

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

VALKOVSZKI NOÉMI JÚLIA

Budapest
2011

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
KERTÉSZETTUDOMÁNYI KAR
GYÓGY- ÉS AROMANÖVÉNYEK TANSZÉK

AZ EGYÉVES KONYHAKÖMÉNY (*CARUM CARVI* L. VAR. *ANNUUM*)
TERMESZTÉSTECHNOLÓGIAI FELTÉTELEINEK OPTIMALIZÁLÁSA
CSERNOZJOM RÉTI TALAJON

Doktori értekezés
VALKOVSZKI NOÉMI JÚLIA

Témavezető: **Zámboriné Dr. Németh Éva**
a biológiai tudomány doktora

Budapest
2011

A doktori iskola:

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Dr. Tóth Magdolna
egyetemi tanár, DSc.
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar
Gyümölcsstermő Növények Tanszék

Témavezető: Zámboriné Dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc.
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanács

.....határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló Bizottságot jelölte ki:

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke:

Terbe István, DSc

Tagjai:

Máthé Ákos, DSc

Forró Edit, CSc

Rácz Istvánné, PhD

Opponensek:

Slezák Katalin, PhD

Helyes Lajos, DSc

Titkár: Honfi Péter, PhD

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	8.
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	10.
2.1. Az egyéves konyhakömény rendszertani, botanikai jellemzői és elterjedése.....	10.
2.2. Az egyéves konyhakömény drogjai.....	11.
2.3. Az egyéves konyhakömény termésének jellemzői.....	11.
2.4. A konyhakömény farmakológiai hatása és alkalmazási területei.....	12.
2.5. Az egyéves konyhakömény termesztésének jelentősége.....	14.
2.6. Termesztéstechnológia.....	17.
2.7. A minőséget és a produkciót befolyásoló tényezők	20.
2.7.1. Genetikai alapok, nemesítés.....	20.
2.7.2. Egyéb biotikus tényezők.....	21.
2.7.3. Abiotikus tényezők.....	23.
2.7.3.1. Környezeti tényezők.....	23.
2.7.3.2. Agrotechnikai tényezők.....	25.
2.7.3.2.1. Tenyésztőterület.....	25.
2.7.3.2.2. Tápanyagviszonyok	26.
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	37.
3.1. Kísérletek helye, talajtani és meteorológiai paraméterei.....	37.
3.1.1. Talajviszonyok.....	37.
3.1.2. Időjárási viszonyok.....	37.
3.2. Kísérletek anyaga és módszerei.....	41.
3.2.1. A növényanyag	41.

3.2.2. A kísérletben alkalmazott kezelések és azok elrendezése	41.
3.2.2.1. A sortávolság hatásának vizsgálata.....	41.
3.2.2.2. A különböző műtrágyakezelések hatásának vizsgálata	43.
3.2.2.3. Mérések és megfigyelések.....	44.
3.3. A statisztikai értékelés módszerei.....	45.
4. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK.....	46.
4.1. A SORTÁVOLSÁG HATÁSA	46.
4.1.1. Növénymagasság	46.
4.1.2. Tövenkénti ernyőszám	49.
4.1.3. Ezermagtömeg	52.
4.1.4. Tövenkénti termés hozam.....	55.
4.1.5. Egységnyi felületről betakarított termés.....	59.
4.1.6. Illóolaj-tartalom	63.
4.1.7. Illóolaj-összetétel.....	66.
4.1.8. Csírázóképeség	69.
4.2. A TÁPANYAG-KIJUTTATÁS HATÁSA.....	72.
4.1.1. Növénymagasság	72.
4.1.2. Tövenkénti ernyőszám	74.
4.1.3. Ezermagtömeg	76.
4.1.4. Tövenkénti termés hozam.....	78.
4.1.5. Egységnyi felületről betakarított termés.....	80.
4.1.6. Illóolaj-tartalom	82.
4.1.7. Illóolaj-összetétel.....	84.
4.1.8. Csírázóképeség	85.
4.3. KORRELÁCIÓS KAPCSOLATOK.....	87.
4.3.1. A sortávolság korrelációs kapcsolat a megfigyelt növény tulajdonságokkal.....	87.
4.3.2. A műtrágya dózisok korrelációs kapcsolata a megfigyelt növény tulajdonságokkal.....	89.
4.3.3. Az évjárat befolyásoló szerepe az eredményekre.....	93.

4.3.4. A vizsgált növénytulajdonságok korrelációs kapcsolata.....	95.
4.4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA.....	98.
4.4.1. Az értekezés új, illetve újszerű tudományos eredményei.....	98.
4.4.2. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága.....	100.
5. ÖSSZEFOGLALÁS.....	101.
6. ÁBRÁK JEGYZÉKE.....	105.
7. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....	106.
8. MELLÉKLETEK JEGYZÉKE.....	110.
1. melléklet: IRODALOMJEGYZÉK.....	110.
NYILATKOZAT.....	122.
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	123.

1. BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedekben a fejlett országokban is érzékelhetővé vált a természetes, növényi eredetű hatóanyagokkal történő gyógyítás iránti növekvő igény. A növényi drogok felhasználása az Európai Unió országában 1990-től napjainkig megduplázódott.

A hazánkban termesztett gyógy- és fűszernövények között találunk olyanokat, melyek csak családi gazdaságokban kisparcellákon állíthatók elő, igen nagy kézimunkaigényük miatt. Ezzel szemben a jelentős mennyiségű magyar fűszeralapanyag termesztése nagyüzemi felületekre tehető, melynek legnagyobb hányada az Alföldön, Békés megyében található.

Magyarországon az elmúlt években erősen ingadozott a gyógynövénnyel hasznosított felületek nagysága. A 2010-es évben megközelítően 20000 hektáron folyt a termesztés. Az adatszolgáltatás hiányosságai miatt pontos adat nem áll rendelkezésünkre. A nagyüzemi felületeket még mindig a mustár, mák, édeskömény, koriander, konyhakömény uralja.

A hazai konyhakömény termesztés legsikeresebb időszakának a '90-es évek közepe számított. Ekkor az egyéves konyhakömény változat vetésterülete lényegesen meghaladta a kétévesét. A *Carum carvi var. annuum* sikertörténete az ezredfordulóra szinte feledésbe merült. A termesztők nagyot csalódtak a növényben. A köztermesztésű állományok fokozatosan leromlottak. Hiába volt jobban beilleszthető a vetésforgóba az egyéves változat, - mint a kétéves -, sem a termésbiztonsága, sem a minősége nem érte el az elvárt szintet. A világpiacon uralkodó verseny, az alacsony kilónkénti felvásárlási ár tovább rontotta a termesztők esélyeit.

Rendelkeztünk az Európai Unióhoz történő csatlakozás idején saját, hazai nemesítésű egyéves konyhakömény fajtaival ('SZK-1'), mégsem tudtuk a termesztőket rávenni a szaporítóanyag felhasználására. Emiatt az 5000 ha-ról 2006-ra megközelítően 100 ha-ra csökkent az egyéves konyhakömény termőfelülete.

2010-re a dél-alföldi termőterületen ismét növekedett a köménnyel hasznosított terület. Magyarázatot adhat minderre a világpiaci felvásárlási ár: míg 2006-ban túlkínálat jellemezte a piacot 0,9 Eur-s felvásárlási árral, addig 2009-ben 1,6-1,9 Eur, 2010-ben 1,4 Eur volt a kilónkénti felvásárlási ár. 2011 márciusában 400 Ft (megközelítőleg 1,5 Eur) volt az egyéves konyhakömény kilónkénti felvásárlási ára, ami alapján még nincs túlkínálat a piacon (habár a 2010-es csapadékos év hatására, mind az egy-, mind a kétéves konyhakömény táblákról rekord mennyiségű termés került a felvásárlókhoz) (MALYA szóbeli közlése, 2011).

A jövőben a magyar termőfelület szinten tartása, sőt bővítése a gazdaságosság növelésével érhető el. Ennek alapvetően két módja látszik napjainkban: a fajták teljesítőképességének növelése a genetikai alapok javításával, szigorú fajtafenntartással, illetve a termesztéstechnológia intenzívebbé tétele. Utóbbi esetben a hozam növelése mellett a környezetvédelmi, fenntarthatósági szempontok sem elhanyagolhatóak.

A doktori dolgozatomban az egyéves konyhakömény termesztéstechnológiai feltételeinek optimalizálását tűztem ki célul a Dél-Alföldön, csernozjom réti talajon. A nagyüzemi konyhakömény termesztés mai technológiájához igazodva a tenyészterület, illetve a tápanyag-utánpótlás kérdéseit vizsgáltam. Három éven át, kisparcellás kísérletben tanulmányoztam háromféle sortávolság és hatféle tápanyag-kijuttatás (különös tekintettel a nitrogénre és a káliumra) hatását az egyéves konyhakömény fontosabb morfológiai és produkciós jellemzőire (növénymagasság, tövenkénti ernyőszám, ezer kaszat tömeg, tövenkénti termés hozam, egységnyi felületről betakarítható termés hozam, illóolaj-tartalom, d-karvon-tartalom és csírázóképesesség). Az eredmények értékelését kiterjesztettem a két tényező kölcsönhatásának, az évjárat hatásának, továbbá a konyhakömény vizsgált tulajdonságai közötti összefüggések elemzésére is.

Munkámmal a konyhakömény hazai termesztésének hatékonyságát szándékoztam megalapozni, az egyéves változatra vonatkozó hiányos szakirodalmi adatokat bővíteni.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Az egyéves konyhakömény rendszertani, botanikai jellemzői és elterjedése

Az *Araliales* (arália virágúak) renden belül, az *Apiaceae* (ernyősök) családba tartozó konyhakömény (*Carum carvi* L.) a világon igen elterjedten alkalmazott fűszernövény. A faj két változatát ismerjük. A *Carum carvi* var. *biennis*, a kétéves változat, mely a mérsékelt égövön alakult ki. Magyarországon is őshonos e növény legelőkön, kaszálókon. Ez a változat a második évben érleli a termését, emiatt a termesztés során a legtöbb esetben egy évig nem realizálódik gazdasági haszon (BERNÁTH és ZÁMBORINÉ-NÉMETH, 2010).

A második fajon belüli változat a *Carum carvi* var. *annuum*, mely már az első évben termést hoz. Az egyéves változatot az 1970-es évek végétől termesztik Magyarországon. A dolgozatomban további fejezeteiben részletesen főleg az egyéves konyhaköménnyel fogok foglalkozni.

Botanikai szempontból jellemző az egyéves konyhaköményre, hogy *gyökérzete* allorhizás. A főgyökér a mélyebb talajrétegek felé haladva fokozatosan elvékonyodik, az oldalgyökök gyéren elágazva hálózák be a talaj 15-25 cm mély rétegét. A gyökök színe belül fehér, kívül vörösesbarna (HORNOK, 1978).

Levelei világoszöldek, laza elhelyezkedésűek, közülük a tölevélrózsát alkotók 15-20 cm hosszúak, nyelesek, hármasan szárnyasan összetettek, szárlevelei szálalakúak, szórt állásúak és hüvelyben kapcsolódnak a hajtáshoz. Szárát a vetés évében fejleszti ki, mely 80-100 cm magas. Hajtásrendszere bogas elágazódású, melynek csúcsa összetett ernyővirágzatban zár. Virágzata 5-10 sugarú összetett ernyő, a szirmok színe fehér, néha rózsaszínes. Egy növényen 4-6 virágzat fejlődhet a növény életkorától és a környezeti hatásoktól függően. A hímnős virágokra jellemző képlet: $K_5C_5A_5G_{(2)}$, melyben a termőtáj alsóállású. A virágok megjelenése és nyílása centripetálisan történik. A virágzatokban legkésőbb kinyíló virágok funkcionálisan hímivarúak, nem nevelnek termést. A virágok dichogámok (a bibe csak napokkal a pollenszóródás után lesz receptív) és proteandrikusak. A termő nagymennyiségű nektárt bocsájt ki, emiatt a kömény kiváló méhlegelő, LANGENBERGER és DAVIS (2002) megfigyelései szerint akár 70-134 kg nektár is termelődhet 1 hektáron. A pollenek szállítását elsősorban rovarok végzik, de BOUWMEESTER és munkatársai (1995) szerint szélmegporzás is történik. Az önmegporzás csak ritkán fordulhat elő (NÉMETH és SZÉKELY, 2000; NÉMETH et al., 1999).

Termése ikerkaszat, résztermései 5 bordájúak, 5-9 mm hosszúak, 1,2-1,5 mm vastagok, ezermagtömegük 2,5-4,0 g. Az egyéves kömény a vetés évében, júniusban fejleszt virágzarat és júliusban virágzik, augusztus elején érkezik (BERNÁTH, 2000). Kaszattermései 2-3 évig csírázóképesek (SVÁBNÉ, 1993; GALAMBOSI és WENSZKY, 1983).

ZÁMBORINÉ (2005) kísérletei alapján, a vizsgált 48 egyéves konyhakömény populáció növénymagasság és ezermagtömeg tekintetében volt a legeggyöntetűbb; míg a legnagyobb egyedi variabilitás az ernyőszám és az illóolaj-tartalom esetében jelentkezett.

Az egyéves változat a Földközi-tenger mellékén honos, Európába az 1970-es években került be. Legjelentősebb termesztői Egyiptom, Izrael és Magyarország. Fontosabb termelési körzetei a Győr-Moson-Sopron megye és Békés megye. Annak ellenére, hogy melegigényes, az északi régióban is - Németország, Skandinávia - terjed a termesztése (BERNÁTH és ZÁMBORINÉ-NÉMETH, 2010).

2.2. Az egyéves konyhakömény drogjai

A konyhakömény esetében a drogot a termés és a termésből nyerhető illóolaj szolgáltatja. A kömény ikerkaszat termése a *Carvi fructus* a VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben hivatalos. Az illóolaj, *Aetheroleum carvi* szintén szerepel a Ph.Hg. VIII-ban. A konyhakömény drogjai valamennyi jelentősebb külföldi gyógyszerkönyvben jelen vannak, és ESCOP monográfia is készült róla (Ph.Hg. VIII., 2006; ESCOP, 1997).

