013; Kiss, 2023). Az öntözés hatékonyságát számos tényező befolyásolja, mint a talaj szerkezete, a termőréteg mélysége, a domborzati adottságok, valamint az adott növénykultúra vízigénye (Kun és Bozán, 2019; Tóth, 2011).

2.5.1. Az öntözés célja és vízigénye salátánál

A fejes saláta közepes vízigényű kultúra, de a vízigény a tenyészidő során változik. A növény kezdeti fejlődési szakaszában (magvetés, levélrozetta képződés) a talaj vízkapacitásának 60–70%-a elegendő, míg a fejesedési szakaszban ez 70–75%-ra nő, mert ekkor jelentősen fokozódik a párolgás (Simonne et al., 2002; Terbe és Ombódi, 2019). Ha a talaj víztartalma 60% alá csökken, a növény vízellátottsága elégtelenné válik, és hervadás lép fel (Takácsné Hájos, 2020).

Az öntözés mennyiségét és időzítését befolyásolja a termesztés időpontja és technológiai megoldásai. Például helyrevetés esetén a mélyebb gyökérzet jobb vízkészlet-hasznosítást tesz lehetővé (Kun és Bozán, 2019). A kötöttebb, humuszban gazdag talajokon ritkább, de nagyobb vízádaggal végzett öntözés ajánlott, míg a könnyű, homoktalajokon inkább gyakoribb, kisebb adagokban érdemes alkalmazni az öntözést a talajnedvesség stabil fennmaradása érdekében (Kiss, 2023).

2.5.2. Az öntözés fejlődési szakaszokhoz igazított módjai és vízádagjai

A *Lactuca sativa* termesztése során a fenológiai állapotokhoz igazodva többféle öntözési módszert és vízmennyiséget alkalmaznak:

- **Magvetés, csírázás elősegítése:** kelesztő öntözés, 5 mm vízádaggal.
- **Palántázás:** beiszapoló öntözés 8 mm vízádaggal, amely támogatja a jó gyökeresedést és a megeredést.
- **Fejlődési szakasz, levélrozetta képződése:** nedvességpótló öntözés, 10 mm vízádaggal, általában 2-4 alkalommal (Terbe és Ombódi, 2019).
- **Fejedés időszaka:** továbbra is nedvességpótló öntözés 10-15 mm vízádaggal, 2-3 alkalommal; nyári időszakban akár háromnaponta szükséges lehet az utánpótlás.
- **Tenyészdő vége:** frissítő, párasító öntözés, napi 1-2 mm adaggal, a saláta frissességének fenntartásához (Terbe és Ombódi, 2019).

2.5.3. Hagyományos öntözési módszerek

Az esőztető öntözés Magyarországon a zöldségtermesztésben az egyik legelterjedtebb hagyományos módszer. Elterjedését az automatizálhatóság, az egyszerű kezelhetőség és az alacsony élőmunka-igény támogatta (Takácsné Hájos, 2017). Az esőztető öntözés során a vízcseppek a növényekre szóródnak, növelve a környezeti páratartalmat, ami bizonyos esetekben elősegíti a termékenyülést és a terméskötődést, ezáltal hozzájárulva a hozam növekedéséhez. Ugyanakkor ez a technológia jelentős vízvesztéssel járhat, amely elérheti a kijuttatott víz 40–50%-át, különösen meleg, szeles időjárási körülmények között (Takácsné Hájos, 2017). A hosszú ideig tartó levélnedvesség kedvez a gombás és baktériumos fertőzések kialakulásának, ami rontja a termés minőségét (Simonne et al., 2002).

A barázdás öntözés hagyományosan kevésbé elterjedt a saláta termesztésében, mivel a talaj vízszabályozása és egyenletes nedvességellátása ezen a módon nehezebb megoldani (Tóth, 2011)

2.5.4. Korszerű öntözési technológiák

A csepegtető öntözés a legkorszerűbb és legelterjedtebb módszer a kertészeti növények, így a *Lactuca sativa* öntözésére (Takácsné Hájos, 2017). Fő előnye, hogy a víz közvetlenül a növény gyökérszónájába jut, így a talaj felszíne száraz marad, csökken a párolgási veszteség és a levelek nedvesedése, ami mérsékli a gombás betegségek kockázatát (Kun és Bozán, 2019; Simonne et al., 2002).

A csepegtető elemek sorozatos elhelyezése egyenletes vízeloszlást biztosít, és elősegíti a tápanyagok hatékonyabb hasznosulását a tápoldatozás (fertigation) révén (Kun és Bozán, 2019; Tóth, 2011).

Bár a csepegtető rendszerek beruházási és karbantartási költsége magasabb, automatizálhatóságuk, precíz vízadagolási lehetőségük és rugalmas üzemeltetésük (napi többszöri vagy akár folyamatos öntözési ciklusok) jelentős előnyt jelentenek a termelő számára (Tóth, 2011; Jones, 2020).

2.5.5. Az öntözés hatékonyságát befolyásoló tényezők

Az öntözés hatékonysága nagymértékben függ a talaj típusától, így annak kötöttségétől, vízkapacitásától és humusztartalmától, továbbá az időjárási körülményektől (hőmérséklet, szél, relatív páratartalom) (Kiss, 2023).

Az öntözés időpontja is fontos: a hajnali és esti órák választása csökkenti a párolgási veszteségeket és mérsékli a betegségek kialakulásának esélyét (Takácsné Hájos, 2017; Kun és Bozán, 2019).

A vízcseppek mérete és az alkalmazott intenzitás befolyásolja a víz eloszlásának egyenletességét és azt, hogy milyen arányban jut közvetlenül a talajra (Takácsné Hájos, 2017). A csepegtető rendszerek esetében ez a probléma minimális, így széles időtartamú alkalmazhatóságot biztosítanak.

2.5.6. Öntözés és a fenntartható zöldségtermesztés kapcsolata

Az intenzív és fenntartható *Lactuca sativa* termesztés egyaránt megköveteli a víz hatékony használatát, amihez a korszerű öntözési technológiák — különösen a csepegtető rendszer — elengedhetetlenek (Lakatos et al., 2013; Kun és Bozán, 2019).

Az egyre gyakoribb csapadékeloszlási anomáliák és aszályos periódusok a rendelkezésre álló szabad vízkészlet szűkülését eredményezik, ami megnöveli a víztakarékos megoldások alkalmazásának szükségességét (Bartholy et al., 2021).

Az öntözőrendszerek hatékonyságának és a vízfelhasználás optimalizálásának javítása nemcsak a termésbiztonságot és minőséget növeli, hanem hozzájárul a piaci versenyképesség megőrzéséhez és a fogyasztói igények kielégítéséhez is (Takácsné Hájos, 2020).

Ugyanakkor az elfolyóvíz (visszaforgatott technológiai víz) mezőgazdasági újrahasznosítása fenntarthatósági előnyei mellett kockázatokat is hordoz, mint például a talaj szennyeződése, valamint mikro- és makrotápanyagok felhalmozódása (Toze, 2006).

2.6. Alternatív vízforrások felhasználása az öntözésben

Az öntözési vízgazdálkodás egyik fontos, egyre növekvő területe az alternatív vízforrások, különösen a mezőgazdasági eredetű elfolyóvizek hasznosítása. Az öntözésre használt vizek – ideértve a kezelt szennyvizet, valamint ipari és halászati eredetű elfolyóvizet – a fenntartható integrált vízgazdálkodás fontos részét képezik. A vízben található tápanyagok lebomlása vagy hasznosulása hozzájárul a helyi vízmegtartáshoz és a vízhasználati hatékonyság növeléséhez (Kun és Bozán, 2019; Márton, 2021).

A visszaforgatott vízzel történő öntözés mikrobiológiai élelmiszerbiztonsági kockázatai kvantitatív kockázatbecslési modellekkel jól értékelhetők, amelyek segítik a szabályozási és fogyasztóvédelmi intézkedések kialakítását (Hamilton et al., 2006).

2.6.1. A növekvő vízigény és alternatív vízforrások szükségessége

A világ népességének gyors növekedése, az éghajlatváltozás hatásai, valamint a felszíni és felszín alatti vízkészletek csökkenése miatt a mezőgazdaság – mint legnagyobb vízfogyasztó ágazat – számára egyre sürgetőbb a rendelkezésre álló vízkészletek fenntartható és hatékony kezelése (Qin és Horvath, 2020). Magyarországot is érintik ezek a kihívások, mivel a felszíni vízforrások eloszlása térségenként eltérő: a nagy folyók, mint a Duna és a Tisza viszonylag stabil vízkészlettel rendelkeznek, míg kisebb folyók, mint a Zagyva, Ipoly vagy Kapos jelentős szezonális ingadozást mutatnak (Lakatos et al., 2013). Az egyre gyakoribb aszályos időszakok meghosszabbítják az öntözési szezont, amely Magyarországon március 1-jétől október 31-ig tart, ezáltal növelve az öntözési vízigényt (Bartholy et al., 2021).

A mezőgazdasági vízfelhasználás fenntartása és bővítése érdekében, valamint a vízkészletek megóvása céljából az alternatív vízforrások, például mezőgazdasági eredetű elfolyóvizek, szennyvizek és egyéb visszanyert vizek alkalmazása egyre nagyobb jelentőségűvé válik (Márton, 2021).