2.3. Az egyéves konyhakömény termésének jellemzői

Az egyéves konyhakömény termését leginkább a hatóanyag-tartalma minősíti. Az egyéves köménydrog általában 2-3,5% illóolajat tartalmaz - ez fele a kétévesben mért mennyiségnek -, melynek fő alkotórésze a d-karvon, 50-70%-ban, ezen kívül jelentős mennyiségben mutattak ki belőle d-limonént, és kisebb arányban dihidro-karvont, karveolt és dihidro-karveolt. A termések közel 20% fehérjét és 14-22% zsírosolajat is tartalmaznak (BERGMANN és NEUBERT, 1976., PUTIEVSKY, 1978., BERNÁTH, 2000). LARIBI és munkatársai (2009) Tunéziában termesztett egyéves konyhakömény illóolaját vizsgálva 41 illóolaj összetevőt mutattak ki. A karvon és a limonén több mint 90%-át adja az illóolajnak. A korábban már említett komponenseken kívül még említést érdemel a 0,74 %-nyi béta-szelinén, 0,44% alfa-szelinén, melyek mennyisége aszályos körülmények között emelkedett erre a szintre.

A drog illetve felhasznált növényi rész minőségét alapvetően a felhasználási cél szabja meg. A gyógyászati célú felhasználásnál a gyógyszerkönyvi minőség lehet a legszigorúbb mérvadó. A VIII. Magyar Gyógyszerkönyv a *Carvi fructus* esetében minimum 2,5% illóolaj-

tartalmat, továbbá jellemző, erősen fűszeres illatot ír elő. A növény egyéb részeiből 3%-ot, valamint legfeljebb 2% idegen növényi részt és 1,5% homokot tartalmazhat.

A konyhakömény illóolaja színtelen vagy sárga, karvon-tartalma legalább 50% (Ph.Hg.VIII., 2006). A bioszintézis során a d-limonénből alakul ki a karveol, majd abból a d-karvon, ezért a tenyészidőszak végére a d-karvon mennyisége megnő, míg a d-limonén mennyisége csökken az illóolajban (RUSZKOVSKA, 1998).

Az egyéves konyhakömény felhasználásának azonban csak kis hányadát jelenti a gyógyászati célú alkalmazás. Legnagyobb mennyiségben fűszerként az élelmiszeripar különböző ágazatai használnak fel belőle. A Magyar Élelmiszerkönyvben nincs konkrét előírás rá. Fűszerként a megkövetelt tisztaság 96%, hibás termés legfeljebb 2% lehet. Mérgező magvakat egyáltalán nem tartalmazhat (MSZ 20642:1983).

A húsipar jelentős mennyiségben alkalmaz tartósításra, ízesítésre konyhaköményt. Az egyes hazai húskészítmények esetében, mint a *Csemege Debreceni* kolbász, a felhasznált kömény magas illóolaj-tartalma (min 1,5 %) az elvárás (MÉ 1-3/13-1 A. 9.2.2.).

A sütőipar díszítésre és ízesítésre használja a konyhaköményt. A pékáru és a sütemények gyártásakor nem elvárás a magas illóolaj-tartalom, emiatt az egyéves termesztésből származó köménymag főleg itt kerül alkalmazásra. Ezeknél a termékeknél csak mennyiségi előírások szerepelnek a gyártmánylapon.

A konyhaköményt a szeszipar is alkalmazza ízesítésre.

Nem csak a fogyasztásra szánt konyhakömény minőségéről olvashatunk, hanem a termesztés sikerességét szavatoló szaporítóanyag előállítás és forgalmazás is minőségi követelményekhez kötött. A vetőmag előállításra gyommentes, jól beérett állományok a megfelelőek. Az egyéves konyhakömény vetőmagjára vonatkozik a *Zöldség szaporítóanyagok előállításáról és forgalomba hozataláról szóló 50/2004. (IV. 22.) FVM rendelet*, melyet a 18/2006. (II.28.), a 70/2006. (IX.27.) és a 124/2007. (X.20.) FVM rendeletek módosítottak.

2.4. A konyhakömény farmakológiai hatása és alkalmazási területei

A kömény ikerkaszat termése görcsoldó hatású, s a legtöbb gyógyszerkönyvben hivatalos drog. Ikerkaszat termése emésztést elősegítő önmagában (MADISCH et al., 2004) és mentával, valamint sárga tárniccsal együtt is. (UEHLEKE et. al., 2002; HOLTSMANN et. al., 2003; GOERG és SPILKER, 2003). Antiszeptikus és antioxidáns tulajdonsága igazolt. A kömény illóolaj kiválóan bevethető *Escherichia coli* és *Staphylococcus aureus* ellen (SADOWSKA és OBIDOSKA, 1999., BONYADIAN és KARIM, 2002). Természetes szabadgyökfogó képessége

az aszkorbinsavval szemben négyszeres (lipid- peroxidáz és hidroxilgyök 50 %-os gátlása esetén) (SATYANARAYANA, 2004). A kömény vizes kivonata vércukorszint csökkentő hatással rendelkezik (EDDOUKS et al., 2004). A forrázata asztmaellenes hatású (HAGGAT et al., 2003). MELZIG és munkatársai (2003) szerint az *Carvi aetheroleum* nem okoz prolaktin kiválasztást, de az ösztrogénszintet emeli, ami az emlőmirigyekre hatva közvetetten segítheti a tejtermelést. Ezt a megállapítást támasztja alá egy egyiptomi etetési-kísérlet is, melyben a kömény alaptakarmányhoz keverésével a kecskék tejhozamát és gyapjú minőségét sikerült növelni (KHOLIF és EL-SHEWY, 2004). Újdonságnak számít, hogy a kömény illóolaja gátolja a méhizomzat-összehúzódását, ezáltal állítólag megelőzhető vele a spontán abortusz (SADRAEI et. al., 2003).

A kömény illóolajban található d-karvon alkalmazható a burgonya csírázás- és kihajtásgátlására (TOXOPEUS és BOUWMEESTER, 1993; HARTMANS et al, 1998). Az illóolajjal kezelt burgonya a 7 hónapos tárolás során csak 0,5- 1,9%- ot veszített a súlyából, és a tárolási idő hossza 1,2- 1,6-szeresére növekedett. Ezeken túl a kezelt burgonya redukálható cukortartalma alacsonyabb (0,31-0,39%) volt, mint a kezeletlené, és az érzékszervi-minősítésben a kezelt burgonyákból készült chips és sült krumpli magasabb pontszámot ért el, mint a kezeletlen (ZABALIUNIENE et al., 2003).

A forrázat és a tömény illóolaj biológiai növényvédő-szerként is alkalmazható. EL-ZEMITY és munkatársai (2008) bebizonyították, hogy az illóolaj meggátolja az *Agrobacterium tumefaciens* (gyökérgolyva) növekedését. CONTORE és munkatársai (2003) sikeresen alkalmazták a kömény illóolajat *Pseudomonas syringae* ellen. Rovarölő hatása is kiemelkedő. A talajlakó káros szervezeteket (*Heteroderaschachtii*, *Pratylenchus reglectus*, *Meloidogyne chitwoodi*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javonica*) irtja (KOWALSKA, 2004). A *Tetranychus urticae* (közönséges takácsatka) esetében napi 14 alkalommal történő 10-13 mikroliter illóolaj kipermetezése történt meg ml levegőegységre és az atkák több, mint 90%- a elpusztult (CHOI et. al., 2004). *Trialeurodes vaporariorum* (üvegházi molytetű) ellen szintén eredményesen vetették be (CHOI, 2003).

A raktári kártevők ellen, mint például a *Callosobruchus maculatus* (négyfoltos babzsizsik) és a *Sitophilus granarius* (gabona zsizsik), 60-100%- os mortalitás érhető el illóolaj légtérbe juttatásával (PASCUAL - VILLALOBOS, 2003). A mulcsba kevert karvonnak (0,75 ml karvon/ 1 l mulcs) csigaölő hatása van; *Arion lusitanicus* (spanyol csupaszcsiga) pusztulása érhető el (FRANK et. al., 2002).

2.5. Az egyéves konyhakömény termesztésének jelentősége

A kömény (*Carum carvi* L.) termesztésével már a középkorban is foglalkoztak, de nagyüzemi termesztése a múlt században kezdődött.

Magyarországon az elmúlt 15 évben üzemi mértékben 1500-2000 hektáron folyt a konyhakömény két változatának termesztése, ami 300-2000 t drog előállítását jelentette évente.

Sajnos az 1980-as évek végéhez képest az alföldi aromanövény termesztés faji összetétele jelentősen megváltozott, területe lecsökkent. Ez a változás az egy- és kétéves konyhakömény termőfelületében a legszembetűnőbb. Békés megyében 1994-ben a *Carum carvi* var. *annua* L. 5000 hektárról került betakarításra, ezzel szemben 2006-ban 100 hektárt közelítette csupán a vetésterület, ami megközelítően 50 tonna termést jelentett. A termőterület csökkenését a hazai termelés gyenge hozamai és a világpiacon uralkodó nyomott felvásárlási ár (70-90 euro cent/kg), illetve e kettő eredőjeként a nem megfelelő jövedelmezőség idézte elő (MALYA szóbeli közlése, 2006).

Szakmai szempontból a megoldást hazai környezeti viszonyoknak, a fajtáknak és a termesztés-technológiának az összehangolása jelentené. Amennyiben a termés hozam elérné a 2 t/ha-os mennyiséget, ismét jövedelmezővé válhatna a magyar egyéves köménytermesztés (MALYA, 2006 szóbeli közlés).

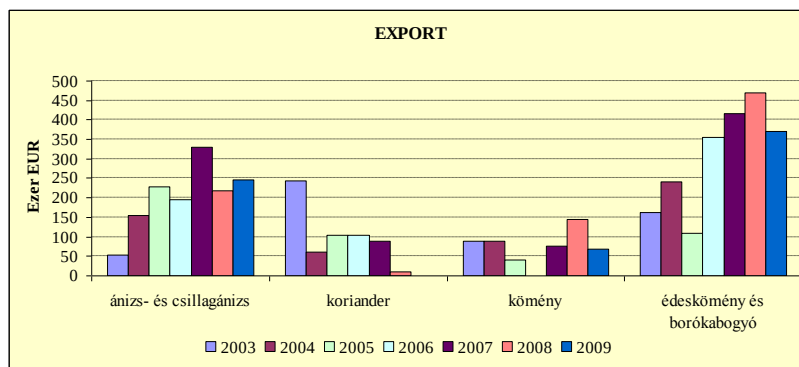
Európa vezető vetőmagtermesztő vállalata, a Syngenta Seeds honlapja szerint 2010. január 4-én Európa jelentős köménytermesztői az alábbi felületekkel rendelkeztek: Lengyelországban 10000 ha, Magyarország 1000 ha, Ausztria 600 ha, Németország 400 ha (SYNGENTA, 2010 - www.syngenta-agro.at/ku/spezial/arznei/arz-kuem.asp).

Finnországban a gyógy- és fűszernövények teljes termőfelületének 98-99%-a kétéves konyhakömény táblákból áll; a többi fajhoz viszonyítva a termesztés teljesen gépesített. 2006-ban 22000 ha-on termesztettek konyhaköményt. Az azóta megtörtént termőfelület csökkenés a gabona jó értékesítési árával van kapcsolatban; 2009-ben 17000 ha-on termesztettek kétéves változatot (ANON, 2010). A köménytermesztés az ország középső és nyugati, partvidéki területeire koncentrálódik, 10-20 ha farmonként a termőfelület, a tisztítás és feldolgozás modern központi telepeken zajlik (www.nordiccaraway.fi). GALAMBOSI (1989) szerint az egyéves konyhaköményt nem lehet termesztetni Finnországban, mert csak a zöld magérés fázisáig jut a növény a fagyok beálltaig. Finn becslések szerint a világ köményfelhasználásának 5-8%-a Finnországból származik. Skandináviában az élelmiszeripari termékek fűszerzésén kívül, leginkább a népszerű *Aquavit* alkoholos ital ízesítésére szolgál.

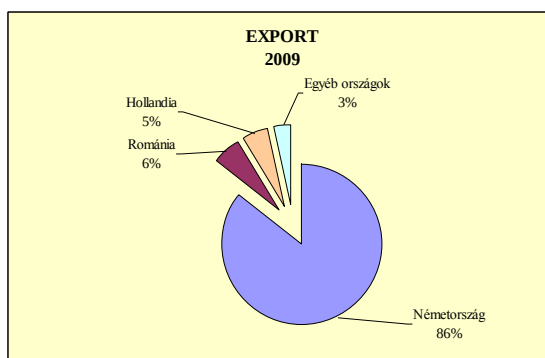
KOZÁK (2010) közlése szerint a konyhakömény a HS0909 vámtarifa csoport szám alatt kerül forgalmazásra. Magyarországon a konyhakömény forgalom jelentősen megváltozott. Míg az 1990-es évekre a nagyarányú export volt a jellemző, addig az Agrárgazdasági Kutató Intézet felmérése szerint 2003 és 2009 között a külföldre kiszállított kömény árbevétele -

melyben az egyéves mennyisége kevesebb, mint 50% - nem érte el a 150 ezer Eur értéket sem (1. ábra). A Magyarországon megtermelt konyhakömény 86%-a Németországba kerül (2. ábra). Ezzel szemben a vizsgált időszak importértéke minden évben meghaladta a 300 ezer Eur-t; sőt, 2009-ben közelítette ennek kétszeres értékét (3. ábra). (Az 1. és 3. ábra estén tapasztalható nagy értékkülönbség valószínűleg magyarázható azzal is, hogy külföldre általában alapanyagot szállítunk, míg Magyarországra főleg a feldolgozott késztermék érkezik vissza.)

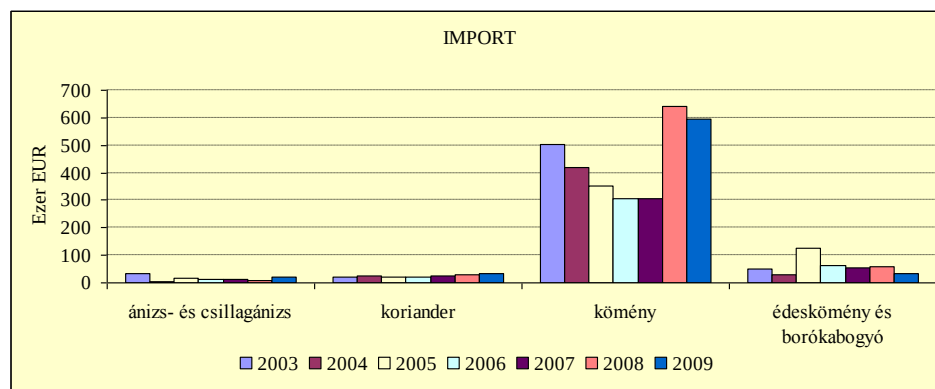
A hazánkba importált konyhakömény 47%-a a szomszédos Ausztriából, 33%-a Hollandiából érkezik (4. ábra).