2.6.2. A mezőgazdasági eredetű elfolyóvizek hasznosítása

A mezőgazdasági eredetű elfolyóvizek többféle módon hasznosíthatók: ide tartozik a kiöntözött esővíz gyűjtése és tárolása, valamint az öntözőcsatornákból visszanyert víz újrahasznosítása, amely csökkenti a friss vízkivételt és elősegíti a fenntartható vízgazdálkodást (Kun és Bozán, 2019; Márton, 2021). A vízminőség folyamatos monitorozása különösen fontos, mivel ezek a vizek tápanyagban gazdagok lehetnek, ami segítheti a növények

fejlődését, ugyanakkor fennáll a szennyező anyagok, mikrobák és nehézfémek talajba és növényekbe kerülésének kockázata (Ibadzade, 2021).

Európában a mezőgazdasági szennyvíz öntözési célú alkalmazásának tudatos használata régóta ismert: a 18. században az iparosodó Angliában kezdték meg a városi szennyvizek mezőgazdasági hasznosítását, amely a gyors elterjedés mellett Nyugat-Európa országaiban is szabályozott gyakorlattá vált. Németországban már 1858-ban megalkották a szennyvizes öntözés hivatalos szabályozásait, amelyek ma is érvényben vannak, összhangban a modern környezetvédelmi előírásokkal (Vermes, 2017).

2.6.3. A kezelt szennyvíz előnyei és kockázatai

A szennyvíz mezőgazdasági hasznosítása – különösen öntözési célból – a vízhiánnyal küzdő területeken hatékony és fenntartható megoldást jelenthet. A kezelt szennyvíz általában jelentős mennyiségű tápanyagot (nitrogén, foszfor, kálium) tartalmaz, amely elősegíti a növények fejlődését és potenciálisan csökkentheti a műtrágyázás igényét (Winpenny et al., 2010; Barickman et al., 2018). Emellett a víz újrahasznosítása hozzájárul a felszíni és felszín alatti vízkészletek megőrzéséhez, valamint a körforgásos gazdálkodás elterjedéséhez (Kun és Bozán, 2019).

Azonban a kezelt szennyvíz használata számos kockázatot hordoz magában. Mikrobiológiai szennyezők (pl. *Salmonella* fajok, *Escherichia coli*), toxikus anyagok (nehézfémek, gyógyszermaradványok), illetve a só- és nátriumtartalom növekedése mind veszélyeztethetik a talaj minőségét és a végtermék élelmiszerbiztonságát (Ibadzade, 2021; Kun és Bozán, 2019). Különösen friss fogyasztásra szánt növénykultúrák – mint a fejes saláta – esetében kiemelten fontos a felhasznált szennyvíz előkezelése, a minőség folyamatos monitorozása, valamint a szigorú jogszabályi és élelmiszerbiztonsági normák betartása.

2.6.4. Halászati eredetű elfolyóvizek mezőgazdasági alkalmazása

A halnevelésből származó elfolyóvíz tipikusan tápanyagokban (nitrogén, foszfor, szerves anyag) gazdag, így jól hasznosítható mezőgazdasági öntözésre, és elősegítheti a növények gyorsabb fejlődését, a biomassza növekedését (Kun, 2018). Magyarországon a termálvizes alapú halastavak elfolyóvizeinek mezőgazdasági hasznosítása egyre elterjedtebb, különösen ott, ahol a természetes édesvízkészletek szűkösek, vagy a körforgásos vízgazdálkodás célkitűzései előtérbe kerülnek (Kun és Bozán, 2019).

Fontos azonban, hogy ezek az elfolyóvizek – a tápanyagok mellett – halnevelési eredetű anyagokat (pl. szerves szennyezők, antibiotikum- és gyógyszermaradványok, esetenként

hormonok) is tartalmazhatnak, amelyek környezeti kockázatot jelenthetnek, illetve befolyásolhatják a növények minőségét és a talaj mikrobiológiai egyensúlyát (Ibadzade, 2021). Éppen ezért, a halászlé eredetű elfolyóvizek mezőgazdasági alkalmazásánál is elengedhetetlen a rendszeres vízminőség-vizsgálat, az esetleges előkezelés, valamint az alkalmazott technológia és öntözési rendszer hozzáigazítása a helyi ökológiai feltételekhez.

2.6.5. Környezetvédelmi és egészségügyi megfontolások

Az alternatív vízforrások agrárhasználata – legyen szó szennyvízről vagy halászlé elfolyóvízről – csak abban az esetben lehet hosszú távon fenntartható és biztonságos, ha a környezetvédelmi és közegészségügyi szempontokat elsődleges prioritásként kezelik. A nem megfelelően kezelt víz mikrobiológiai kockázatot (pl. patogén baktériumok megjelenése a növényen, további környezeti terhelés), illetve a toxikus anyagok, nehézfémek vagy gyógyszermaradványok talajba, növényzetbe, végső soron pedig az élelmiszerláncba kerülésének veszélyét is hordozza (Ibadzade, 2021).

A szabályozás és a monitoring szerepe ezért kiemelten fontos: csak olyan technológiák és öntözővíz-felhasználás elfogadható, amely megfelel a hatályos élelmiszerbiztonsági és környezetvédelmi normáknak (Kun és Bozán, 2019; Kiss, 2023). Fontos a fogyasztók bizalmának megőrzése, a friss zöldségek biztonságos termesztése, valamint a talaj és a felszíni/felszín alatti vizek hosszú távú védelme is. Az integrált, fenntartható vízgazdálkodási rendszerek kialakítása a jövő élelmiszerellátásának és környezetének alapfeltétele.

2.6.6. Összefoglaló és jövőbeli kutatási irányok

Az alternatív vízforrások – így a mezőgazdasági eredetű elfolyóvizek – alkalmazása kulcsszerepet játszik a víz- és tápanyaggazdálkodás fenntarthatóságában, különösen a klímaváltozás és az egyre növekvő vízigények közepette. A hazai és nemzetközi tapasztalatok, valamint a szakirodalom alapján folyamatos vízminőség-monitorozás, technológiai fejlesztések és szigorú jogi, környezetvédelmi szabályozások szükségesek (Márton, 2021; Vermes, 2017).

További kutatások elengedhetetlenek a hosszú távú agronómiai és ökológiai hatások feltárására, a kezelési módszerek optimalizálására, valamint a szabadföldi zöldségtermesztés specifikus igényeinek megfelelő adaptációra.

2.7. Fenntarthatósági, egészségügyi, piaci-jogi szempontok

2.7.1. Élelmiszerbiztonság és fenntartható mezőgazdaság kapcsolata

Az élelmiszerbiztonság globális jelentősége napjaink egyik legfontosabb agrár-élelmiszeripari kihívása, amely szorosan összefügg a fenntartható mezőgazdasági termeléssel, a környezet védelmével, valamint a fogyasztói bizalom megőrzésével (Kiss, 2023). Az élelmiszerlánc bármely szakaszában jelentkező biztonsági hiányosságok – beleértve a mezőgazdasági termelést és az öntözővíz minőségét – súlyos közegészségügyi kockázatokhoz vezethetnek, melyek befolyásolják a piac bizalmát és a termékek elfogadottságát (Lakatos et al., 2013).

A piaci és jogszabályi környezet egyre szigorúbb előírásokat támaszt mind a termelők, mind a forgalmazók felé az élelmiszerbiztonság és a környezetvédelem tekintetében. Az uniós és hazai szabályozások – melyek a vízminőségre, növényvédő szerek használatára, tápanyag-gazdálkodásra, valamint a mikrobiológiai és kémiai szennyezőanyagokra vonatkoznak – alapvető követelményként írják elő a biztonságos termelést és a fenntartható vízgazdálkodást (Kun és Bozán, 2019). Az alternatív vízforrások, mint például a kezelt szennyvizek vagy halászati eredetű elfolyóvizek alkalmazásakor a szabályozói megfelelés, a kockázatok folyamatos értékelése elengedhetetlen.

Az egészségügyi szempontok közé tartozik a fogyasztók védelme a patogének, toxikus anyagok és szermaradványok ellen, amelyek a nem megfelelően kezelt vagy szennyezett öntözővíz használatával a zöldségekben halmozódhatnak fel (Ibadzade, 2021). Ezért a mezőgazdasági fejlődés nemcsak az agronómiai produktivitásról szól, hanem a társadalmi felelősségvállalás részeként is értelmezendő, amely a biztonságos és egészséges élelmiszer-termelést helyezi középpontba (Barickman et al., 2018).

A fenntarthatóság megvalósítása megkívánja az integrált gazdálkodási rendszerek kialakítását, amelyekben a precíziós öntözési technológiák, a vízminőség rendszeres monitorozása, a környezettudatos input-gazdálkodás és a jogszabályi keretek betartása együtt biztosítja a hosszú távú termelékenységet és közegészségügyi biztonságot (Lakatos et al., 2013; Kiss, 2023). Egyben ez összhangban áll a fenntartható fejlődés globális céljaival is, amelyek a környezet megóvását és az emberi egészség védelmét foglalják magukban (United Nations, 2015).

Elmondható tehát, hogy az élelmiszerbiztonság nem csupán a termékek minőségének alapvető garanciája, hanem a mezőgazdaság társadalmi elfogadottságának és piaci versenyképességének is sarokköve, különösen a változó környezeti és gazdasági feltételek

között. Ennek megfelelően a szakirodalmi áttekintésben és a kutatásban is megkülönböztetett figyelmet érdemelnek a fenntarthatósági, egészségügyi és jogi összefüggések (Kun és Bozán, 2019; Barickman et al., 2018; Ibadzade, 2021).