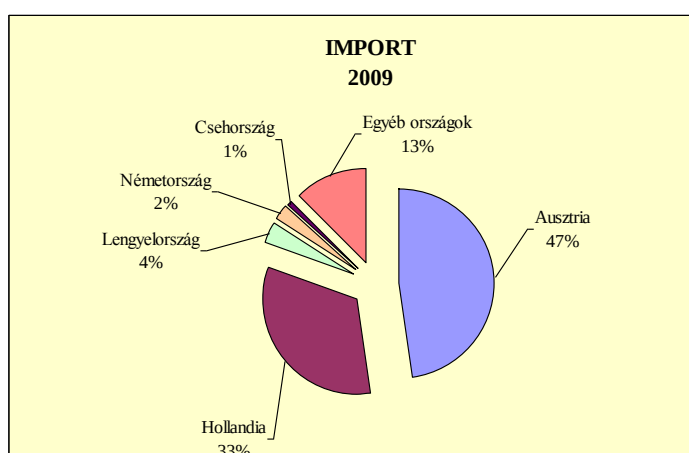
1. ábra. Magyarország fűszer exportja néhány fajon szemlélítve 2003 és 2009 között
(Forrás: KOZÁK, 2010)



2. ábra. Konyhakömény export irányai (Forrás: KOZÁK, 2010)



3. ábra. Magyarország gyógynövény importja néhány fajon szemlélítve 2003 és 2009 között (Forrás: KOZÁK, 2010)



4. ábra. Magyarországra különböző országokból beérkező konyhakömény aránya (Forrás: KOZÁK, 2010)

Régen, s jelenleg is világszerte a kétéves konyhaköményt termesztik nagyobb felületen, melynek illóolaj-tartalma magasabb az egyévesénél. Magyarországon termesztéstechnológiai szempontból mind a mediterrán eredetű egyéves (*Carum carvi* var. *annuum*) mind a közép-európai eredetű kétéves (*Carum carvi* var. *biennis*) köménynek van jelentősége. A konyhakömény drogjai és termékei iránti kereslet a világon - sok más gyógynövényhez képest viszonylag stabil, a fűszerpiacon számottevő. A kömény termesztők hazai válságából kiutat az intenzív termesztés, nagyteljesítményű fajták használata adhatna véleményem szerint.

2.6. Termesztéstechnológia

Az egyéves konyhakömény jó előveteményei azok a kalászos és kapásnövények, amelyek gyommentes és megfelelő táperejű talajt hagynak maguk után. Évelő gyomokkal és arankával fertőzött területek konyhakömény termesztésre nem alkalmasak, de nem jók a *triazin* vegyszermaradékot tartalmazó talajok sem. A konyhakömény jó előveteménye az őszi vetésű növényeknek, mert korán lekerül a területről, s nem gyomosít. Ugyanarra a területre legfeljebb négy év múlva szabad vetni (HORNOK, 1978).

A kömény termesztés során a talaj igen meghatározó a terméshozam és az illóolaj-tartalom szempontjából. A mészlepedékes csernozjom talajon az illóolaj-tartalom, míg humuszos homoktalajon a terméshozam lehet kedvezőbb (SVÁBNÉ, 1978).

A konyhakömény aprómorzsás, nedves vetőágyat igényel. Feltétlenül szükséges tehát az őszi mélyszántás. A kora tavaszi talaj-előkészítést sekélyen művelő eszközökkel, kevés talajmozgatással kell végezni a talaj szárításának elkerülésére. A tárcsa fokozottan szárít, ezért alkalmazását mellőzni kell. Ha mégis szükséges, akkor a tárcsázás után azonnal hengerezni kell (HORNOK, 1978).

A sikeres konyhakömény-termesztés egyik alapfeltétele a vetés helyes idejének meghatározása. Hazánkban optimális vetésideje március, legkésőbb április elején van. Az egyéves köményt általában nagyüzemi körülmények között 24 cm-es sortávolságra vetik, 12-16 kg/ha vetőmagmennyiséggel. A vetésmélység nem haladhatja meg a 2 cm-t, mivel a mélyre kerülő magvak gyengén és egyenlőtlenül kelnek (BERNÁTH, 2000). TÓTH és munkatársai szerint (1996) a tárolt vetőmag szobahőmérsékleten biztonságosan három évig őrzi meg csírázó képességét.

A növényápolás az intenzív termesztés során gyomirtó vegyszerek kijuttatásából, a szükség szerinti kiegészítő gépi sorközművelésből, kórokozók és kártevők elleni védekezésből áll. Az integrált, minimális vegyszerfelhasználást igénylő gyógynövénytermesztés egyre inkább előtérbe kerül Magyarországon is, elsősorban azért, mert a fő (német) export tételekben a felvásárlók nem engedélyezik a növényvédő szer maradványok jelenlétét, illetve szükség esetén német vegyszerek alkalmazását írják elő, ami a hazai törzskönyvezési, engedélyeztetési költségek miatt nem tud elterjedni (MALYA szóbeli közlése, 2011).

A magról kelő egy- és kétszikű gyomok ellen a hagyományos konyhakömény termesztésben a *s-metolaklór* hatóanyagú *Dual Gold 960 EC* 1,4-1,6 l/ha-os dózisa, a *pendimetalin* hatóanyagú *Pendigan 330 EC* 4-5 l/ha-os dózisa és a *Stomp 330 (Super)* 4-5 l/ha-os dózisa engedélyezett Magyarországon (OCSKÓ, 2011). Az integrált termesztés során csak egyszer, preemergensen lehet totális gyomirtószert alkalmazni, leggyakrabban a *Stomp 330 Super* kerül felhasználásra. Ökológiai gazdálkodás során csak mechanikai gyomirtás engedélyezett. 2007 januárjától több szer kivonásra került a kömény kultúrákból. RÖHRICHT és

munkatársai (2001) köményben engedélyezett gyomirtó szerek hatását vizsgálták Németországban, és eredményeik szerint a *Boxer* (4 l/ha) alkalmazása növelte a termés illóolaj-tartalmát és hozamát is. RUUTTUNEN (2009) közlése szerint Finnországban a júliusi vetésű kömény állományban a legjobb gyomirtó hatása ugyan *Afalon-neste* 1 l/ha + *Fenix* 1 l/ha kombinációnak volt. A köményre a legkevésbé fitotoxikusnak és a hozamot tekintve legeredményesebbnek a *Fenix* 2 l/ha-os és a *Boxer* 2 l/ha-os kijuttatása bizonyult.

A konyhakömény fejlődésére a talajlakó kórokozók jelentős hatást gyakorolnak. Már a csírázás időszakában elhalást eredményezhetnek az *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium spp.*, *Pythium spp.* Az említett kórokozók a kaszat felszínén megtapadva a csíranövényt közvetlenül fertőzik (NAGY, 2000). Védekezni vetőmagcsávázással vagy TMTD hatóanyag-tartalmú permetszerekkel lehet.

Amennyiben a fiatal növény megmenekül a talajlakó kórokozók pusztításától, a tenyészidőszakban kialakult hajtásrendszer is veszélybe kerülhet. A talajfelszín feletti gombabetegségek közül a lisztharmat (*Erysiphe heraclei*) száraz, meleg nyarakon támad. 2010-ben engedélyezett kén hatóanyag-tartalmú szer nem volt az országban. A zöld növényi részt megtámadhatja hazánkban hűvös, csapadékos nyarakon vagy túlzott nitrogén dózisok mellett a *Mycocentrospora acerina*; ez igen súlyos károkat idézhet elő a kömény táblákon, mert a teljes növény pusztulását is okozhatja. A megelőző védekezésként TMTD- hatóanyaggal magcsávázás javasolható, nagyobb tenyészterület alkalmazása esetén csökken a fertőzés veszélye. Csapadékos években javasolt a kömény ápolását *réz-oxikloridos* növényvédelmi permetezéssel kiegészíteni (NAGY, 2010). Csehországban súlyos károkat okozott a *Mycocentrospora acerina*, ezen kívül megjelentek a földeken az alternária, a fuzárium és *Epicoccum* fajok is. Szerencsére Magyarországon ezek ellen csak elvétve kell vegyszeres védekezést alkalmazni a kömény kultúrákban. Lengyelországban megjelent a *Septoria carvi* (ODSTRČILOVA et al, 2002; MACHOWICZ-STEFANIAK és ZALEKSKA, 2004); a *Pseudomonas syringae* egész Európában kimutatható a konyhakömény földeken. Németországban, Bulgáriában és Magyarországon a *Phomopsis diachenii* is megtámadja a konyhaköményt, ami ellen vetésváltás és magcsávázás eredményes (NAGY, 2010). OCSKÓ (2011) szerint a fent említett kórokozók ellen Magyarországon *rézoxiklorid* hatóanyag-tartalmú permetszerek használhatók.

A vírusok jelenléte a konyhakömény esetében szerencsére nem olyan mértékű, mint a zöldségnövényeknél. Az ernyősvirágúak családjába tartozó sárgarépat is támadó '*red leaf luteovirus*' azonban megfigyelhető a köményen is (KUSTERER et al., 2002), bár komolyabb károkról nem számoltak be.

A kártevők közül hazánkban csak néhány jelent gondot. A kömény-gubacsatka (*Aceria carvi*), monokultúrás termesztésben sok meddő virág kialakulását segíti elő, akár 50%-os

terméskiesést is okozva. A kártevő ellen engedélyezett atkaölő készítmények kipermetezésével védekezhetünk. A köménymoly (*Depressaria daucella*) ellen megelőző permetezéssel védekezhetünk elsősorban *dimetoát* hatóanyagú szerekkel (OCSKÓ, 2011). Utóbbi permetezés a mezei poloskák és a csíkos pajzsos poloska (*Graphosoma lineatum*) és az *Orthops kalmii* (RÉDEI, 2007) ellen is védelmet nyújthat, amelyek szívogatása nyomán komoly terméskiesés léphet fel (BERNÁTH, 2000). A külföldi köményföldeken jelentős károkat okoz a *Cavariella aegopodii* (zöld sárgarépa levéltetű), *Mysus persicae* (őszibarack levéltetű), is (KUSTERER et al., 2002). Az egyiptomi termőterületeken a *Tropinota squalida* (Tropinota bundásbogár), *Messor spp* (maggyűjtő hangyák), *Labidura riparia* (parti fülbemászó), *Surphusa corolla*, a raktárakban pedig a *Lasioderma serricarne* (dohánymoly) ellen kell védekezni (HUSSEIN, 2002; DIMETRY et al., 2004).

Aratás előtt az esetleg ott maradt mérgező magvú gyomokat (beléndek, maszlag, bürök) az állományból gondos munkával kell eltávolítani. A mérgező magvakkal szennyezett konyhakömény forgalomba nem hozható. A mérgező gyommagvak a konyhakömény közül nem, vagy csak nagy költségráfordítással tisztíthatók ki (BERNÁTH, 2000).

Az egyéves konyhaköményben egymenetes betakarítás honosodott meg, ami teljes éréskor végzendő feladat. A pergési veszteség mértékének csökkentésére Magyarországon a korahajnali órákban, augusztusban javasolják az aratás elvégzését (HORNOK, 1978).

A kombájnnal kicsépeelt kömény termését minden esetben szárítani, majd tisztítani kell. Fűszer célú felhasználás esetén magas fordulatszámmal szükséges a termést „szórteleníteni”, de ez az illóolaj-tartalom csökkenését is okozhatja.

Az egyéves kömény hazai viszonyok között 0,8-1,2 t/ha magtermést ad (HORNOK, 1978). BAILER és munkatársai (2001-ben) 1,25 t/ha-os, TRAUTWEIN (2007) vizsgálataiban az SZK-1 fajta 0,524 - 1,06 t/ha terméshozamot ért el. Húszéves nemesítői munka eredményeként PANK és munkatársai (2008) az egyéves konyhakömény terméshozamát 1,15- 1,75 t/ha-ra növelték, és az ezermagtömeg 2,67-3,65 g között változott. BIERTÜMPFEL (2008) az egy- és kétéves konyhakömény együtt vetését illetve kevert vetését alkalmazta, ahol az egyéves fajta ('*Sprinter*') hozama 1,6- 2,5 t /ha volt.

2.7. A minőséget és a produkciót befolyásoló tényezők

2.7.1. A genetikai alapok, nemesítés

Az állandó drogminőséget csak nemesített fajták termesztésével lehet biztosítani a konyhakömény esetében is. A kömény fajta-előállítás világszerte több évtizedes múltra tekint vissza. A fajták nemesítésénél az 5 ml/100g drog illóolaj-tartalom, és a 60%-os karvon-tartalom elérésére törekedtek (TOXOPEUS et al., 1995). A nemesítők célként jelölték meg továbbá a különböző betegségekkel (baktériumos ernyőelhalás, kömény antraknózis, lisztharmat) szembeni tolerancia, esetlegesen a rezisztencia elérését. A termés hozamot jelentősen csökkentheti a betakarításkori elhullás, ezért kutatások zajlanak nem pergő magvú fajták kialakítására is (ZÁMBORINÉ-NÉMETH, 2005., PANK et al, 2007). Az egyéves konyhakömény fajták németországi nemesítése során a szaporítóanyag előállításnál jelentős határkönek bizonyult PANK és SCHWARZ (2005) eredménye, miszerint egy teljes év megspórolható a nemesítési munka folyamán, ha az augusztusban betakarított magokat a téli félévben, üvegházban elvetik, mert tél végére beérlelik a termést, és tavasszal már az új fajta magjai vethetők nagyobb felületen. Fontos szempont az egyéves konyhaköménynél a magasabb csírázóképeség biztosítása, mert különösen a magnyugalom időszakában alacsony a magok csírázása (30-40%) (BERNÁTH és ZÁMBORINÉ-NÉMETH, 2010). A felvásárlók érdeke, hogy minél kevesebb szermaradványt halmozzon fel a növény, emiatt nemesítési munkálatok folynak peszticid-rezisztens fajták előállítására is.

A nemesítés eredményeként számos új kömény fajta született, amelyet az adott régió klimatikus vagy talajtani adottságaihoz alakítottak ki.

A továbbiakban csak a világon nemesített legfontosabb egyéves konyhakömény fajtákat sorolom fel, majd bemutatom a dolgozatomban a kísérleti növényanyagot képező magyar egyéves konyhakömény fajtát, az 'SZK-I'-et.