Sarré és munkatársai (2023) Senegálban mentalevélből, petrezselyem levélből és saláta levélből magas szintű szalmonella szennyeződést tudtak kimutatni. A szupermarketekből származó minták szennyezettebbek voltak, mint a termelői piacról származó minták.

Az élelmiszer-eredetű betegségek világszerte a halálozás és a megbetegedések fontos okát jelentik (Pires et al., 2021). 2015-ben a WHO először közölt becsléseket a globális teherről élelmiszer-eredetű betegségek esetén, amelyek 600 millió megbetegedést és 420 000 halálesetet jelentettek 2010-ben (Kirk et al., 2015). Ez a tanulmány 31 veszélyt értékelt, beleértve a baktériumokat, vírusokat, parazitákat, toxinokat és vegyi anyagokat, amelyek közül a hasmenésért és az invazív fertőzésekért felelős mikrobák voltak a betegség leggyakoribb oka.

Fontos, hogy a Salmonella volt az első halálok, amely megerősítette, hogy ez a baktérium a leggyakoribb élelmiszer-fertőző kórokozó világszerte. Emiatt a szennyeződés észlelését, azonosítását és megelőzését célzó intézkedések végrehajtásának szükségességét szorgalmazzák (Kirk et al., 2015).

A WHO kiadványa felhívta a figyelmet a hiteles adatok biztosítására az élelmiszer-eredetű kórokozók terhére vonatkozóan. A magas jövedelmű országokban (HIC) a tápláléklánc mentén nyomon követik a szennyeződést pontos dátummal és hellyel (Pires et al., 2021). Ezzel szemben az alacsony és közepes jövedelműeknél (LMIC) országokban, különösen a szubszaharai Afrika régióban, ezek az adatok nagyrészt ismeretlenek. A Salmonella enterica faj több mint 2600 szerotípust tartalmaz. (Jajere, 2019) A S. enterica szerotípusai a melegvérű állatok széles körét képesek megfertőzni és az embereket is (Cheng et al., 2019).

A S. enterica emésztési úton fertőzi meg gazdáját, és főleg két betegségtípust okozhat: gastroenteritis és invazív fertőzés. Salmonella gastroenteritis baktériumok fejlődése a bélben, és a hasüregben jellemző és görcsös fájdalmat, hasmenést és hányást okoz (Acheson és Hohmann, 2001). Általában egészséges felnőtteknél néhány nap alatt megszűnik. Ezzel szemben gyermekeknél, időseknél és legyengült immunrendszerűeknél szövődményekhez vezethet (Cheng et al., 2019).

A gasztroenteritisszel ellentétben a Salmonella invazív fertőzése életveszélyes betegség, amely akkor fordul elő, amikor a baktériumok behatolnak a szervekbe (Piccini és Montomolli, 2020). Az emberek invazív szalmonellózisá közé tartozik a tífusz, amelyet az embernél korlátozottan okozott a Typhi és Paratyphi (Marchello et al., 2021) szerotípusok, valamint az a

sokgazdás invazív nontphoidalis szalmonellózis szerotípus okozta (Balasubramanian et al, 2021). A Salmonella gastroenteritis továbbra is aggodalomra ad okot, különösen a szennyvízöntőssel nevelt leveles zöldségek esetében. Alegbeleye és Sant’Ana, (2020) bizonyította, hogy a termesztés során alkalmazott szervestrágya jelentősen szennyezheti a növényzetet E. coli-val és Salmonella-ával. Saldinger és munkatársai (2023) közölték, hogy a vízkultúrák termesztés sem a növény, sem a friss termés mikrobiológiai tisztaságát nem garantálja, ha a vízzel a kórokozók könnyen fertőzhetik a növényzetet.

2.7.2. Nemzetközi és hazai példák

Számos tanulmány szemlélteti a regenerált és alternatív vízforrások sikeres agráralkalmazását például Spanyolországban, Olaszországban, Izraelben és az Egyesült Államokban, ahol szigorú szabályozás mellett jelentősen csökkenthető a primer vízfogyasztás (Pedrero et al., 2010; Jones, 2020).

Magyarországon is növekszik ezen irányú fejlesztések jelentősége, amit a beépített monitoring rendszerek, a kísérleti üzemek, valamint a laboratóriumi, továbbá talaj- és vízvizsgálatok alkalmazása is igazol (Kun és Bozán, 2019).

2.8. Összegzés, kutatási rések

A szakirodalmi elemzés alapján a fejes saláta (*Lactuca sativa*) sikeres szabadföldi termesztésének jelenlegi legnagyobb kihívásai közé tartoznak a klimatikus szélsőségek, a vízhiány, az alternatív és fenntartható vízfelhasználás integrációja, valamint az innovatív öntözési megoldások alkalmazása. Jelentős hiányosság, hogy kevés a hosszabb távú, gyakorlati hatásvizsgálat a termálvíz vagy más alternatív vízforrások használatáról, és a magyarországi szabadföldi termesztési viszonyokra szabott összehasonlító kutatásokból is további/mélyrehatóbb elemzések szükségesek (Bartholy et al., 2021).

A precíziós technológiák szélesebb körű alkalmazása, a talaj–növény–víz komplex monitoring rendszerek, valamint a termékminőségi paraméterekre gyakorolt hatások vizsgálata további kutatási irányokat jelöl meg.

3. Alkalmazott módszerek

2024-2025-ben végeztem vizsgálataimat fejes saláta szabadföldi termesztése során alkalmazott öntözési módok értékelésére, különös tekintettel a termálvíz eredetű halásztati elfolyóvíz hatásaira.

3.1. Kísérleti helyszín és talajadottságok

A kísérletek helyszíne Magyarországon, a MATE KÖTI ÖVKI szarvasi Liziméter Telepén található szabadföldi kísérleti parcellákon volt (lásd 1. melléklet).

A talaj típusa, kémhatása, valamint egyéb fizikai-kémiai jellemzői laboratóriumi analízis keretében kerültek dokumentálásra (2. táblázat).

2. táblázat A kísérleti terület talajanalízis eredményei

(Forrás: Saját adatok, MATE Központi Labor)

Év	Minta jele	pH (KCl)	Arany-féle kötött ségi szám (KA)	Vízben oldható összesó	Szénsavas mész	Humusz	Nitrit + nitrát - N (KCl)	Foszfor-pentoxid (AL)	Kálium-oxid (AL)	Nátrium (AL)
				m/m% légsz.a.	m/m% légsz.a.	m/m% légsz.a.	mg/kg légsz.a.	mg/kg légsz.a.	mg/kg légsz.a.	mg/kg légsz.a.
2024	E/K	7.21	39	0.04	2.01	2.19	7.1	2 280	664	70.8
	E/E	7.2	39	0.05	2.14	2.06	15	2 200	765	59.2
	Cs/K	7.19	42	0.04	2.14	1.93	7.18	2 020	657	67.1
	CS/E	7.21	39	0.04	2.08	2.3	14.4	2 090	764	59.5
2025	E/K	7.25	42	0.03	2.02	2.08	4.29	2 120	596	60.6
	E/E	7.19	42	0.05	1.85	2.02	9.49	1 930	714	82.3
	Cs/K	7.29	38	<0,02	2.21	1.97	4.47	2 160	620	58.1
	CS/E	7.29	37	<0,02	2.21	2.04	3.64	2 220	624	64.4

3.2. Kísérleti időszak meteorológiai viszonyai

A kutatás során vizsgált vegetációs időszak időjárási viszonyait a 1. ábra mutatja be:

A diagram a 2024-es és 2025-ös évek első félévének csapadék- és átlaghőmérsékleti adatait mutatja be, lehetőséget adva az időjárási jellemzők összehasonlítására.

A 2024-es évben a csapadék mennyisége januárban és áprilisban érte el a legmagasabb értéket, míg a hőmérséklet fokozatosan emelkedett a tavaszi hónapok során.

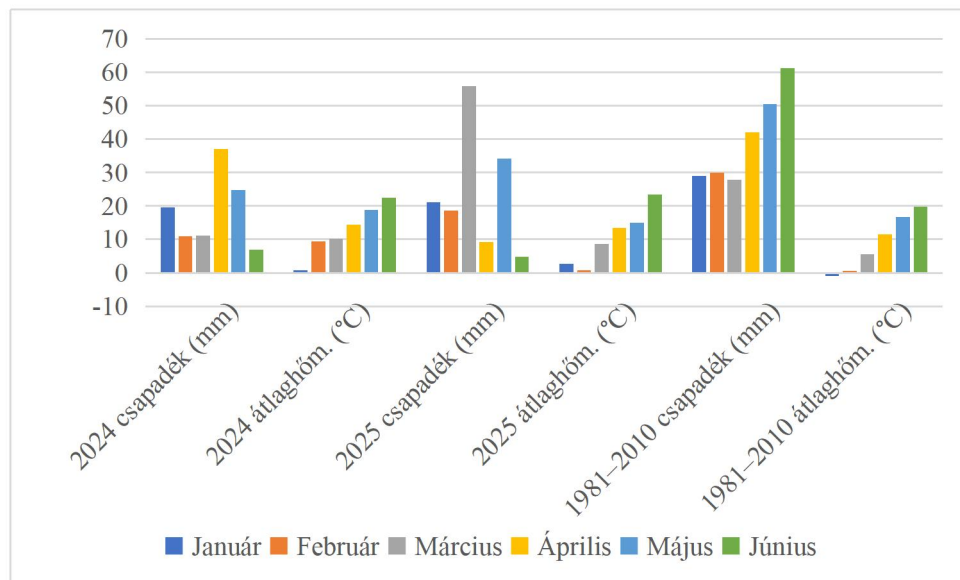
Ezzel szemben 2025-ben a csapadék eloszlása egyenetlenebb volt: januárban és márciusban jelentős mennyiségű csapadék hullott, míg áprilisban és májusban a korábbi évhez képest számottevően kevesebb eső esett.

A hőmérsékleti adatok alapján 2025 első féléve összességében enyhébbnek bizonyult, különösen február és március hónapokban.

Megállapítható, hogy 2025 időjárása nagyobb változékonyságot és szélsőségeket mutatott, míg 2024-ben a hőmérséklet és a csapadék alakulása kiegyensúlyozottabb, de kissé hűvösebb időszakra utalt.

1. ábra Kísérleti terület meteorológiai adatai

(Forrás: Saját mérés, Országos Meteorológiai Szolgálat)



Az alacsonyabb csapadék és magasabb hőmérséklet kedvezőtlen körülményeket jelez a kísérleti időszakban.

3.3. Az öntözővizek fizikai-kémiai paramétereinek bemutatása

Az elfolyóvíz a szarvasi afrikai harcsa telep termálvíz-alapú re-cirkulációs rendszerének technológiai elfolyóvíze volt.

A másik öntözésre felhasznált vizet a Szarvason megtalálható Hármas-Körös holtága biztosította. Ezek a vizek különböző fizikai-kémiai paraméterekkel rendelkeztek (3.táblázat).

3. táblázat Az öntözővizek laboratóriumi fizikai-kémiai jellemzői (2024–2025)

(Forrás: Saját adat, MATE Központi Labor)

Vizsgált Paraméter	Mértékegység	2024		2025	
		Elfolyóvíz	Körös	Elfolyóvíz	Körös
Víz hőmérséklet (laboratóriumi)	C°	23,10	23,70	20,30	19,90
pH (laboratóriumi)		7,49	7,64	7,40	7,21
Fajlagos elektromos vezetőképesség (20 C°)	μS/cm	918,00	393,00	1 300,00	367,00
Összes N	mg/dm ³	20,90	2,22	29,50	2,57
Összes P	mg/dm ³	1,85	0,08	1,85	0,07
Összes lebegőanyag	mg/dm ³	25,70	<5,00	80,00	19,00
Nátrium	mg/dm ³	163,00	29,80	280,00	28,80
Kálium	mg/dm ³	6,30	3,56	5,72	2,77

3.4. Kísérleti terv és kezelések

A kísérleti területen négy blokkban helyeztük el a saláta állományt. A csepegtető szalagos területen közvetlenül egymás mellett helyzetükkel az elfolyóvízes és a Körös vízes öntözésben részesült blokkokat.

Míg az esőztető mikroszórófejes öntözés esetén 2 m-es távolságot alkalmaztunk a blokkok között. A magvetést 25x25 cm-es tenyész területen végeztük (2. melléklet) minden kezelésben, ahol 3 m-es sorokkal dolgoztunk. A csepegtető szalagos kezelésben összesen 6 sort vetettünk (3 sor elfolyóvízes és 3 sor Körös vízes öntözés). A szegélyhatás elkerülése céljából a szélső

sorok egyedeit nem mértük, csak a belső 2-2 sor növényeit kezelésként. A mikroszórófejes kezelésben 4-4 sort vetettünk, melyekből csak a 2-2 középső sor növényzetét mértük.

Vetés ideje: 2024.04.04. és 2025.04.04

Kéttényező (A: Öntözési mód, B: Öntözővíz minősége) hatását vizsgálva véletlen mintavételezést alkalmaztunk:

- Kezelés A1: Elfolyóvizes csepegtető öntözés
- Kezelés A2: Elfolyóvizes esőztető öntözés
- Kezelés B1: Holt-Körös vizes csepegtető öntözés
- Kezelés B2: Holt-Körös vizes esőztető öntözés

A kísérlet célja volt összehasonlítani az eltérő vízminőség hatását a fejes saláta terméseredményére és minőségére.

Az öntözést csepegtető rendszerrel és mikroszórófejes technológiával biztosítottuk. az öntözési norma 50 mm volt. A tenyészidőszak során 4 alkalommal juttattuk ki az öntözővizet: 2024-ben: április 12-én és 30-án, május 14-én és 29-én. 2025-ben: pedig április.09-én, április 28-án, május 14-én és június 03-án öntöztük a salátát ugyan úgymint az előző évben 50 mm öntözési normával.

3.6. Mérés- és adatgyűjtési eljárások

A méréseket a betakarítás időpontjában végeztük: 2024-ben: június 07.-én 2025-ben pedig június 11-én. A betakarítás (lásd 3. melléklet) alkalmával kezelésként 2024-ben 12 db, 2025-ben 4 db teljes saláta növényt takarítottunk be.

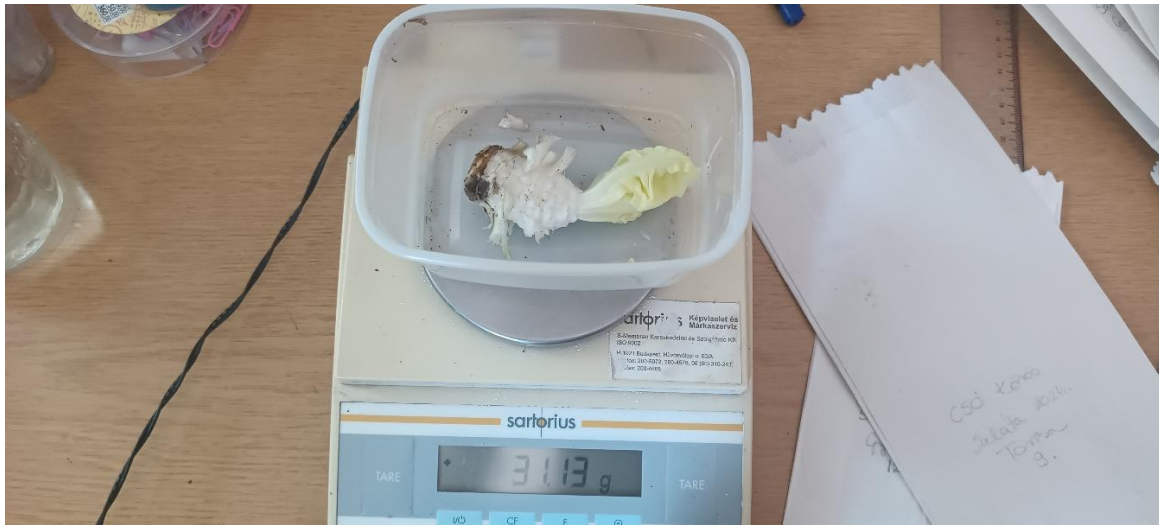
A gyökereket vödörbe merítve mostuk, de nem áztattuk, hogy a talajszennyeződések el tudjuk távolítani. Ezt követően 15 perc szikkasztás következett. (lásd 4. melléklet)

Mértük a salátafejek teljes biomassza-tömegét (g) analitikai mérleggel, a gyökér hosszát (cm) vonalzóval, a gyökér tömegét (g) pedig digitális precíziós Sartorius mérleggel határoztuk meg.

A salátafejek alsó 6 db levelén relatív klorofill-tartalom mérést is végeztünk Konika-Minolta kézi SPAD mérő eszközzel. Leszámoltuk a fejenkénti levélszámot (db). Mértük fejenként friss levél tömegét (g) és a torzsa tömegét (g) (2.ábra). A szárítást követően (Memmert típusú szárítószekrényben) mértük a száraz levelek tömegét (g) (Sartorius BL310 típusú mérleggel).

2. ábra A torzsa tömeg mérése

(Forrás: Saját fotó 2024)



A száraz levelekből két év ismétlésben a levelek elemtartalmát az ÖVKI Környezetanalitikai Laboratóriumában határoztattuk meg akkreditált laboratóriumi vizsgálattal.

A mikrobiológiai vizsgálatokat az EUROFINS Food Analytica laborjában végeztettük el mindkét évben *Salmonella typhimurium* és a *Salmonella enteritidis* jelenlétére, valamint *Escherichia coli*-ra.