Ma az egyéves köménytáblákon az alábbi fajtákkal lehet találkozni:

A mediterrán területeken 'Bi-An', 'CN-I' izraeli fajták és a 'Balady' egyiptomi fajta termesztése zajlik. 'Karzo' holland fajtával számos kísérletet végeztek; DEHE (2001) erről a fajtáról megállapította, hogy 3,1 ml/100 g illóolajat tartalmaz és a hozama 2,463 t/ha. Ismert még a 'Sprinter' német fajta, mely esetében 3,5 ml/ 100 g illóolajat lehetett kivonni a termésből, hozama 2,715 t/ha (DEHE, 2001). PANK és munkatársai (2008) beszámolnak új nemesítésű 'Selca' fajtájukról, ami 7,42%, illóolajat produkált. Az illóolaj fő alkotórésze a d-karvon (50-70%). Az amerikai Kontinensen (USA) nemesítették a 'Moran' fajtát, és a 'Richters' Kanadában előállított fajtát is ismerik (BERNÁTH és ZÁMBORINÉ-NÉMETH, 2010).

Az 'SZK-I' „1987-ben magyar állami elismerést kapott. A Kertészeti Egyetem Gyógynövények Tanszékének és a Szilasmenti MgTsz-nek a fajtája volt. A leírás szerint a növény 70-110 cm magas, szárszilárdsága jó, megdőlésre nem hajlamos. Szárlevelei háromszorosan szárnyasan összetettek, színe világos sárgászöld. Virágzata öt-tízugarú összetett ernyő, átmérője 8-10 cm. A pártalevelek fehérek, kissé rózsaszínű árnyalatúak. Termése ötbordájú, világosbarna ikerkaszat, a résztermések 5-7 mm hosszúak, 1,0-1,25 mm vastagok, végükön a termés kocsi megmarad. Ezermagtömege 2,5-3 g. A fajta előnyös tulajdonságaiként említhető, hogy illóolaj-tartalma 2-2,8%, teljes érettségben sem pereg, és a kórokozónak ellenáll” (FÜSTÖS et al., 2002). A fajta sajnos a nem kifizetődő fajtafenntartási költségek miatt lekerült a Nemzeti Fajtajegyzékről.

ZÁMBORINÉ-NÉMETH (2005) által publikált, az SZK-1 fajtával végzett 6 éves kísérlet eredményei alapján a fajta magassága a 37 és 68 cm között változhat (eltérés max/min: 1,83), a tövenkénti ernyőszám szélső értékei 16 és 17 (eltérés max/min: 1,54). Az ezermagtömeg minimum értéke 2,3 g, míg maximum értéke 3,5 g volt (eltérés max/min: 1,52), a tövenkénti hozam 2,8 g és 8,0 g között változott (eltérés max/min: 2,85). A legalacsonyabb illóolaj-tartalom érték a 1,7%, míg a legmagasabb 3,9% volt (eltérés max/min: 2,29), d-karvon szempontjából 52% és 66% között kapott eredményeket (eltérés max/min: 1,26).

2.7.2. Egyéb biotikus tényezők

A kórokozók és a kártevők jelenléte általában csökkenti az ikerkaszat mennyiségét már a szántóföldön (HORNOK, 1978), de a raktározás során is problémákat okozhatnak (HUSSEIN, 2002; DIMETRY et al., 2004). Az állati kártevők ürülékükkel szennyezhetik a drogtételt, mely ezután belső felhasználásra alkalmatlan lesz, és újabb tisztítási, vagy megsemmisítési költséggel terhelt a termelőt, forgalmazót.

A magvak csírázását egyéb, a természetben előforduló tényezők is jelentősen befolyásolhatják. Ilyenek pl. a mikroorganizmusok, melyek közül kiemelésre érdemesek a *Fusarium* fajok, amelyek megtámadva a magot leállítják annak csírázását, esetleg el is pusztítják. Az élő tényezők között említhető még a mag biológiai állapota is. HOLDEN és WILLIAMS (1984) szerint a magnyugalom oka lehet a mag belső nyugalma, a kényszernyugalom, vagy az indukált nyugalom. SZABÓ (1980) szerint a magnyugalom az alábbi tényezőktől függhet: az embrió éretlensége, az embrió fejletlensége, a maghéj mechanikai gátló hatása, a maghéj impermeabilitása, endogén gátló anyagok túlsúlya, illetve az összetett nyugalom.

GALAMBOSI és PEURA (1996) szerint az inhibítor az abszcizinsav, ami mosással vagy rétegzéssel távolítható el. *Carum carvi* esetében a vad állományok magjai 14-18 %-ban csíráznak az első évben, míg a termesztett tételek 59-62%-ban, ami jelzi azt is, hogy e tulajdonság szelekcióval javítható. TÓTH és munkatársai szerint (1996) a kömény három évig őrzi meg csírázóképeségét és a betakarítást követő 3. hónapban legnagyobb a csírázási %-a. A 36 hónapig végzett különböző hőmérsékleten történő tárolásnak statisztikailag igazolható hatását nem észlelte. A -196 °C-on történő magfagyasztás sem befolyásolta a csírázási %-ot.

A magok csírázására hatást gyakorol a vetőmag kora, a tárolási körülmény és a magvak felszínén megtapadó kórokozók, kártevők. VÉGSŐ (2004) azt tapasztalta, hogy a 4 °C-on tárolt magtétételek közül a 7 éve tárolt magvak 74%-ban, a tárolási idő növekedésével a csírázási % fokozatosan csökkent, így a 11 éve tárolt magvak csak 21-53%-ban csíráztak ki.

HORNOK és CSÁKI (1982) szerint a túl sűrű és a túl ritka állományból származó magoknak alacsonyabb a csírázási %-a, mint a közepes állománysűrűségből származóknak.

ZÁMBORINÉ-NÉMETH (2005) bizonyította egy 1994 és 2003 között zajló 6 éves kísérletben, hogy az egyéves konyhakömény populációk magassága és ernyőszáma között gyenge korrelációs kapcsolat van ($r=0,22-0,37$), a magasság és az ezermagtömeg között közepes kapcsolatot ($r=0,36-0,42$), míg az ernyőszám és az ezermagtömeg között erős kapcsolatot ($r=0,66-0,80$) írt le. Ez alapján a magasság és az ernyőszám alkalmas lehet ezermagtömeg becslésre.

2.7.3. Abiotikus tényezők

2.7.3.1. A környezeti tényezők hatása

ZÁMBORINÉ-NÉMETH (2005) közlése szerint a környezeti tényezők kevésbé befolyásolják az egyéves konyhakömény ezermagtömegét, azonban a környezeti tényezők hatására nagy variabilitást mutat az ernyőszám, növénymagasság és illóolaj-tartalom tekintetében.

Talaj

A kömény termesztés során a talaj igen meghatározó a terméshozam és az illóolaj-tartalom szempontjából. SVÁBNÉ (1978) mészlepedékes csernozjom talajon 3,5%-os maximum illóolaj-tartalmat kapott. Sikeres termesztésének alapja a tápanyagban gazdag, mélyrétegű, meszes, nyirkos (nem víznyomásos), középköttöt vályogtalaj. Homokos talajon a karvontartalom 50%-kal csökken a vályog talajhoz képest (SVÁBNÉ, 1993).

A talaj nehézfém szennyezése kihat a maghozamra és a termés minőségére. Kísérletek bizonyítják, hogy a konyhakömény közepesen akkumulálja a nehézfémeket (ANGELOVA et al., 2003), ezért fitoremediációra alkalmas növényfaj. Toleranciát mutatott 6 mg Cd és 100 mg Pb/literes talajszennyezés esetén (JELIAZKOVA et al., 2003).

Víz

NAGY és HUZSOVAI (1995) és CSAJBÓK (1998) azt állítják, hogy a téli félév klimatikus vízmérlege a tenyészidőszak csapadékával együtt kedvezően befolyásolja a terméshozamot, ha megfelelő a vízmérleg.

HELYES (2006) közli, hogy tenyészidőszak során az elmúlt 100 évben 32 év száraz, míg 28 év kifejezetten aszályos volt. Hazánkban a 4,5 millió hektáros szántóterületből 2004-ben 150 ezer hektáron voltak adottak a feltételek az öntözésre, mégis csak megközelítően 90 ezer hektáron alkalmaztak öntözést. Békés megyében 2004-ben 23897 hektáron volt kiépített öntöző rendszer, melynek majdnem a teljes területét öntözték is (21535 hektárt). A jövőben a biztonságos szántóföldi termesztés érdekében növelni szükséges az öntözött területek nagyságát.

RUMINSKA és ORINSKA (1970) lengyelországi egyéves konyhakömény termesztése során megállapította, hogy a növény vízigénye 600-650 mm. A tenyészidőszak során minimum 50%-os VK biztosítása szükséges. 85%-os VK mellett gyors csírázást, 65%-os VK mellett maximális illóolaj-tartalmat értek el.

KEREKES (1969) vízigényes növénynek tartja a köményt. Szerinte 450-650 mm vizet igényel a tenyészidőszakban. Gyakorlati tapasztalatok alapján elmondható, hogy a 2009-es aszályos évben, mikor az április- augusztusi időszak összes csapadékmennyisége 60 mm volt, 0,4 t/ ha-os hozamot még el lehetett érni a Békés megyében található Örménykút határában. Ugyanebben a termesztő körzetben 2010-ben, amikor a tenyészidőszak alatt 355 mm csapadék hullott, 2 tonnát közelítő hektáronkénti hozamról számoltak be a termesztők (VALKOVSKI, 2010).

ABDELGAWAD (2006) észak- afrikai kísérletei nyomán közölte, hogy az egyéves kömény vízigénye 11500 és 12500 m³/ha.

LARIBI és munkatársai (2009) által Tunéziában végzett öntözési kísérletben bebizonyosodott, hogy a 100%-os, 50%-os és 25%-os vízkijuttatási változatok mellett a csökkenő vízádag a tövenkénti ernyők számát 11,67 –ről 8,86 db-ra, az ezermagtömeget 3,05 g-ról 2,36 g-ra, míg a tövenkénti hozamot 1,33 g-ról 0,70 g-ra csökkentette. A legtöbb illóolajat (0,66%) az 50%-os öntözővíz kijuttatással érték el. A csökkenő vízmennyiség az illóolaj limonén- tartalmát növelte (7,53%-ról 19,26%-ra), míg a karvon-tartalmát csökkentette (83,79%-ról 72,61%-ra).

Fény

A megvilágítás időtartamával foglalkozó kísérletekben PUTIEVSKY (1983) bemutatta, hogy rövidnappalos körülmények között magasabb a maghozam. Hosszúnappalon viszont csökken az illóolaj limonén-koncentrációja. CASAL és SMID (1989 a, b.) azt tapasztalta, hogy alacsony hőmérsékleten történő hosszúnappalos kezelésre a növények magas illóolaj-tartalommal reagáltak. KESKITALO (2001) bebizonyította, hogy a hosszúnappalos körülmények növelik az illóolaj-tartalmat.

Az alacsony fényintenzitás késlelteti a virágok megjelenését és csökkenti a terméshozamot (BOUWMEESTER és SMITH, 1993). BOUWMEESTER és munkatársai (1995) azt tapasztalták, hogy gyenge megvilágítás hatására csökken a kömény termésében az illóolaj felhalmozódás, és a karvon aránya. Az illóolaj mennyisége genetikailag rögzített, de a klíma nagymértékben befolyásolja. Az illóolaj komponensek felhalmozódási szintje szintén függ a megvilágítástól és a tenyészidőszak hőmérsékletétől (ZÁMBORINÉ-NÉMETH, 2002).

Szél

Korábban csak feltételezték, hogy az időjárásnak és a szélnek köze lehet a magok illóolaj-tartalmához, de erre nincs megbízható adat. TOXOPHEUS és BOUWMEESTER (1993)

egy ötéves kísérletben próbált kapcsolatot találni, és arra jutott, hogy ahol erősebb volt a szél, ott csökkent az illóolaj-tartalom.

Az évjárat hatása

A SZK-1 konyhakömény fajta esetében bizonyított az évjárat hatása az illóolaj-tartalomra, a tövenkénti hozamra és a növénymagasságra (ZÁMBORINÉ-NÉNETH, 2005).

2.7.3.2. Agrotechnikai tényezők

2.7.3.2.1. A tenyésztőterület

A konyhakömény a nagyüzemi, gabonatermesztés technológiájával termesztendő. NÉMETH és munkatársai (1999) publikációjában beszámoltak arról, hogy a legmagasabb illóolaj-tartalmi értékeket a 24 cm-es sortávolságú parcellákról nyerték. SVÁBNÉ (1978) és ROSENGARTEN (1969) adatai alapján az egyéves konyhakömény termesztése során a 20 és 50 cm közötti sortávolságot alkalmazzák. HORNOK és CSÁKI (1982) kísérletei szerint 15-40 cm-es sortávolságnál a terméshozam 105-120 tő/m² egyedsűrűségig nőtt (1,9-2,1 t/ha).

BOUWMEESTER és LOMAN (nem publikált tanulmány) szerint az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmára negatív lineáris hatást gyakorol a növénytűsűrűség (20, 80, 140 tő / m²). HORNOK (1978) a 24-30 cm közötti sortávolságok alkalmazásával érte el a legtöbb terméshozamot egységnyi felületen. Német kutatók egy- és két éves kömény termesztése során vizsgálták a sortávolság és a tenyésztőterület hatását a hozamra és azt tapasztalták, hogy a legtöbb hektáronkénti hozam (2,16 t) a 25 cm x 5 cm (80 tő/m²) tenyésztőterületről került betakarításra. Az illóolaj-tartalom maximumát (3,4%) a 37 cm x 5 cm-es tenyésztőterületről nyerték (STOCKER, 2010). DEHE (2001) szerint viszont a konyhaköményt 30 cm-es távolságra vetik Németországban.

2.7.3.2.2. Tápanyagviszonyok

A konyhakömény számára legfontosabb makroelemek szerepe, a talaj tápelemtartalma és- tápelem szolgáltató képessége

GYÖRFFY (1976) és SARKADI (1975) szerint a termésnövekedés általában az agrotechnikai színvonal javításának, a genetikai alapok fejlesztésének és a tápanyag-utánpótlás mennyiségi növelésének köszönhető. BOCZ és NAGY (1981) szerint főleg a növekvő tápanyagdózis felelős a termésátlagok javulásáért. KÁDÁR (1992) már a növények által kivont tápelemek pótlását és a talaj termékenységének megújítását hangsúlyozza. Amennyiben nem a mérlegelvű tápanyag-gazdálkodást folytatjuk a jövőben, akkor a fenntartható mezőgazdaság veszélybe kerülhet.