3.7. Adatfeldolgozás és statisztikai értékelés

A kísérleti adatokat MS Excel és IBM SPSS statisztikai szoftver segítségével dolgoztuk fel. Meghatároztuk az átlag, szórás és szignifikancia értékeket. Az eltérések értékeléséhez kéttényezős varianciaanalízist (MANOVA) alkalmaztunk. A szignifikancia szintet 5%-ban ($p < 0,05$) határoztuk meg.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Növényeredmények

4.1.1. Morfológiai mérések eredményei

A 2024–2025-ös kísérleti időszak során a növényi morfológiai jellemzők MANOVA statisztikai elemzésével kerültek kiértékelésre. Az öntözési módok (esőztető, csepegtető) és a vízminőség (elfolyóvíz, Körös víz) hatását vizsgáltuk a saláta főbb tulajdonságán: biomassza, gyökérhossz, gyökértömeg, SPAD, levélszám, torzsatömeg, friss levéltömeg, száraz levéltömeg. Az eredményeket (lásd 5. melléklet)

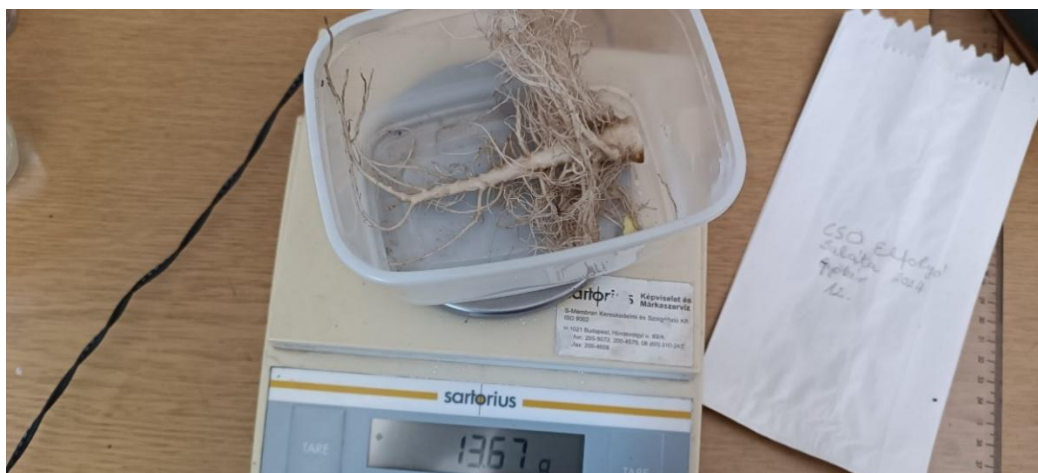
Összességében a táblázat alapján (lásd 5. melléklet) elmondható, hogy az öntözési mód elsősorban a növények biomasszáját, torzsatömegét és friss levéltömegét befolyásolta szignifikánsan, míg a többi vizsgált paraméter esetében a hatás gyengébb vagy nem szignifikáns volt.

A következő táblázatok bemutatják, hogy a kísérleti évre lebontva (2024; 2025) a vizsgált tényezők (öntözési mód, vízminőség) milyen hatást gyakoroltak a megfigyelt növényekre (4. táblázat; 5. táblázat).

A 2024. évi mérések alapján mindkét tényező szignifikáns hatást mutat a vizsgált növényi tulajdonságokra (3. ábra). Az esőztető öntözési mód esetén a biomassza és a friss levéltömeg mutatta a legnagyobb eltéréseket. Csepegtető öntözésnél a biomassza, friss levéltömeg és torzsa tömege volt leginkább befolyásolva a különböző vízminőségek között (4. táblázat).

3. ábra A vizsgált növény gyökértömeg mérése

(Forrás: Saját fotó, 2024)



Az eltérő öntözési módok nem minden tulajdonságra hatottak egyformán, azonban az elfolyó vizes kezelés eredményezte a legnagyobb biomassza- és friss levéltömeg-hozamot (4. táblázat).

4. táblázat Az öntözési mód és a vízminőség hatása a saláta növekedési és élettani tulajdonságaira (2024)

(Forrás: Saját adatok)

		Vízminőség		Sign.
		Elfolyóvíz	Körösvíz	
Esőztető	Biomassza	440.00±138.15b	240.00±77.22a	0.00
	Gyökérhossz	16.57±2.86a	19.41±0.93b	0.01
	Gyökértömeg	12.32±3.10a	10.66±2.79a	0.18
	SPAD	37.25±2.15b	35.02±1.96a	0.02
	Levélszám	51.75±5.33a	48.67±6.69a	0.23
	Torzsatömeg	27.79±10.50b	16.15±5.72a	0.00
	Friss levéltömeg	401.50±127.87b	217.08±69.85a	0.00
	Száraz levéltömeg	12.68±3.36b	9.58±2.87a	0.02
Csepegtető	Biomassza	590.42±124.73b	454.58±152.25 a	0.03
	Gyökérhossz	18.27±3.16a	16.80±3.49a	0.29
	Gyökértömeg	14.50±2.27a	12.51±3.23a	0.09
	SPAD	40.86±2.89b	37.63±2.26a	0.01
	Levélszám	58.92±5.93a	55.25±7.94a	0.21
	Torzsatömeg	29.29±13.17a	45.50±17.96b	0.02
	Friss levéltömeg	529,58±113.43b	410.00±128.70a	0.03
	Száraz levéltömeg	13.95±0.96a	12.59±3.56a	0.26

A 2025-ös évben kapott eredmények részben eltértek a 2024-es év eredményeitől. Mind az esőztető, mind a csepegtető öntözési módszerekkel végzett kísérletek alapján az elfolyó vízzel történt öntözés produkálta a legnagyobb terméshozamot a vizsgált vízminőségek között.

Ugyanakkor a 2025-ös év eredményei alapján nem sikerült statisztikailag igazolható különbséget kimutatni sem módok, sem a vízminőségek között (5. táblázat).

5. táblázat Az öntözési mód és a vízminőség hatása a saláta növekedési és élettani tulajdonságaira (2025)

(Forrás: Saját adatok)

		Vízminőség		Sign.
		Elfolyóvíz	Körösvíz	
Esőztető	Biomassza	428,75±132,75	366,25±57,64	0,421
	Gyökérhossz	16,65±2,77	18,38±2,56	0,363
	Gyökértömeg	14,01±3,26	15,41±3,38	0,573
	SPAD	43,55±4,58	41,53±4,66	0,558
	Levélszám	47,00±6,68	49,50±7,05	0,625
	Torzsatömeg	26,87±10,10	23,55±7,01	0,609
	Friss levéltömeg	3,77,50±112,66	327,50±53,15	0,453
	Száraz levéltömeg	24,97±7,70	23,81±2,23	0,782
Csepegtető	Biomassza	287,50±52,68	215,00±165,88	0,437
	Gyökérhossz	14,60±2,60	15,48±0,89	0,548
	Gyökértömeg	13,03±2,62	8,65±5,00	0,172
	SPAD	38,40±4,09	38,17±5,40	0,949
	Levélszám	47,25±4,99	38,75±11,03	0,210
	Torzsatömeg	28,05±10,22	21,01±27,70	0,650
	Friss levéltömeg	267,5±55,00	180,00±135,27	0,276
	Száraz levéltömeg	17,58±2,92	13,58±6,15	0,284

4.1.2. Növényanalízis eredmények

A salátalevél beltartalmi anyagait is vizsgáltuk, amelyekre szintén MANOVA statisztikai elemzést alkalmaztunk.

A statisztikai elemzés eredményei alapján az öntözési mód bizonyult a legnagyobb hatásúnak a növények nátriumtartalmát illetően. A vízminőség jelentős befolyást gyakorolt a

növények nitrogén-, nátrium- és foszfortartalmára a kétéves mérések alapján, amint azt a 6. táblázat szemlélteti. (6.táblázat)

6. táblázat MANOVA eredmények az öntözési mód és a vízminőség hatásáról a salátalevél bel tartalmi anyagai esetében (Szarvas, 2024-2025)

(Forrás: Saját adatok)

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Öntözésimód	N	0.121	1	0.121	0.736	0.400	0.030
	P	425089.286	1	425089.286	0.328	0.572	0.013
	K	6693432.143	1	6693432.143	0.041	0.842	0.002
	Ca	6403289.286	1	6403289.286	0.949	0.340	0.038
	Mg	2603.571	1	2603.571	0.009	0.924	0.000
	Na	10708709.143	1	10708709.143	28.535	0.000	0.543
Vízminőség	N	1.088	1	1.088	6.621	0.017	0.216
	P	5289603.571	1	5289603.571	4.083	0.055	0.145
	K	50142889.286	1	50142889.286	0.305	0.586	0.013
	Ca	3042603.571	1	3042603.571	0.451	0.508	0.018
	Mg	83603.571	1	83603.571	0.301	0.588	0.012
	Na	54980846.286	1	54980846.286	146.506	0.000	0.859
Öntözésimód * Vízminőség	N	0.034	1	0.034	0.209	0.652	0.009
	P	147175.000	1	147175.000	0.114	0.739	0.005
	K	46982603.571	1	46982603.571	0.285	0.598	0.012
	Ca	999432.143	1	999432.143	0.148	0.704	0.006
	Mg	18003.571	1	18003.571	0.065	0.801	0.003
	Na	6765989.143	1	6765989.143	18.029	0.000	0.429

A beltartalmi tulajdonságokra vonatkozó kiértékelést évenként külön-külön is elvégeztük. A 2024-es évben az esőztető öntözés során a nitrogén- és nátriumtartalom esetében statisztikailag igazolható különbséget tudunk kimutatni; mindkét esetben az elfolyóvízes kezelés eredményezte a magasabb értékeket (7. táblázat).

7. táblázat Az esőztető öntözés során mért elemtartalmi eredmények a különböző öntözővízminőséggel kezelt saláta növények esetén (Szarvas, 2024)

(Forrás: Saját adatok)

		Elfolyóvíz	Körös víz	Sign.
Esőztető öntözés	N	3.35±0.24	2.83±0.12	0.029
	P	6170,00±610.49	5360.00±410.65	0.139
	K	73183,33±5730.94	65570.00±4028.96	0.133
	Ca	18716.67±924.70	16770.00±2082.86	0.213
	Mg	3960.00±144.22	3576.67±323.47	0.137
	Na	2646.67±231.16	1193.33±55.076	0.000

Csepegtető öntözés esetén ugyan ebben az évben csak a levelek nátrium tartalmánál találtunk statisztikailag bizonyítható különbséget az öntözési kezelések között (8. táblázat).

8. táblázat A csepegtető öntözés során mért elemtartalmi eredmények a különböző öntözővízminőséggel kezelt saláta növények esetén (Szarvas, 2024)

(Forrás: Saját adatok)

		Elfolyóvíz	Körös víz	Sign.
Csepegtető öntözés	N	3.15±0.39	3.08±0.65	0.892
	P	7253.33±574.49	6336.67±393.99	0.085
	K	72060.00±586.17	71603.33±719.76	0.918
	Ca	19083.33±1009.57	2013.33±1429.77	0.409
	Mg	4120,00±247.59	4030.00±302.66	0.711
	Na	4050,00±233,88	1180.00±34.64	0.000

A 2024-es kísérleti időszakban kiemelkedő eredményeket a nátriumnál és a nitrogénnél lehetett mérni. Ezzel szemben a 2025 év során a nátrium mellett a foszfor esetén is szignifikáns különbséget kaptunk az öntözéségi kezelések között. (9.táblázat)

9. táblázat Az esőztető öntözés során mért elemtartalmi eredmények a különböző öntözővízminőséggel kezelt saláta növények esetén (Szarvas, 2025)

(Forrás: Saját adatok)

		Elfolyóvíz	Körös víz	Sign.
Esőztető öntözés	N	2.93±0.15	2.75±0.22	0.23
	P	4945.00±46.55 b	4265.00±366.11a	0.01
	K	52247.5±567,82	48740.00±5289.30	0.24
	Ca	13540.00±783,58	15492.50±1730.69	0.09
	Mg	3155.00±275.02	3162.50±89.95	0.96
	Na	3035,00±533.57 b	941,00±70,66a	0.00

A csepegtető öntözésnél a két év eredményei annyiban különböztek, hogy míg az első év (2024) során csak a nátrium esetében, addig a második évben (2025) már a nitrogén, a foszfor és a nátrium esetében is kimutatható volt a szignifikáns különbség. (10.táblázat)

10. táblázat A csepegtető öntözés során mért elemtartalmi eredmények a különböző öntözővízminőséggel kezelt saláta növények esetén (Szarvas, 2025)

(Forrás: Saját adatok)

		Elfolyóvíz	Körös víz	Sign.
Csepegtető öntözés	N	2.98±0.082b	2.21±0.50 a	0.02
	P	4817.50±167.41b	3730.00±816.25a	0.04
	K	46845.00±3703.78	47037.50±9318.31	0.97
	Ca	14277.50±1198.18	15395.00±1341.80	0.26
	Mg	2980.00±211.19	2945.00±145.72	0.79
	Na	5867.50±729.63b	1395.00±262.11a	0.00

4.2. Mikrobiológiai eredmények

4.2.1. Halásztati elfolyóvíz mikrobiológiai vizsgálatának eredményei

A halásztati elfolyóvíz mikrobiológiai vizsgálatát 2024 és 2025 során három-három ismétlésben (V1, V2, V3) végeztük el. A vizsgálatok eredményei alapján mindkét évben valamennyi minta pozitívnak bizonyult *Salmonella* jelenlétére 1000 ml vízmintában. Ugyanakkor mind 2024-ben, mind 2025-ben kizárható volt a *Salmonella typhimurium* és a

Salmonella enteritidis jelenléte, tehát a kimutatott Salmonella törzsek nem tartoztak az emberi egészség szempontjából leginkább kockázatos csoportokba (11. táblázat).

Az *Escherichia coli* vizsgálati eredményei szerint 2024-ben a baktériumszám a mintákban 400 és 1000 db/100 ml között változott, míg 2025-ben minden mintában 1000/100 ml feletti értéket mértek. Ez a változás arra utal, hogy az elfolyóvíz mikrobiológiai terhelése növekedett a vizsgált időszakban (11. táblázat).

Bár a *Salmonella* jelenléte mindkét évben kimutatható volt, a legveszélyesebb patogén törzsek hiánya miatt közvetlen humán egészségügyi kockázat nem feltételezhető, amennyiben nem kerül az öntözővíz közvetlenül emberi felhasználásra!

11. táblázat A halásznávi elfolyóvíz mikrobiológiai vizsgálatának eredményei 2024-2025.

(Forrás: Saját adatok, Szarvas)

	Elfolyóvíz	<i>Salmonella</i> (jelenlét/1000 ml)		<i>Escherichia coli</i> (szám/100 ml)
2024	V1	Pozitív	Kizárható a <i>Salmonella typhimurium</i> és a <i>S. enteritidis</i>	1000
	V2	Pozitív		900
	V3	Pozitív		400
2025	V1	Pozitív	Kizárható a <i>Salmonella typhimurium</i> és a <i>S. enteritidis</i>	>1000
	V2	Pozitív		>1000
	V3	Pozitív		>1000

4.2.2. Saláta növény mikrobiológiai vizsgálatának eredményei

A 2024-es eredmények alapján a vizsgált salátaminták többsége (minden csepegtető öntözésből származó: ECS1, ECS2, ECS3 és 1/3 esőztető öntözésből származó minta: EE2) negatívnak bizonyult *Salmonella* jelenlétére, míg az EE1 és EE3 mintákban a baktérium pozitívan kimutatható volt. A vizsgálatok során mindegyik minta esetében kizárható volt a *Salmonella typhimurium* és a *Salmonella enteritidis* jelenléte, tehát a kimutatott Salmonella törzsek nem az emberre legveszélyesebb típusok közé tartoztak. Mégis ennek ellenér, hogy nem a legveszélyesebb 32005R2073 A Bizottság 2073/2005/EK rendelete (2005. november 15.) az élelmiszerek mikrobiológiai kritériumairól pontosan megfogalmazza, hogy az „Aprított vagy darabolt gyümölcs és zöldségekben (fogyasztásra kész) 25 g -ban nem lehet jelen *Salmonella*.” (Európai Bizottság, 2005.)

Az *Escherichia coli* értékek 2024-ben jellemzően 10/g alattiak voltak, ami mikrobiológiailag kedvező eredménynek tekinthető. Egyetlen minta (EE1) mutatott enyhén magasabb, $3,6 \times 10^2/g$ értéket, amely azonban még mindig viszonylag alacsony

szennyezettségi szintet jelent. Ezt a szennyezettség szintet valószínűleg egy külső szennyeződés okozta, bármely vadállat Pl :(fácán vagy nyúl ürülék)

A 2025-ös vizsgálatok során a Salmonella minden salátamintában negatív eredményt mutatott, és a *Salmonella typhimurium*, illetve *S. enteritidis* jelenléte továbbra is kizárható volt. Az *Escherichia coli* értékek minden mintában 10/g alattiak maradtak, ami a növények jobb állapotát jelzi az előző évhez képest (12.táblázat).

12. táblázat A különböző öntözési módokból és öntözési kezelésekből származó saláta növények mikrobiológiai vizsgálatának eredményei (2024-2025)

(Forrás: Saját adatok, Szarvas)

	Saláta növény	Salmonella (jelenlét/25 g)		Escherichia coli (szám/g)
2024	ECS1	Negatív	Kizárható a <i>Salmonella typhimurium</i> és a <i>S. enteritidis</i>	<10
	ECS2	Negatív		<10
	ECS3	Negatív		$3.6 \cdot 10^2$ a 2-on
	EE1	Pozitív		<10
	EE2	Negatív		<10
	EE3	Pozitív		<10
2025	ECS1	Negatív	Kizárható a <i>Salmonella typhimurium</i> és a <i>S. enteritidis</i>	<10
	ECS2	Negatív		<10
	ECS3	Negatív		<10
	EE1	Negatív		<10
	EE2	Negatív		<10
	EE3	Negatív		<10

5. Következtetések és javaslatok

A szarvasi szabadföldi fejes saláta kísérlet eredményei alapján már hasznos következtetések vonhatók le az öntözési módok és vízminőségek hatásairól, környezeti, gazdasági, élelmiszerbiztonsági és technológiai szempontból is. De jelenmegállapításokat még érdemes lenne további évek kísérleti eredményeivel alátámasztani a jövőben.

5.1. Tudományos összegzés

- Az öntözési módok és vízminőségek vizsgálatokor egyértelműen igazolható, hogy mindkét tényező szignifikáns befolyást gyakorol a saláta növekedési és minőségi paramétereire. A MANOVA statisztikai kiértékelés alapján leszögezhetjük, hogy a vízminőség elsősorban a biomassa, frisslevél-tömeg, valamint az elemtartalom (nitrogén, nátrium, foszfor) szempontjából bizonyult meghatározónak az elfolyóvízes öntözést szorgalmazva; míg az öntözés technológiája a torzsatömeg alakulására és a levelek fizikai tulajdonságaira volt jelentős hatással.
- Az alternatív, termálvíz-eredetű halászlé elfolyóvíz öntözésre történő felhasználása jelentős terméshozamnövekedést eredményezett mindkét évben. Az elfolyóvízzel kezelt parcellákon magasabb biomassa, nagyobb frisslevél-tömeg, valamint magasabb nitrogén- és nátriumtartalom mutatkozott.
- Ugyanakkor, a mikrobiológiai vizsgálatok kimutatták, hogy a halászlé elfolyóvízben szignifikánsan gyakoribb a *Salmonella* és az *Escherichia coli* jelenléte, emiatt a növény-egészségügyi monitoring stratégia kiemelten fontos. Csepegtető öntözés alkalmazásával az élelmiszerbiztonság is biztosítható a frissfogyasztásra termesztett fejes saláta esetében.
- A csepegtető és esőztető öntözési technológiák között mindkét vízminőség esetében a csepegtető öntözés kedvezőbb eredményeket hozott a biomassa hozam, a szárazanyag-felhalmozás szempontjából, továbbá a betegségek visszaszorításában is hatékonyabbnak bizonyult. Ugyanakkor, az éves különbségek – különösen a 2025-ös évben tapasztalt eltérő időjárási viszonyok mellett – arra utalnak, hogy az időjárási viszonyok jelentős mértékben befolyásolják az öntözési technológiák hatékonyságát.
- A kísérleti eredményekből kitűnik, hogy az öntözővíz fizikai-kémiai tulajdonságainak rendszeres laboratóriumi ellenőrzése elengedhetetlen a stabil termésminőség és a fogyasztói biztonság garantálása érdekében. A szabadföldi szelvények talaj- és

növényi paramétereinek változása szoros kapcsolatban állt a kijuttatott vízminőséggel és az alkalmazott öntözési stratégiával.