Nitrogén

A nitrogént a növények főleg nitrát (NO_3^-) és ammónium (NH_4^+) ionok formájában veszik fel a talajból (FÜLEKY, 1999). A nitrácion felvétele pH emelkedést, míg az ammóniumion felvétele pH csökkenést idéz elő a növényben. Kis mennyiségben karbamidot és aminosavakat is fel tudnak venni.

A nitrogén okozza a legerősebb hajtás- és termésnövekedést. Hiánya növekedés gátló hatású. Ez az elem építi fel az aminosavakat, fehérjéket és az azotoidokat. Az életműködést szabályozó enzimek fontos alkotórésze, emiatt elengedhetetlen az anyagcserében. Az idős levelekből a fiatal hajtáscsúcsba áramolhat, emiatt nem megfelelő ellátás mellett az idős levelek élettani elhalása gyorsabb. A nitrogén túltrágyázás is kedvezőtlenül hat a virágot, termést nevelő növényekre: virágelrűgás, kötődési, sejtnövekedési zavarok, és fokozott gombabetegség jelentkezhethet (KOCSIS és PÁSZTOR, 2007). A nitrogén felesleg terméscsökkenést és minőség romlást is előidézhethet (FÜLEKY, 1999).

A talaj N-készlete a termékenységgel egyenes arányban áll. A művelt talajrétegben az összes N több mint 95%-a szerves kötésben van jelen és ez a humusztartalommal arányos. A növények viszont csak a szervesetlen, ásványi nitrogént tudják hasznosítani (**1. táblázat**).

1. táblázat. Nitrogénformák a talajban (KOCSIS és PÁSZTOR, 2007)

N- formák	Összes-N	Potenciálisan mineralizálható N	Közvetlenül felvehető NO ₃ -N
Egymáshoz viszonyított aránya a talajban	1000	100	10
meghatározás módszere	humusz vizsgálat (Hu%)	potenciálisan mineralizálható (N pot)	ásványi N (N min)
feltáródásuk mértékének számbavétele	szorzófaktor	nedvesség és hőmérséklet mérése a talajban	4°C alatti talajhőmérséklet melletti mérés

A talajok éves nitrogén szolgáltatását tökéletes pontossággal nem lehet meghatározni, de különböző, az alábbiakban felsorolt módszerekkel megközelítő pontossággal lehet azt becsülni.

1. A szántott réteg humusztartalmából meghatározható nitrogénszolgáltatás
2. A mineralizálódni képes N (N_{pot}) mennyiségéből becsülhető N szolgáltatás
3. Könnyen oldható szerves-N vegyületek mérésén alapuló nitrogénszolgáltatás
4. Szervetlen N-formák ($N_{min.}$) meghatározása alapján becsült N szolgáltatás (2.

táblázat)

2. táblázat. A talaj N-ellátottsága a 0-60 cm-es talajréteg N_{min} készlete alapján (KÁDÁR, 1992)

Ellátottsági szint	Gyenge	Közepes	Jó
N min készlet	<100	101-150	151<

A növény igényét meghaladó N-trágyázás N-felhalmozódást okoz. CSATÓ és RADIMSZKY (2007) véleménye szerint egy adott évben 170-200 kg/ha műtrágya egyenértékű összes (szerves- + műtrágya formában adott) nitrogén mennyiségénél nagyobb dózis kijuttatása agronómiai oldalról sem indokolt, környezetvédelmi oldalról pedig akár jogszabályban indokolt lenne a tiltása. IZSÁKI és IVÁNYI (2005) is szükségesnek tartja a N-terhelés csökkentését. Csernozjom réti talaj esetében a kijuttatott nitrogén műtrágya 40-80%-át veszi fel a növényzet a tenyészidőszakban, a maradék a talajban marad és a későbbiekben vagy hasznosítják a növények, vagy kimosódik. IZSÁKI (2010) 18 éves kutatási eredményei nyomán figyelembe

veendő, hogy a Szarvas környéki csernozjom réti talajoknál 1% humusz közel 40 kg nitrogént szolgáltat évente.

Foszfor

A foszfor széleskörű, sokféle szerepet tölt be az élőszervezetekben. A fotoszintézisben, a légzésben, az energiaközvetítő és -átalakító anyagcsere-folyamatokban a foszfor mindenütt megtalálható. Foszfor hiány esetén igen gyakori az antociános, lilás elszíneződés a növényen (FÜLEKY, 1999).

A hazai trágyázási szaktanácsadás a talajok P-ellátottságának megítéléséhez a **3-4. táblázatban** az alábbi határértékeket alkalmazza termőhelyi kategóriánként és a talaj kémhatását figyelembe véve (KÁDÁR, 1992; FILEP, 1999).

3. táblázat. A talaj Ammónium –laktáttal kivont foszfor-tartalma alapján a foszfor- ellátottsági kategóriák (KÁDÁR, 1992)

Termőhely talajának kémhatása	A talaj P- ellátottsága (mg/ kg AL-P ₂ O ₅)			
	Gyenge	Közepes	Kielégítő	Magas
Savanyú	<50	50 - 80	81 - 120	121 - 150
Semleges	<80	81 - 120	121 - 150	151- 200
Karbonátos	<120	121 - 150	151 - 200	201 - 250

CSATHÓ és RADIMSZKY (2007) szerint a foszfor-ellátottsági kategóriák kialakításakor kizárólag a növények P- trágyareakcióit szabad figyelembe venni. Savanyú talajokon 100 mg/ kg AL-P₂O₅, meszes talajon 150 mg/ kg AL - P₂O₅ a jó ellátottság alsó határa. Az igen jó ellátottság alsó határának tekinthető a savanyú talajon 150 mg/ kg AL - P₂O₅, a meszes talajon 225 mg/ kg AL-P₂O₅ - tartalom. Véleményük szerint Magyarországon és az Európai Unió területén is meg kellene tiltani a foszfor kijuttatást, amennyiben savanyú kémhatású talajon a foszfor-tartalom meghaladja a 225 mg/ kg, valamint meszes talajon a 338 mg/ kg AL - P₂O₅ - tartalmat.

A HOPPE (2010) szerkesztésében megjelent legújabb német gyógynövényes könyv tartalmaz útmutató foszfor ellátottsági szinteket, de nem közli a talaj kémhatását (**4. táblázat**).

4. táblázat. Foszfor-ellátottsági szintek (HOPPE, 2010)

Talajtípus	A talaj P-ellátottsága (mg/ kg talaj)					
	Igen gyenge	Gyenge	Közepes	Megfelelő	Jó	Sok
P	≤ 20	21 - 44	45 - 90		91 - 150	>151
P ₂ O ₅	≤ 50	60 - 90	100 - 200		210 - 340	>350

Kálium

A növény anyagcsere folyamataiban a kálium több feladatot tölt be: aktiválja az enzimeket és stabilizációjukban is fontos; részt vesz a fehérje- és szénhidrátszintézisben. Jó kálium-ellátottság fokozza a fotoszintetikus aktivitást, a fagytűrő képességet, javítja a növény vízháztartását. A K nem épül be a növények szerves vegyületeibe: lazán kötődik a plazmafehérjékhez, valamint szabad ionokként van jelen a sejtben, így végez szabályozást. A növények kálium-tartalma rendszerint igen magas. A talaj erősen savanyú kémhatása akadályozza a kálium felvételét. Káliumhiányos közegben nevelt növényekben többek között a kisebb molekulájú szénhidrátok és az oldható N-vegyületek felhalmozódását tapasztalták. BERGMANN (1993) szerint a kálium hiány nem okoz azonnal látható tüneteket a növényen, azonban sokszor jelentős termésesökkenés jelentkezik. Az idős leveleken nekروزis, klorózis utalhat a hiányra. A növények K-táplálkozását a N-ellátás kedvezően befolyásolja.

A trágyázási szaktanácsadásban a folyamatos kutatások rávilágítottak arra, hogy a talaj kálium ellátottságának szintjeit, a foszforhoz hasonlóan felül kell bíráltni, mert a 40 évvel ezelőtti értékek ma már nem értelmezhetők pontosan. Ehelyett 35 év kísérleti eredményei alapján CSATHÓ és munkatársai (1998) az **5. táblázatban** közölt iránymutató értékeket állították össze.

CSATHÓ (2005) szerint a jó kálium-ellátottság alsó határa a különböző talajtípusoknál a következő: homokos vályogtalajnál 170 mg/kg AL-K₂O, agyagos vályog talajnál 190 mg/kg AL-K₂O, vályog talajnál 180 mg/kg AL-K₂O. A szerző megállapította továbbá, hogy sokkal nehezebb egy agyagos vályogtalaj felvehető kálium-tartalmát növelni, mint egy homokos vályogét.

5. táblázat. A talaj K- ellátottsága a magyarországi K-trágyázási szántóföldi kísérletek (1960-1995) adatai alapján (CSATHÓ et al., 1998).

Igen K-igényes növényfajok esetében						
Talajtípus	A talaj K-ellátottsága (mg/ kg AL-K ₂ O)					
	Igen gyenge	Gyenge	Közepes	Jó	Igen jó	Sok
Homok	< 60	61 - 90	91 - 120	121 - 150	151 - 180	180 <
Homokos vályog	< 100	101 - 140	141 - 170	171 - 200	201 - 230	230 <
Vályog	< 120	121 - 150	151 - 180	181 - 210	211 - 240	240 <
Agyagos vályog	< 130	131 - 160	161 - 190	191 - 220	221 - 250	250 <
Agyag	< 140	141 - 170	171 - 200	201 - 230	2231- 260	260

Jelenleg a hazai trágyázási szaktanácsadás gyakorlata elterjedten alkalmazza a növényfajokra kidolgozott, a talaj tápelem-tartalmától függő szorzófaktorokat a trágyaigény meghatározásához. Javasolják, hogy jó tápanyag-ellátottsági szintre jellemző értéknél nagyobb érték esetén ne történjen foszfor és kálium kijuttatás. A modern trágyázási szaktanácsadásban szinte nélkülözhetetlen a trágyadózis számításnál a talaj tápanyagszolgáltató-képességétől függő, növényfajra vagy fajtára kidolgozott szorzófaktor (sz). Az **6. táblázat** a kukorica esetében mutatja be a szorzófaktorokat, melyeket a mindhárom makroelemre kidolgoztak. Sajnos a gyógynövényfajokra e számok nem ismeretesek, kidolgozásukra a jövőben nagy szükség lenne.

6. táblázat. A trágyaigény meghatározásához kidolgozott szorzófaktorok (sz érték) a kukorica esetében a talaj K-ellátottságától függően (CSATHÓ et al., 1998)

Termés	Talaj K-ellátottsága					
	Igen gyenge	Gyenge	Közepes	Jó	Igen jó	Sok
Gazdasági hasznos hozó terméshez	1,3	1,2	1,1	0	0	0
Maximális terméshez	1,8	1,6	1,4	1	0,5	0

A HOPPE (2010) a **7. táblázatban** jelzettek szerint minden talajtípus esetében alacsonyabb értékeket határoz meg, mint CSATHÓ (1998), tehát feltételezhető, hogy a németországi körülmények között kevesebb K-műtrágya kijuttatását tartja indokoltnak.

7. táblázat. A talaj oldható K-tartalma az optimális K-ellátottsági szinten (magyar gyakorlat szerint „jó = megfelelő” szinten) (HOPPE, 2010)

Talajtípus	(mg/ kg)	
	K	K ₂ O
Lazszerkezetű talajok (0-5% agyag-tartalom) - Homok	50 -80	60 - 100
Homokos vályog (6-12% agyag-tartalom)	80 - 120	100 - 150
Közepes talajok- Vályog (13-25% agyag-tartalom)	80 - 170	100 - 200
Agyagos vályog és agyag (>25% agyag-tartalom)	110 - 220	130 - 260
Láptalaj	70 - 120	80- 150

Amint TERBE és munkatársai (2001 és 2002) is rámutattak az elégtelen kálium ellátás nem csak hozamcsökkenést eredményez a káliumigényes zöldségeknél, hanem komoly problémákat okozhat a termés minőségében is. Ez is indokolta, hogy a talaj jó K-ellátottsága mellett megfigyeltem a konyhakömény trágyareakcióját. SLEZÁK és munkatársai (2011) a sárgarépa esetében azt is bebizonyították, hogy a csírázásra nem fejtett ki gátló hatást a kálium-klorid formában kijuttatott tápanyag.

A trágyázás hatása az egyéves konyhaköményre

A múlt század első felében az a hipotézis terjedt el, hogy a trágyázás a kömény terméshozamát növeli, viszont az illóolaj-tartalmat csökkenti (DAFERT és SHOLZ 1928; POTLOG 1938). Később BOSHART (1942) rámutatott arra, hogy a kömény illóolaj-tartalma a trágyázás hatására az egyik évben nőtt, míg a másik évben erősen csökkent; ezzel bizonyossá vált, hogy jelentős a tápanyagellátás – évjárat kölcsönhatása.

Mai szakirodalmak szerint a konyhakömény kifejezetten N-igényes növény (DACHLER, 1990., WANDER és BOUWMEESTER, 1997). Nem szükséges a közvetlen szervesztrágyázás, jól hasznosítja második vagy harmadik éves utóhatását is. Hazai és külföldi adatok szerint komplex műtrágyázással a terméshozam 2-3-szorosára növelhető. SCHRÖDER (1972) vizsgálatai szerint 0,5 t /ha termés és 1,7 t/ha vegetatív tömeg 36 kg nitrogént, 16 kg foszfort és 40 kg káliumot von ki a talajból. Hazai tapasztalatok szerint őszi mélyszántáskor a talaj tápanyagtartalmától függően 50-70 kg/ha foszfor és 50-80 kg/ha kálium hatóanyag kijuttatása indokolt. A nitrogént a kora tavaszi talaj-előkészítési műveletekkel, általában 50-60 kg/ha mennyiségben célszerű a talaj felső rétegébe dolgozni (BERNÁTH, 2000; NÉMETH et al., 1999). Németországban DEHE (2001) 2 x 50 kg/ ha N, 121 kg/ha P, 200 kg/ ha K, 100 kg/ha Ca és 55 kg/ha Mg hatóanyag kijuttatásával 3,1-3,5 ml/100 g illóolaj-tartalmat ért el. A Syngenta Seeds (2010) ajánlása szerint az egyéves konyhakömény alaptrágyájaként 70 kg nitrogén hatóanyagot, 50 kg foszfor

hatóanyagot, és 90 kg kálium hatóanyagot kell kijuttatni hektáronként (www.syngenta-agro.at/ku/spezial/arznei/arz-kuem.asp).