5.2. Gyakorlati javaslatok

- Vízészlet-monitoring és kontroll: Az alternatív vízforrások (termál eredetű elfolyóvíz, természetes folyóvíz) agrárhasznosítása csak rendszeresen monitorozott, laboratóriumi paraméterek alapján történhet, különös tekintettel a mikrobiológiai és toxikológiai biztonságra. Folyamatos *Salmonella*, *Escherichia coli* és egyéb patogén szűrés javasolt.
- Technológiai választás: A csepegtető öntözés preferált, ahol a talaj és vízminőség paraméterei indokolják; de a mikroszórófejes esőtető öntözés is megfelelő alternatíva, ha az öntözővíz homogenitása, szűrése és a terület mikroklímája optimális.
- Növény-egészségügyi kontroll: A levél- és talajminták elemtartalom- és mikrobiológiai vizsgálata kötelező, különös tekintettel friss fogyasztásra szánt saláták esetén.
- Fenntarthatóság és fogyasztói bizalom: Az alternatív vízhasználat, különösen halászati eredetű elfolyóvíz esetén, csak szigorú környezetvédelmi és jogszabályi keretek között alkalmazható, hogy a termék minősége, piaci értéke és élelmiszerbiztonsági státusza hosszú távon fennmaradhasson.
- Kutatási irányok: Javasolt hosszú távú monitoringprogramok indítása a vízminőség, talajélet, növényi elemtartalom és fogyasztói biztonság összefüggéseinek feltárására. Különösen kiemelendő a különböző öntözővíz-források még pontosabb agronómiai, növényélettani és humán toxikológiai hatásvizsgálata.

5.3. Szakmai és agrárpolitikai javaslatok

- A víztakarékos öntözési technológiák (pl. csepegtető, kontrollált alternatív víz) szélesebb körű kísérleti és demonstrációs programokba vonása támogatandó, különösen az aszály-érzékeny régiókban.
- Javasolt az agrártámogatási és ösztönző rendszerek bővítése a fenntartható vízkezelés, minőségi monitoring és alternatív vízforrás-felhasználás irányába.

5.4. Lezáró gondolatok

A dolgozat eredményei egyértelműen rámutatnak arra, hogy a fenntartható szabadföldi salátatermesztés kulcsa a precíz és kontrollált öntözési technológia, valamint a kijuttatott víz minőségének folyamatos vizsgálata. Az alternatív vízforrások potenciálja kiaknázandó, ugyanakkor a mikrobiológiai kockázatok menedzsmentje, a nitrát/nátrium arányok optimalizálása és a termelők folyamatos képzése nélkülözhetetlen ahhoz, hogy magas minőségű, biztonságos és piacképes fejes saláta kerüljön a fogyasztók asztalára.

6. Összefoglalás

A fejes saláta különösen fontos levélzöldség, mely világszerte elterjedt, Magyarországon elsősorban friss fogyasztásra termesztik. A termesztés sikerességét nagymértékben befolyásolja az öntözés, hiszen a magyar kontinentális klíma alapvetően alkalmas, azonban az utóbbi évek szélsőséges időjárási viszonyai, főként az aszályos periódusok és egyenetlen csapadékeloszlás kihívást jelentenek. Emiatt szükségesek új és fenntartható vízgazdálkodási megoldások, melyek között egyre nagyobb szerepet kapnak az alternatív vízforrások, például a termálvíz eredetű halásznáti elfolyóvizek mezőgazdasági alkalmazása.

A dolgozat célja a szabadföldi salátatermesztés optimális öntözési módjának meghatározása, valamint a termálvíz eredetű halásznáti elfolyóvíz alkalmazhatóságának vizsgálata volt. A kísérlet 2024–2025-ben zajlott a MATE KÖTI ÖVKI szarvasi Liziméter Telepén, ahol kétféle öntözési módot (csepegtető és esőztető) és kétféle öntözővizet (Körös holtág vize és az afrikai harcsa telep termálvíz alapú elfolyó víz) használtunk. Az adatokat MS Excel és IBM SPSS segítségével dolgoztuk fel, kéttényezős varianciaanalízist (MANOVA) alkalmazva.

Az eredmények egyértelműen kimutatták, hogy mind az öntözési mód, mind pedig a vízminőség jelentős hatással van a saláta növekedési és minőségi paramétereire. Az elfolyóvízzel kezelt parcellákon szinte minden vizsgált tulajdonság magasabb értékeket mutatott. Ugyanakkor mikrobiológiai vizsgálatok kimutatták a *Salmonella* és *Escherichia coli* jelenlétét, ami miatt a növényegészségügyi stratégia kiemelt fontosságú.

A szarvasi kísérlet eredményei alapján megfogalmazható, hogy a termálvíz eredetű halásznáti elfolyóvíz fenntartható alternatív vízforrás lehet a fejes saláta termesztésében és a csepegtető öntözés alkalmazásával biztonságos, friss fogyasztásra alkalmas saláta nevelhető, de további évek kísérleti eredményeire van szükség a következtetések megerősítéséhez.

Irodalomjegyzék

- Acheson, D., Hohmann, E.L. (2001): Nontyphoidal salmonellosis. *Clinical Infectious Diseases*, 32, 263–269.
- Alegbeleye, O. O., Sant’Ana, A. S. (2020): Manure-borne pathogens as an important source of water contamination: an update on the dynamics of pathogen survival/transport as well as practical risk mitigation strategies. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 227, 113524.
- Balasubramanian, R., Im, J., Lee, J.-S., Jeon, H. J., Mogeni, O. D., Kim, J. H., Rakotozandrindrainy, R., Baker, S., Marks, F. (2018): The global burden and epidemiology of invasive non-typhoidal *Salmonella* infections. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 15, 1421–1426.
- Barickman, T. C., Sublett, W. L., Miles, C., Crow, D. & Scheenstra, E. (2018) *Lettuce Biomass Accumulation and Phytonutrient Concentrations Are Influenced by Genotype, N Application Rate and Location*. In: *Horticulturae* 4. évf. 12. sz.
- Bartholy J., Pongrácz R. és Kis A. (2021): Recent changes in climatic extremes in Hungary. *Időjárás*, 125(1), 83–100.
- Blum, A. (2011): Plant breeding for water-limited environments. *Springer*. Letöltés dátuma: 2025. 10. 10. forrás: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-7491-4>
- Boros L. (2021): A fejes saláta termesztésének gyakorlata és biológiai háttere. *Agrártudományi Közlemények*, 80(1), 99–109.
- Cheng, Y., Lu, F., Wang, X., és Xie, Y. (2019): Microbial safety of irrigation water and its influence on lettuce contamination: a review. *Food Control*, 108, 106868.
- Európai Bizottság. (2005): A Bizottság 2073/2005/EK rendelete (2005. november 15.) az élelmiszerek mikrobiológiai kritériumairól. Letöltés dátuma: 2025. 10. 10. forrás: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32005R2073>
- FruitVeB (2025) Magyar Zöldség-Gyümölcs Szakmaközi Szervezet és Terméktanács. 2013-2022 évi termelési adatok. Belső dokumentumként, küldve 2025. október 18-án
- Hamilton, A. J., Stagnitti, F., Premier, R., Boland, A.-M. és Hale, G. (2006): Quantitative microbial risk assessment models for consumption of raw vegetables irrigated with reclaimed water. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(5), 3284–3290.
- Ibadzade, G. (2021): Effect of recycled water irrigation on the accumulation of salts in soil and lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agronomy Research*, 19(3), 1227–1236.

- Jajere, S.M. (2019): A review of Salmonella enterica with particular focus on the pathogenicity and virulence factors, host specificity and adaptation and antimicrobial resistance including multidrug resistance. *Veterinary World*, 12, 504–521.
- Jones, H. G. (2020): Water use efficiency and precision irrigation in field-grown vegetables. *Irrigation Science*, 38(2), 143–155.
- Kirk, M. D., Pires, S. M., Black, R. E., Caipo, M., Crump, J. A., Devleeschauwer, B., Döpfer, D., Fazil, A., Fischer-Walker, C. L., Hald, T. (2015): World Health Organization estimates of the global and regional disease burden of 22 foodborne bacterial, protozoal, and viral diseases, 2010: a data synthesis. *PLoS Medicine*, 12.
- Křístková, E., Lebeda, A., Doležalová, I. és Vinter, V. (2008): Description of morphological characters and geobotanical determinants in Lactuca species. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55(8), 1437–1464.
- Kiss, L. B. (2023) *Az öntözés jelentősége a magyar mezőgazdasági vállalkozások működésében*. In: *Vállalkozásfejlesztés a XXI. században*. 2023/1. kötet. [online] pp. 101–109.
- Kun Á. (2018): Evaluating of wastewater irrigation in a lysimeter experiment through energy willow yields and soil sodicity. *Carpathian Journal of Environmental Sciences*, 13(1), 77–84.
- Kun Á. és Bozán Cs. (2019): Használt termálvíz mezőgazdasági elhelyezésének (öntözés) hatása a talaj kicserélhető nátriumtartalmára és az összes oldott sótartalmára. *Agrokémia és Talajtan*, 66(1), 95–110.
- Lakatos G., Simonne E. H., Kovács A. és Tóth J. (2013): A fejes saláta öntözési technológiai Magyarországon. *Kertgazdaság*, 45(2), 47–58.
- Marchello, C. S., Fiorino, F., Pettini, E., Crump, J. A., Vacc-iNTS Consortium Collaborators. (2021): Incidence of non-typhoidal Salmonella invasive disease: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Infection*, 83, 523–532.
- Márton, P. (2021): A fenntartható vízhasznosítás kihívásai a magyarországi zöldségtermelésben. *Zöldségtermesztés folyóirat*, 54(3), 75–87.
- McGuire, R. G. (1992): Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254–1255.
- Oladimeji, A. V., Kumar, A. B. (2023): Therapeutic profile of lettuce: Leafy vegetable for moderate consumption (A review). *International Journal of Advanced Biochemistry Research*. 7. évf. 25. különszám. pp. 254–258

- Pedrero, F., Kalavrouziotis, I., Alarcón, J. J., Koukoulakis, P. és Asano, T. (2010): Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture – Review of some practices in Spain and Greece. *Agricultural Water Management*, 97(9), 1233–1241.
- Piccini, G., Montomoli, E. (2020): Pathogenic signature of invasive non-typhoidal Salmonella in Africa: implications for vaccine development. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 16, 2056–2071.
- Pires, S. M., Desta, B. N., Mughini-Gras, L., Mmbaga, B. T., Fayemi, O. E., Salvador, E. M., Gobena, T., Majowicz, S. E., Hald, T., Hoejskov, P. S. (2021): Burden of foodborne diseases: Think global, act local. *Current Opinion in Food Science*, 39, 152–159.
- Playán, E. és Mateos, L. (2006): Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. *Agricultural Water Management*, 80, 100–116.
- Qin, Y. és Horvath, A. (2020): Use of alternative water sources in irrigation: potential scales, costs, and environmental impacts in California. *Environmental Research Letters*, 15(9), 094087.
- Saldinger, S., Rodov, V., Kenigsbuch, D., Bar-Tal, A. (2023): Hydroponic agriculture and microbial safety of vegetables: promises, challenges, and solutions. *Horticulturae*, 9, 51.
- Sarré, F. B., Dièye, Y., Seck, A. M., Fall, C., Dieng, M. (2023): High level of Salmonella contamination of leafy vegetables sold around the Niayes Zone of Senegal. *Horticulturae*, 9, 97.
- Simonne, E. H., Studstill, D. W., Dukes, M. D., Hochmuth, R. C., Davis, W. E., McAvoy, G., és Duval, J. R. (2002): Custom-made drip-irrigation systems for integrated water and nutrient management research and demonstration. *HortTechnology*, 12(4), 670–674.
- Takácsné Hájos M. (2020). *Zöldségtermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Terbe I., Ombódi A. (2019) *Zöldségfélék trágyázása és öntözése*. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház Rt. pp. 252–254.
- Tóth Á. (2011): *Öntözési praktikum: Hasznos elméleti áttekintés és gyakorlati tanácsok*. Gödöllő: Signature, AquaRex '96 Kft.
- Toze, S. (2006): Reuse of effluent water – benefits and risks. *Agricultural Water Management*, 80(1-3), 147–159.
- Vermes L. (2017): History and regulation of wastewater reuse in agriculture in Germany. *Water Policy*, 19(S1), 99–112.
- Winpenny, J., Heinz, I. és Koo-Oshima, S. (2010): *Managing water effectively to improve sustainable agriculture and enhance food security*. FAO Water Report 35, Rome.

Táblázat és ábrák jegyzéke

<i>1. ábra</i> Kísérleti terület meteorológiai adatai	22
<i>2. ábra</i> A torzsa tömeg mérése	25
<i>3. ábra</i> A vizsgált növény gyökértömeg mérése	26
<i>1. táblázat</i> A fejes saláta magyarországi termelési adatai (2013- 2022)	7
<i>2. táblázat</i> A kísérleti terület talajanalízis eredményei	21
<i>3. táblázat</i> Az öntözővizek laboratóriumi fizikai–kémiai jellemzői (2024–2025)	23
<i>4. táblázat</i> Az öntözési mód és a vízminőség hatása a saláta növekedési és élettani tulajdonságaira (2024)	27
<i>5. táblázat</i> Az öntözési mód és a vízminőség hatása a saláta növekedési és élettani tulajdonságaira (2025)	28
<i>6. táblázat</i> MANOVA eredmények az öntözési mód és a vízminőség hatásáról a salátalevél bel tartalmi anyagai esetében (Szarvas, 2024-2025)	29
<i>7. táblázat</i> Az esőztető öntözés során mért elemtartalmi eredmények a különböző öntözővízminőséggel kezelt saláta növények esetén (Szarvas, 2024)	30
<i>8. táblázat</i> A csepegtető öntözés során mért elemtartalmi eredmények a különböző öntözővízminőséggel kezelt saláta növények esetén (Szarvas, 2024)	30
<i>9. táblázat</i> Az esőztető öntözés során mért elemtartalmi eredmények a különböző öntözővízminőséggel kezelt saláta növények esetén (Szarvas, 2025)	31
<i>10. táblázat</i> A csepegtető öntözés során mért elemtartalmi eredmények a különböző öntözővízminőséggel kezelt saláta növények esetén (Szarvas, 2025)	31
<i>11. táblázat</i> A halászatvíz elfolyóvíz mikrobiológiai vizsgálatának eredményei 2024-2025.	32
<i>12. táblázat</i> A különböző öntözési módokból és öntözési kezelésekből származó saláta növények mikrobiológiai vizsgálatának eredményei (2024-2025)	33

Mellékletek

1. melléklet

A kísérleti terület

(Forrás: Saját fotó, 2025)



2. melléklet

A vetőmagok helyre vetése

(Forrás: Saját fotó, 2025)



3. melléklet

Nicolina RZ (RIJK ZWAAN) saláta betakarítása

(Forrás: Saját fotó, 2025)



4. melléklet

Betakarított saláta szikkasztása

(Forrás: Saját fotó, 2025)



5. melléklet

MANOVA eredmények a saláta vizsgált növény tulajdonságai az öntözési módot elemezve
(Szarvas 2024-2025)

(Forrás: Saját adatok 2024-2025)

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power
Öntözési mód_A	Biomassza (g/t?)	161001.563	1	161001.563	7.150	0.010	0.106	7.150	0.749
	Gyökérhossz (cm)	26.394	1	26.394	3.115	0.083	0.049	3.115	0.412
	Gyökértömeg (g/t?)	4.731	1	4.731	0.436	0.512	0.007	0.436	0.100
	SPAD	26.010	1	26.010	2.020	0.160	0.033	2.020	0.288
	Levélszám (db/t?)	236.391	1	236.391	3.634	0.061	0.057	3.634	0.466
	Torzsatömeg (g/t?)	2726.667	1	2726.667	11.237	0.001	0.158	11.237	0.910
	Friss levéltömeg (g/t?)	124432.563	1	124432.563	6.972	0.011	0.104	6.972	0.738
	Száraz levéltömeg (g/t?)	5.790	1	5.790	0.189	0.666	0.003	0.189	0.071
Vízminőség_B+A	Biomassza (g/t?)	326326.563	1	326326.563	14.492	0.000	0.195	14.492	0.963
	Gyökérhossz (cm)	21.739	1	21.739	2.566	0.114	0.041	2.566	0.351
	Gyökértömeg (g/t?)	48.442	1	48.442	4.462	0.039	0.069	4.462	0.547
	SPAD	86.490	1	86.490	6.717	0.012	0.101	6.717	0.722
	Levélszám (db/t?)	172.266	1	172.266	2.648	0.109	0.042	2.648	0.360
	Torzsatömeg (g/t?)	24.330	1	24.330	0.100	0.753	0.002	0.100	0.061
	Friss levéltömeg (g/t?)	275362.563	1	275362.563	15.429	0.000	0.205	15.429	0.972
	Száraz levéltömeg (g/t?)	85.216	1	85.216	2.775	0.101	0.044	2.775	0.374

Hallgatói és konzulensi nyilatkozat

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /

diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:

Balás Anna Rebeka

A Hallgató Neptun kódja:

W2VBU7

A dolgozat címe:

Az öntözési mód és a víz minőség hatás a
2025 éjszakára

A megjelenés éve:

2025

A konzulens intézetének neve:

Könyvtartudományi Intézet

A konzulens tanszékének a neve:

Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant 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 mindenkorai szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe. 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 könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2025 év 10 hó 24 nap

Balás Anna Rebeka
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Balázs Anna Rebeka
Neptun-kódja:	W2VBU7
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	B-GOD-N-HU-KERIM
A munka címe:	Az öntörvényűség és a vérszűrés hatása a fejlesztésben

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztens vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz neve, verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

--	--	--	--

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használatát engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Székely, 2025. október hó 28. nap

Balászs István Balázs

Hallgató aláírása

Dr. Lalkovszki Nóra Jolán

Konzulens/Témavezető aláírása

NYILATKOZAT

Balázs Anna Rebeka (név) (hallgató Neptun azonosítója: W2VBU7) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: Szarvas, 2025. év október hó 28. nap



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus megnevezése mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