SZÁNTNER (1985) szerint a 14,5 mg N/100 g talaj adja a legtöbb termést, a jó P ellátottság a koraiságot fokozza, a K-ellátottság nincs hatással az illóolaj-tartalomra. LAFLAMME (2008) kanadai kutató azt tapasztalta, hogy 45-67 kg nitrogén hatóanyag hektáronkénti kijuttatásával érhető el a legtöbb hozam. RISULA és munkatársai (2008) 22 kg hatóanyag/ha-ban határozza meg a P_2O_5 szükséges mennyiségét. STOCKER (2010) könyvében őszi tápanyag utánpótláskor 50 kg nitrogén, 90 kg foszfor és 100 kg kálium kijuttatását javasolja a kömény alá. DACHLER és PELZMANN (1999) az egyéves kömény tápanyag dózisaül 60 kg nitrogén, 50 kg P_2O_5 és 90 kg K_2O javasolja kijuttatásra vetés előtt hektáronként. A Szász Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Intézet 40-50 kg nitrogén hatóanyag, 70-90 kg P_2O_5 és 120 kg K_2O kijuttatását javasolja (MÄNICKE et al., 2006). Ezek a források azonban valószínűsíthetően egymásra is építenek. A 20 éves termesztési tapasztalatokkal rendelkező mezőhegyesi Mezőtermék Kft. egyéves kömény termőterületeire tavasszal 30 kg nitrogén hatóanyagot juttatnak ki hektáronként (MALYA szóbeli közlése, 2010).

Egyes szerzők szerint a N trágyázás negatív hatást gyakorol az illóolaj-tartalomra (MIHALIAK és LINCOLN, 1985; ROSSO és SOMBRERO, 1991).

ADAMOVIČ (1990) azt tapasztalta, hogy 1 tonna termést adó kömény 42,78 kg nitrogént, 5,37 kg foszfort, 11,30 kg káliumot, 9,7 kg kalciumot és 2,76 kg magnéziumot von ki hektáronként a talajból. BOMME (1992) állítása szerint ugyanezek az adatok a kömény 1,2 t/ha friss köménytermésére vetítve 40 kg nitrogén, 12 kg P_2O_5 és 14 kg K_2O hatóanyag.

Finn kutatók vizsgálata szerint a konyhaköménynek kiemelkedően magas a kálium és a nitrogén koncentrációja (**8. táblázat**). Tenyészedényes kísérletben HAKALA és munkatársai (2009) a kétéves konyhaköményben az első tenyészidőszak végén azt tapasztalták, hogy a gyökérzet tápanyag koncentrációja alacsonyabb, mint a föld feletti részé; de a legmagasabb a tápanyag tartalma, összehasonlítva más egyéves fajokkal. A kutatók eredményei alapján végzett saját számításaim szerint a kivont tápelemek aránya a kétéves '*Bleja*' fajta esetén az első évben N:P:K= 0,6: 0,1 : 1,6. Ezek alapján számításaim szerint 30 cm-es termőtalaj mélységgel számolva a hektáronkénti kivont tápanyag 14,40 kg nitrogén hatóanyag, 2,44 kg foszfor hatóanyag és 40,25 kg kálium hatóanyag az első évben.

8. táblázat. Tápelemek jelenléte a talajban és a kömény egyes részeiben (HAKALA et al., 2009)

	N (g)	P (g)	K (g)	Ca (g)	Mg (g)
Talaj	0,097+/- 0, 002	0,317+/- 0,005	1,54+/- 0,04	11,42+/- 0,28	0,5+/- 0,01
Trágyázás utáni talaj	0,588 +/- 0,0 46	0,430 +/- 0,014	2,79+/- 0,09	11,79 +/- 0,18	1,09 +/- 0,11
Kömény talaja tenyészidő végén	0,012+/- 0,002	0,334+/- 0,005	1,18+/- 0,05	12,07 +/-0,22	1,02+/- 0,02
Elvileg felhasznált tápelem mennyiség	0,576	0,096	1,61	plusz 0,28	0,07
	N (g/t.ed.)	P (g/t.ed.)	K (g/t.ed.)	Ca (g/t.ed.)	Mg (g/t.ed.)
Kömény tőlevélrózsa	0,399+/- 0,012	0,162+/- 0,007	2,006+/- 0,007	0,448+/- 0,010	0,106+/- 0,004
Kömény gyökér	0,382+/- 0,013	0,175+/- 0,009	0,715+/- 0,045	0,231+/- 0,020	0,116+/- 0,007
	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg(g/kg)
Kömény tőlevélrózsa	11,96+/- 0,20	4,88+/- 0,28	60,14+/- 1,46	13,46+/- 0,41	3,16+/- 0,07
Kömény gyökér	5,44+/-0,07	2,48+/- 0,05	10,15+/- 0,40	3,27+/- 0,15	1,64+/- 0,06

(Jelmagyarázat: g/ t.ed.: g/ tenyészedény)

A felsorolt eltérő eredmények jól szemléltetik azt, hogy a konyhakömény esetében nincs egységes tápanyag-utánpótlási gyakorlat sem a világon, sem Magyarországon. A termesztők általában nem ismerik a tudományos szaklapokban közölt eredményeket és gyakorlati tapasztalatuk alapján zajlik még a makroelem-kijuttatás is. A nagyobb kultúrákban a hazai tápanyag-kijuttatási tanácsadás elméletben megfogalmazott szabályokat bőven tartalmaz: mit, hogyan, mikor juttasson ki általában a termesztő; azonban a tényleges talajanalízisen alapuló műtrágya-kijuttatás csak az Agrár Környezetgazdálkodási Programban résztvevő termesztőknél valósul meg. A nem megfelelő tápanyag-visszapótlás fő oka hagyományos szántóföldi kultúráknál Magyarországon a forráshiány. A gyógynövények és így a konyhakömény esetében a nehézségeket fokozza, hogy a növény fajlagos tápanyagigénye sincs pontosan meghatározva. Az új hazai eredmények hiányoznak. Mindaddig, míg a tonnánkénti terméssel kivont tápanyagot

csak külföldi szerzők eredményeiből ismerjük, vagy ha magyar szerzőktől is – hiszen ezek a fajlagos tápanyag igények csak egy nagyon általános alapot biztosítanak - van létjogosultsága magyar intenzív konyhakömény termesztést célzó, helyes tápanyag-utánpótlás kidolgozásának.

Más szántóföldi növények hozamát vizsgálva szoros kapcsolat fedezhető fel a kijuttatott tápanyag hasznosulása,- felvétele és a tenyészidőszak csapadékellátottsága között. Kukorica esetében igazolódott, hogy a száraz években a nagyobb N-adagok termés csökkentően hatnak. NAGY (1997) is hangsúlyozza, hogy a tápanyag-ellátás kedvező szintje a vízellátástól is függ. Öntözés nélkül, a száraz években alacsonyabb műtrágya adag az optimális. Ez Liebig minimum-törvényével magyarázható, mert a relatív minimumban lévő tényező korlátozza leginkább a növények fejlődését.

A N-felvételt a vízellátás jelentősen befolyásolja. Száraz években több nitrogén marad a talajban betakarítás után, mint csapadékosban (ECK, 1984; FAPHUNDA ÉS HUSSAIN, 1990). HOLLINGER és HOELFT (1986) a nitrogén-adagolás és a terméshozam között nagyon száraz és meleg években negatív összefüggést talált, a korábbi állításokkal megegyezően.

Az egyéves konyhakömény tápanyagszükségletének meghatározása

Hazánkban a gyógynövények pontos tápanyag-dózis meghatározása, összehasonlítva a hagyományos szántóföldi növény kultúrákkal, igen hiányos. A termesztéstechnológia sikeresebbé tétele érdekében a jövőben célszerű lenne kidolgozni az országban termesztett gyógynövényfajokra termőhelytől függő tápanyag-kijuttatási javaslatokat. Mindez azért is szükséges, mert a gyógynövénytermesztő gazdák többsége az export célú értékesítés miatt fokozatosan rákényszerül arra, hogy felhagyjon a hagyományos intenzív termesztéssel, és áttérjen az integrált vagy ökológiai szemléletű gyógynövény alapanyag előállításra.

Az egyéves konyhakömény tápanyagszükségletének pontos meghatározása az eltérő irodalmi adatok alapján meglehetősen problémás. A **9. táblázatban** összefoglaltam, hogy az elmúlt 40 évben publikált eredmények más- más fajlagos tápanyag-igényt közöltek. Magyarázható mindez azzal, hogy különböző országokban, eltérő éghajlaton, más-más talajtípuson folyt a termesztés. DEBRECZENI és DEBRECZENINÉ (1983) például azt tapasztalta, hogy az öntözés csak a N %-ot csökkentette a vizsgált növényi mintákban, a P- és K-tartalmat nem változtatta a kukorica esetében. Azt a következtetést vonták le, hogy öntözés vagy csapadékos év esetén a termésátlag növeléséhez 20%-kal kisebb arányú N-kijuttatás szükséges, mint amennyit a trágyázási útmutatók javasolnak. A növények tápelem-igénye a termésátlaggal nem azonos arányban változik, a trágyaszükséglet kiszámításakor ezt a ténytet is figyelembe kell venni (SZALÓKINÉ-ZIMA, 2004).

A termesztéstechnológia optimalizálásának alapfeltétele, hogy alaposan ismerjük a konyhakömény tápelem-igényét. A jövőbeni sikeres, környezettudatos termesztést elsősorban a termesztéstechnológiai kísérletek folytatásával lehet majd megalapozni!

9. táblázat. A konyhakömény fajlagos tápanyagigényére (kg/t/ha) és a tápanyag-kijuttatás mértékére vonatkozó irodalmi adatok összefoglalása (kg/ha)

	Szerző	Tápanyag (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
Növény által felvett mennyiség	SCHRÖDER (1964)	72	32	80	nincs adat	nincs adat
	ADAMOVIČ (1990)	1 t termés: 42,78 1 t szár:9,44 Kb. fajlagos igény: 65,40*	1 t termés: 5,37 1 t szár: 0,34 Kb. fajlagos igény: 6,20*	1 t termés: 11,30 1 t szár:10,90 Kb. fajlagos igény: 37,46*	1 t termés: 9,70 1 t szár: 11,85 Kb. fajlagos igény: 38,10*	1 t termés: 2,76 1 t szár: 1,77 Kb. fajlagos igény: 7,00*
	BOMME (1992)	1 t termés: 33,33	1 t termés: 10,00	1 t termés: 11,66	nincs adat	nincs adat
	HAKALA et al. (2009) 1. évben	1 t hajtás: 14,00	1 t hajtás: 2,44	1 t hajtás: 40,25	nincs adat	nincs adat
	HOPPE ed. (2010)	1 t termés: 29,80	1 t termés: 4,65	1 t termés: 11,45	nincs adat	nincs adat
		1 t szár: 2,30	1 t szár: 0,90	1 t szár: 8,70	nincs adat	nincs adat
		Kb. fajlagos igény: 47,05**	Kb. fajlagos igény: 11,40**	Kb. fajlagos igény: 72,70**	nincs adat	nincs adat
	Saját eredmények VALKOVSKI (2011)	1 t termés: 34,00	1 t termés: 7,20	1 t termés: 11,30	1 t termés: 10,60	1 t termés: 2,60
		1 t szár: 5,80	1 t szár: 2,20	1 t szár: 33,50	1 t szár: 12,50	1 t szár: 0,75
		fajlagos igény: 48,50	fajlagos igény: 12,40	fajlagos igény: 91,20	fajlagos igény: 40,40	fajlagos igény: 4,40
Kijuttatás	HORNOK (1978)	70-80	50-70	50-80	nincs adat	nincs adat
	DACHLER és PELZMANN (1999)	50-60	50	90	nincs adat	nincs adat

STOCKER (2010)	60	90	100	nincs adat	nincs adat
DEHE (2001)	50	121	200	100	55
MäNICKE et al. (2006)	100	70-90	120	nincs adat	nincs adat
LAFLAMME (2008)	30	nincs adat	nincs adat	nincs adat	nincs adat
RISULA et al. (2008)	45-67	22	nincs adat	nincs adat	nincs adat
SYNGENTA SEEDS (2010)	nincs adat	50	90	nincs adat	nincs adat
MALYA szóbeli közlés (2010)	30	40-60	-	nincs adat	nincs adat
HOPPE ed. (2010)	60-80	50	90	nincs adat	nincs adat

(* Valkovszki által becsült érték, feltételezve, hogy 1 t terméshez minimum 2,4 t szárrész tartozik a publikációs adatok alapján.

** Valkovszki által becsült érték, alapul véve, hogy HOPPE (2010) szerint 1 t terméshez 7,5 t szárrész tartozik)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérletek helye, talajtani és meteorológiai paraméterei

3.1.1. Talajviszonyok

A megfigyeléseket a Szent István Egyetem Víz- és Környezetgazdálkodási Kar (korábban: Tessedik Sámuel Főiskola Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Főiskolai Kar) Környezettudományi Intézetében (Korábban: Mezőgazdaságtudományi Intézetében), a Kertészeti Diszciplína Galambosi Mintafarmján végeztem 2006-2008 között. A kísérletet minden évben eltérő helyen állítottuk be, csernozjom réti talajon. A területre humuszban gazdag (2,86-3,00%), enyhén savanyú kémhatású (5,24-6,52 pH), középkött (K_A: 41-42) talaj a jellemző. A só-tartalom alacsony volt (0,02-0,05 %). A talajok NO₃-N-tartalma évről évre magasabb szintű volt. A kálium-kloridos kivonási módszer alapján a talaj ásványi NO₃-N-tartalma a művelt rétegben (30 cm), 2006-ban 11,43 kg/ha volt, 2007-ben 36,50 kg/ha, 2008-ban 46,40 kg/ha volt. A P₂O₅-tartalom csökkent a kísérleti időszak során (405- 226 mg/kg), de még az utolsó kísérleti területen is a magas ellátottság volt a jellemző. A területek K₂O-tartalma 2006 és 2008 között csökkent (280-216 mg/kg), ami igen jó és jó ellátottsági szintet eredményezett (10. táblázat).

3.1.2. Időjárási viszonyok

A vizsgálatok két csapadékban gazdag és egy aszályos évben zajlottak. A két utolsó év igen meleg volt, a 2007-es valamivel melegebb, hőségnapjait tekintve kiemelkedő (2007-ben 2699,11°C a tenyészidőszaki hőösszeg, a hőségnapok száma 39, a tenyészidőszakban hullott csapadék összeg 214,8 mm volt). 2008-ban 2636,62 °C volt a tenyészidőszak hőösszege, a hőségnapok száma 28, a csapadékösszeg 309,8 mm. Ám míg a 2008-as év csapadékos volt, 2007-ben a nagy meleggel alacsony csapadék párosult. 2006 hűvösebb, csapadékos év volt. Az ötvenéves adatsorokkal (KAKAS, 1957) összehasonlítva a kísérlet tenyészidőszakainak átlaghőmérséklete magasabb, a hőösszege alacsonyabb, a hőségnapok száma magasabb volt. A tenyészidőszaki csapadékösszeg csak 2007-ben volt alacsonyabb, mint az 50 éves átlag (5. ábra, 11. táblázat).

Öntözést egyik évben sem végeztünk a kísérleti területen, de azért, hogy a júliusban kijuttatott vízben oldott fejtrágya vízhatása ne csak a fejtrágyázott parcellákon jelenjen meg, a kontroll, trágyakezelésben nem részesült parcellákra 10 l/ 6 m² mennyiségű vizet juttattunk ki ugyanúgy, mint a trágyázott parcellákra.

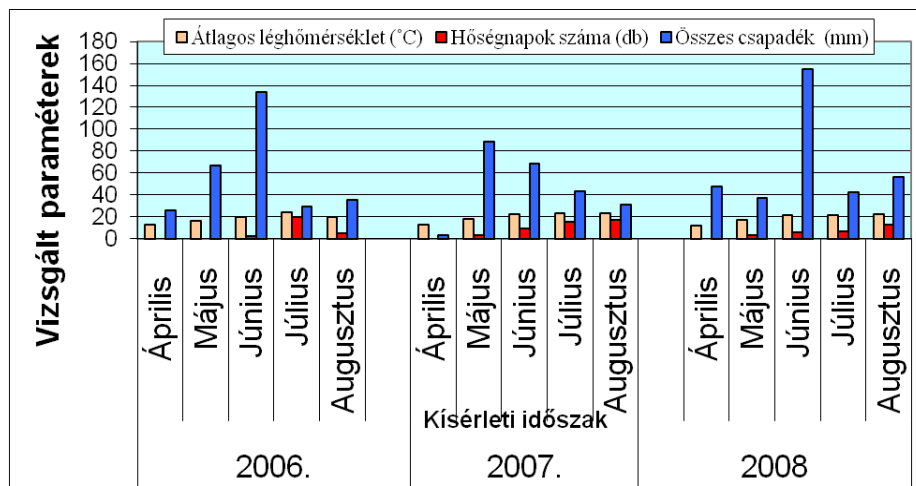
10. táblázat. A kísérleti terület talajanalízis eredményei (Szarvas, 2006-2008)

Év	Minta mélység (cm)	pH _{KCl}	Arany- féle kötöttség	Össz.só talajpépből	CaCO ₃	Humusz	NO ₃ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Na	Zn	Cu	Mn	SO ₄ -S
							KCl kiv	AL kiv.		KCl kiv.	AL kiv.	EDTA oldat			KCl kiv.
							%			mg/kg					
2006.	0-30	6,52	42	0,04	2,10	3,00	2,93	405	280	422	38	5,6	5	252	7,2
	30-60	6,79	43	0,07	3,10	2,67	3,36	311	240	425	31	2,7	3	166	6,7
2007	0-30	6,08	42	0,05	0,10	2,86	9,36	366	241	661	39	4,6	5,86	396	3,5
	30-60	6,56	45	0,07	0,83	2,58	15,16	315	226	649	51	3,6	4,2	274	5,8
2008	0-30	5,24	41	0,02	0,00	2,99	11,90	226	216	550	153	4	6,47	351	5,1
	30-60	5,43	42	0,05	0,00	2,75	15,03	140	223	723	267	2,77	5,58	358	5,6

Jelmagyarázat:

KCl kiv. : Kálium-klorid oldattal kivont

AL kiv. : Ammónium-laktáttal kivont



5. ábra. A kísérleti időszak termést befolyásoló meteorológiai adatai (Szarvas, 2010)

11. táblázat. A kísérleti időszakra jellemző meteorológiai adatok összesítő táblázata és az ötven éves átlag (Szarvas, 2010)

Meteorológiai tényezők	Időszak	2006	2007	2008	1900-1950 átlaga (KAKAS, 1967)
Átlagos léghőmérséklet (°C)		18,5	20	18,8	18
Vetéstől a főernyő kötődéséig mért hőösszeg (°C)	április	309,3	302,36	283,38	336
	május	501,31	563,99	535,66	515
	június	590,33	669,72	636,12	591
	július I.	393,34	403,95	477,08	679
	Összeg	1794,28	1940,02	1932,24	
A főernyő kötődésétől a betakarításig mért hőösszeg (°C)	július II.	279,56	328,1	190,17	
	augusztus	214,03	430,99	510,21	654
	Összeg	493,59	759,09	700,38	
Tenyészydőszak hőösszeg (°C)		2288,87	2699,11	2632,62	2775
A 28 °C-nál magasabb napi maximum és a *hőségnapok száma (db)	április	0	0	0	0,02*
	május	2	11	3	0,7*
	június	14	19	14	4*
	július I.	12	9	11	11,1*
	Összeg	28	39	28	
	július II.	11	8	5	
	augusztus	1	13	15	9,5*
	Összeg	12	21	20	
A 28 °C-oknál magasabb napi maximum és a hőségnapok száma a tenyészydőszakban (db)		40	60	48	25,32*
Vetéstől a főernyő kötődéséig mért természetes csapadék mennyisége (mm)	április	13,4	3,4	44,7	46
	május	66,5	88,9	37,4	56
	június	134,3	68,2	154,6	59
	július I.	7,9	41	21,3	50
	Összeg	222,1	201,5	258	
A főernyő kötődésétől a betakarításig mért természetes csapadék mennyisége (mm)	július II.	21,1	2,1	20,8	
	augusztus	35,4	11,2	31	16
	Összeg	56,5	13,3	51,8	
Tenyészydőszak összes csapadék mennyisége (mm)		278,6	214,8	309,8	227

* hőségnapok

3.2. A kísérletek anyaga és módszerei

3.2.1. A növényanyag

Az 'SZK-1' „1987-ben magyar állami elismerést kapott. A Kertészeti Egyetem Gyógynövények Tanszékének és a Szilasmenti MgTsz-nek a fajtája volt. A leírás szerint a növény 70-110 cm magas, szárszilárdsága jó, megdőlésre nem hajlamos. Szárlevelei háromszorosan szárnyasan összetettek, színe világos sárgászöld. Virágzata öt-tíz sugarú összetett ernyő, átmérője 8-10 cm. A pártalevelek fehérek, kissé rózsaszínű árnyalatúak. Termése ötbordájú, világosbarna ikerkaszat, a résztermések 5-7 mm hosszúak, 1,0-1,25 mm vastagok, végükön a terméskocsány megmarad. Ezermagtömege 2,5-3 g. A fajta előnyös tulajdonságaiként említhető, hogy illóolaj-tartalma 2-2,8%, teljes érettségben sem pereg, és a kórokozóknak ellenáll” (FÜSTÖS et, al., 2002). A fajta sajnos a nem kifizetődő fajtafenntartási költségek miatt lekerült a Nemzeti Fajtajegyzékről.

3.2.2. A kísérletben alkalmazott kezelések és azok elrendezése

A vizsgálatokat 2006-2008-ban, szántóföldi kisparcellás területen, két tényezővel, sávos és osztott parcellás elrendezésben, 3 ismétlésben, 6 m²-es (2 m x 3 m) alapparcellákon végeztem. A kísérletben „A” tényezőként a sortávolság, „B” tényezőként a műtrágyázás szerepelt. Minden évben április 9-én vetettem. A vetés mélység 2 cm volt. Lombleveles állapotban 3 cm-re tőszámbeállítást végeztem. A mintavétel a belső sorokból történt a szegélyhatás elkerülése érdekében.

3.2.2.1. A sortávolság

„A” tényező, a sortávolság kezelése:

$$a_1 = 24 \text{ cm (8 sor/ parcella, 140 tő/m}^2\text{)}$$

$$a_2 = 36 \text{ cm (5 sor/ parcella, 92 tő/ m}^2\text{)}$$

$$a_3 = 48 \text{ cm (4 sor/ parcella, 70 tő/ m}^2\text{)} \text{ (6-7. ábra).}$$



6. ábra: Különböző sortávolságú 1 hónapos kömény állomány
(Szarvas, 2006)



7. ábra: Különböző sortávolságú kömény állomány parcellák a virágzás kezdetén, a
Kertészeti Diszciplína Mintafarmján (Szarvas, 2006.)

3.2.2.2. A különböző műtrágyakezelések hatásának vizsgálata

Mivel a kísérlet beállításakor, 2006-ban még nem álltak rendelkezésünkre újabb fajlagos tápanyag vizsgálati eredmények, a trágyadózis meghatározásakor SCHRÖDER (1972) és (HORNOK, 1978) adataiból indultunk ki.

„B” tényező, a trágyázás kezelése:

b_1 = trágyázás nélküli kontroll;

b_2 = alaptrágya: $0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N} + 80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$ + lombtrágya: $0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ (a továbbiakban N_0K_{80});

b_3 = alaptrágya: $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N} + 0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$ + lombtrágya: $0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ (a továbbiakban N_{80}K_0);

b_4 = alaptrágya: $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N} + 80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$ + lombtrágya: $0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ (a továbbiakban $\text{N}_{80}\text{K}_{80}$);

b_5 = alaptrágya: $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N} + 0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$ + lombtrágya: $70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ (a továbbiakban $\text{N}_{80+70}\text{K}_0$);

b_6 = alaptrágya: $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N} + 80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$ + lombtrágya: $70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ (a továbbiakban $\text{N}_{80+70}\text{K}_{80}$)

A felhasznált anyag KEMIRA műtrágya volt. Alaptrágyaként vetés előtt a N-t kalcium-nitrát (15,5% N), a K-ot kálium-szulfát (50% K) formájában adtuk ki segítőimmal. A N-lombtrágyázást 26% N-tartalmú (csak ammónium-nitrátot tartalmazó) vízzeloldható műtrágyával végeztük (hallgatók segítettek), a virágzás kezdetén, 10 l vízben oldva 1,6%-os töménységű oldatot alkalmazva.

A betakarításra 2006-ban augusztus 10-én, 2007-ben augusztus 3-án, 2008-ban augusztus 22-én került sor. Kézzel végeztük a betakarítást, metszőollóval minden ernyőt rövid szárrésszel levágtunk és papírzsákba helyeztük és szeptember közepéig a nyitott zsákokban padláson tároltuk. A betakarítást és a mag kinyerést a munkatársaim, a hallgatóim és a családtagjaim segítségével valósítottam meg. A légszáraz terméseket kézzel morzsoltuk le a száraz ernyőrésről, így minimális veszteséggel számolhattam.

3.2.2.3. Mérések és megfigyelések

Az állomány mintázás a középső sorokból történt a szegélyhatás elkerülése érdekében (2006-ban július 17-én, 2007-ben július 19-én, 2008-ban július 22-én).

1. Növénymagasság: a teljes virágzás időszakában, parcellánként 30 db véletlen mintavétellel kiválasztott tövet mértünk le a gyökérnyaktól az összefogott hajtás csúcsáig.

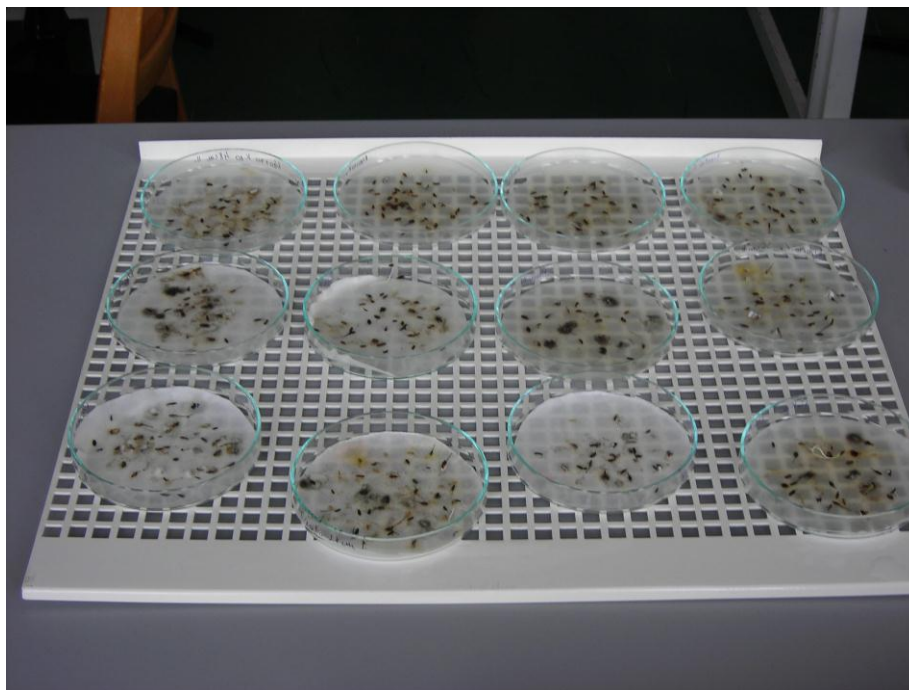
2. Tövenkénti ernyőszám: a növényt magasság során vizsgált töveken számoltuk le az ernyőket.

3. Tövenkénti termés hozam: parcellánként 30 tő összes érett terméséből kaptuk.

4. Egységnyi felületről betakarított termés hozam vizsgálatához a parcella középső 1 m²-es magtömegét mértük le.

5. Ezermagtömeg: a betakarított termésből véletlen mintavétellel, 3 ismételtsben 100 magot számoltunk le, megmértük a tömegét és beszoroztuk 10-zel.

6. Csírázóképeség: meghatározása a csírázási % megadásával történt a vizsgálat 21. napján. A csíráztatási vizsgálatokat a 6 hónapos szobahőmérsékleten történő tároláson átesett magvakkal végeztük 3 ismételtsben. Magyar Szabvány alapján. A vizsgálat 21 °C-os klímasekrenyben, kezelésként 3 ismételtsben történt, 50 magot helyeztünk 1-1 Petri csészébe (8. ábra).



8. ábra: Csíráztatási vizsgálatok (Szarvas, 2008)

6. Az illóolaj-tartalom mennyiségi meghatározása a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Gyógy- és Aromanövények Tanszék Laboratóriumában történt a *Pharmacopea Hungarae* VIII. (VIII. Magyar Gyógyszerkönyv) alapján, víz desztillációval, 3 ismétlésben. Dr. Sárosi Szilvia végezte az analízist.

7. Az illóolaj fő komponenseit gázkromatográfiás módszerrel határoztuk meg, minden sortávolság esetén az összes trágyakezelésből 1 mintát volt módomban elemeztetni.

GC 6890 N, 5975, Agilent Technologies készülékkel. A vizsgálat paraméterei az alábbiak voltak:

Injektor: 230 °C, split arány: 30:1, transzfer line: 240°C

Vivőgáz: hélium, áramlási sebesség: 1ml/perc, konstans

Injektálás: automata injektor 7683B, Agilent Technologies,

Injektált mennyiség 0,2ml (10 %-os hexános oldat)

Hőmérsékleti program: 60 - 240 °C-ig, 3°C/perc

Ionizációs energia: 70 eV

A komponensek azonosítását tömegspektrum (NIST spektrumkönyvtár), illetve retenciós indexek alapján végeztük.

3.3. A statisztikai értékelés módszerei

Az elemzéseket normalitás és homogenitás vizsgálat előzte meg. Az ismétlésszámból következett, hogy nem lehetett lineális modelleket alkalmazni. Az alapadatok kiértékelése Microsoft Excel programban, kéttényezős varianciaanalízissel történt. Az egyes növény tulajdonságok korrelációs kapcsolatait, továbbá a sortávolság, a nitrogén és kálium műtrágya dózisok összefüggéseit a vizsgált növényi tulajdonságokkal az IBM SPSS19 verziójával vizsgáltuk, Spearman korrelációval. Az sortávolság, trágyakezelés és évjárat hatás igazolásához diszkriminancia és kétlépéses klaszter analízissel elemeztük ki a teljes kísérleti időszak összes eredményét.

4. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

4.1. A SORTÁVOLSÁG HATÁSA

4.1.1. NÖVÉNYMAGASSÁG

A 2006-os eredményeket vizsgálva azt tapasztaltam, hogy mind a legalacsonyabb mind a legmagasabb növény a 24 cm-es sortávolságról került ki, tehát ezek voltak a legheterogénebb parcellák. A 36 cm-es sortávolság egyedei között találtam a legkisebb szórást (**12. táblázat**).

A két tényező hatása 2006-ban szignifikáns (SzD5%-on) ezért kombinációnként értékeltem az eredményeket.

2006-ban a sortávolság szignifikánsan befolyásolta a magasságot. Amikor megvizsgáltam, hogy ezt alapvetően a tápanyag-utánpótlások mely szintjei befolyásolták, megállapítható, hogy három szinten jelentkezett elsősorban a különbség (**13. táblázat**). A szignifikánsan eltérő értékek azonban nem következetesen vagy tendencia jelleggel jelentkeznek, ezért a sortávolság (tenyészterület) okozta tényleges hatás gyakorlatilag nehezen értékelhető.

12. táblázat. Az egyéves konyhakömény magasságának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Magasság (cm)	2006	24	93,1	112,3	8,18
		36	97,8	111,8	3,91
		48	95,2	110,2	4,26

13. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta növénymagasságának (cm) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2006)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	105,39 ^{ba}	96,47 ^{aa}	107,70 ^{cb}	98,31 ^{aa}	106,05 ^{ba}	104,79 ^{ba}	103,12
36 cm	102,48 ^{aa}	106,82 ^{bb}	99,98 ^{aa}	103,05 ^{ab}	108,66 ^{bc}	107,80 ^{bc}	104,8
48 cm	105,81 ^{ba}	104,43 ^{bb}	105,41 ^{ba}	98,52 ^{aa}	101,59 ^{aa}	104,16 ^{ba}	103,32
átlag	104,56	102,57	104,36	99,96	105,43	105,58	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 2,34						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 4,35						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 5,39						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 6,11						
	* A sortávolság két változója között a tápanyag-utánpótlások különböző szintjén: 5,48						

* A sávos elrendezés miatti érték.

14. táblázat. Az egyéves konyhakömény magasságának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Magasság (cm)	2007	24	56,8	80,6	6,08
		36	62,2	82,6	5,77
		48	66,2	79,3	3,67

2007-ben a legkisebb tő a 24 cm-es sortávolságú parcellákról származott, míg a legmagasabb egyed a 36 cm-es sortávolság adta. Az előző évhez képest a növénymagasság csökkent, magyarázható ez valószínűleg a virágzást megelőző csapadék hiánnyal és a magasabb hőmérséklettel is. A legheterogénebb növénymagasságot a 24 cm-es sortávolságú parcellákon mértem, a legegységesebb növénymagassággal a 48 cm-es sortávolságú parcellák rendelkeztek (**14. táblázat**).

A növénymagasságot a sortávolság növelése enyhén serkentette, de statisztikai különbséget nem tudtam bizonyítani (**15. táblázat**).

15. táblázat: Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta növénymagasságának (cm) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2007)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	61,60 aa	71,30 ba	74,13 ba	76,10 ba	67,65 aa	68,35 aa	69,86
36 cm	64,48 aa	70,95 aa	79,70 ba	74,80 ba	71,75 aa	70,95 aa	72,1
48 cm	75,65 ab	69,80 aa	74,63 aa	75,00 aa	74,15 aa	71,75 aa	73,5
átlag	67,24	70,68	76,15	75,3	71,18	70,35	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 4,66						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 5,11						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 8,85						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 8,22						

2008-ban a legalacsonyabb és a legmagasabb növény is a 36 cm-es sortávolságról származott. A maximális szórásértéket a 36 cm-es, míg legalacsonyabb értéket a 24 cm-es sortávolságú parcellákról nyertem (16. táblázat).

16. táblázat. Az egyéves konyhakömény magasságának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Magasság (cm)	2008	24	89,1	106,6	4,28
		36	73,8	107,7	9,29
		48	74,4	103,8	9,06

A különböző sortávolságú parcellák növénymagassága között nem találtam statisztikailag bizonyítható különbséget (17. táblázat).

17. táblázat. 'Az SZK-1' egyéves konyhakömény fajta növénymagasságának (cm) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2008)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	97,37 ^{aa}	96,93 ^{aa}	93,83 ^{aa}	94,03 ^{aa}	97,20 ^{ab}	91,88 ^{aa}	95,21
36 cm	90,95 ^{aa}	93,50 ^{aa}	91,80 ^{aa}	94,13 ^{aa}	88,20 ^{aa}	90,20 ^{aa}	91,46
48 cm	93,67 ^{ba}	91,18 ^{aa}	85,67 ^{aa}	87,87 ^{aa}	83,00 ^{aa}	87,40 ^{aa}	88,13
átlag	94	93,87	90,43	92,01	89,47	89,83	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 11,61						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 4,86						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 8,42						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 8,73						

A három év alapján a konyhakömény átlagos növénymagassága a kísérleti területen a sortávolságtól függetlenül alakult.

Úgy tűnik, mindhárom vizsgált sortávolság megfelelő térállást, egyedi tenyészterületet biztosított a megfelelő növekedéshez, a növényegyedek közötti konkurencia a magasságot vizsgálva nem érvényesült bizonyíthatóan.

4.1.2. TÖVENKÉNTI ERNYŐSZÁM

A tövenkénti ernyőszámot vizsgálva azt tapasztaltam, hogy a legkevesebb ernyővel egy 24-cm-es sortávolságról származó növény, míg a legtöbb ernyővel egy 48 cm-es sortávolságról lekerült tő rendelkezett. A legegységesebb állományt a 36 cm-es sortávolság, míg a legnagyobb szórásértéket a 24 cm-es sortávolság adta (18. táblázat).

18. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Ernyőszám (db/tő)	2006	24	6,3	25,1	5,11
		36	9,4	25,4	4,08
		48	9,5	33,9	4,69

A két tényező kölcsönhatása csak 2006-ban szignifikáns (P=10%), ennek megfelelően ebben az évben ez a bélyeg is kombinációnként értékelendő.

2006-ban a sortávolságnak statisztikailag igazolható hatása mutatkozott (**19. táblázat**), hiszen a legtöbb kombináció esetében szignifikáns különbség jelentkezik. A legtöbb tápanyag-ellátási szinten valamint a kezeletlen kontroll parcellákon is a 48 cm-es sortávolság biztosította, hogy a növények több ernyőt fejlesztettek. Kivétel itt az $N_{80}K_0$ tápanyag-ellátottsági szint.

19. táblázat. 'Az SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti ernyőszámának (db/tő) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2006)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N_0K_{80}	$N_{80}K_0$	$N_{80}K_{80}$	$N_{80+70}K_0$	$N_{80+70}K_{80}$	
24 cm	12,87 ^{ab}	7,87 ^{aa}	23,26 ^{cd}	13,43 ^{ab}	18,30 ^{ca}	14,73 ^{ba}	15,08
36 cm	11,07 ^{aa}	12,30 ^{ba}	15,13 ^{ab}	15,47 ^{ab}	20,07 ^{ba}	18,47 ^{ba}	15,42
48 cm	19,67 ^{bc}	15,67 ^{bb}	18,43 ^{ac}	21,26 ^{bc}	25,80 ^{bd}	21,67 ^{bc}	20,42
átlag	14,54	11,94	18,94	16,72	21,39	18,29	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 2,69						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 4,5						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 5,24						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 4,03						
	*A sortávolság két változója között a tápanyag-utánpótlás két különböző szintjén: 4,93						

* A sávos elrendezés miatti érték.

2007-ben mind a legkevesebb, mind a legtöbb tövenkénti ernyő a 36 cm-es sortávolságról származott. A leghomogénebbnek a 48 cm-es sortávolság tekinthető (**20. táblázat**).

20. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Ernyőszám (db/tő)	2007	24	7,4	16,2	2,6
		36	5,6	17,3	2,91
		48	8	16,8	2,15

2007-ben a sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában nem realizálódott bizonyítható különbség, bár tendenciaszerűen ismét a 48 cm-es sortávolságú parcella növényei fejlesztették a legtöbb ernyőt (**21. táblázat**).

21. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti ernyőszámának (db/tő) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2007)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	10,05aa	14,60ba	14,05aa	12,65aa	10,10aa	9,85aa	11,88
36 cm	11,55aa	11,33aa	15,00ba	11,20aa	10,25aa	11,20aa	11,76
48 cm	12,05aa	12,40aa	13,05aa	12,55aa	14,15aa	13,25aa	12,91
átlag	11,22	12,78	14,03	12,13	11,5	11,43	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 1,81						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 2,56						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 4,43						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 4,43						

2008-ban a legkevesebb és a legtöbb tövenkénti ernyőszám is a 24 cm-es sortávolságról került rögzítésre. A legkisebb szórással a 36 cm-es sortávolság volt jellemezhető (22. táblázat). Ebben az évben az előző évhez hasonlóan azt tapasztaltam, hogy a tenyészterület növekedésével –a legtöbb tápanyagszinten és azok átlagában is- fokozatosan nő az egy töre jutó ernyők száma. A különbség azonban ebben az évben is csak tendenciaszerűen jelentkezik, nem szignifikáns (23. táblázat).

22. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Ernyőszám (db/tő)	2008	24	16,8	54,7	9,85
		36	19,1	43,3	7,48
		48	23,3	50,1	7,68

23. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti ernyőszámának (db/tő) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2008)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	29,27 ^{aa}	31,87 ^{ba}	27,87 ^{aa}	29,30 ^{aa}	21,23 ^{aa}	20,40 ^{aa}	26,66
36 cm	36,87 ^{ba}	35,17 ^{ba}	31,43 ^{aa}	25,97 ^{aa}	26,87 ^{aa}	21,40 ^{aa}	29,62
48 cm	44,03 ^{ba}	40,63 ^{aa}	36,83 ^{aa}	29,07 ^{aa}	28,83 ^{aa}	32,73 ^{aa}	35,35
átlag	36,72	35,89	32,04	28,11	25,64	24,84	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 11,01						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 6,59						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 11,41						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 25,31						

A három kísérleti év alapján megállapítottam, hogy a legkisebb szórást a 24 cm-es sortávolság ernyőszám eredményei között tapasztaltunk. A legtöbb esetben a tenyészterület növekedése nem okozott fokozott mértékű ernyőgyarapodást. Ez megerősíti a növénymagasságra vonatkozó megállapításomat, miszerint adott körülmények között 24-48 cm-es sortávolság esetén, a növényegyedek közötti kompetíció az egyedi növekedést nem akadályozza számottevően.

4.1.3. EZERMAGTÖMEG

Amint a **24. táblázatból** kitűnik, a legkisebb ezermagtömeg értéket 2006-ban a 36 cm-es sortávolságról, a legnagyobb értéket a 24 cm-es sortávolság esetén tudtuk mérni. Leghomogénebbnek a 48 cm-es sortávolság hatására kapott ezermagtömeg érték mutatkozott.

24. táblázat. Az egyéves konyhakömény ezermagtömegének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Ezermagtömeg (g)	2006	24	2,23	4,31	0,68
		36	2,15	3,11	0,32
		48	2,48	2,91	0,1

A statisztikai elemzés szerint a két tényező között a kölcsönhatás egyik évben sem szignifikáns, tehát az eredményeket minden esetben a másik tényező átlagában értékelhettem.

Amint a **25. táblázat** szemlélteti, 2006-ban a sortávolság erős negatív kapcsolatban állt az ezermagtömeggel, azaz minél nagyobb a sortávolság, annál kisebb az ezermagtömeg. Ez összefügghet a tövenkénti több ernyő fejlesztésével.

25. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta ezermagtömegének (g) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2006)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24	4,03 ^{bab}	2,83 ^{aaa}	4,03 ^{bab}	2,53 ^{aaa}	2,96 ^{aaa}	2,56 ^{aaa}	3,16
36	3,00 ^{aaa}	2,96 ^{aaa}	3,06 ^{aaa}	2,73 ^{aaa}	2,53 ^{aaa}	2,20 ^{aaa}	2,75
48	2,73 ^{aaa}	2,66 ^{aaa}	2,80 ^{aaa}	2,50 ^{aaa}	2,70 ^{aaa}	2,66 ^{aaa}	2,68
átlag	3,25	2,82	3,30	2,59	2,73	2,47	
SzD _{5%}	A sortávolságok két változója között a tápanyagkezelés átlagában: 1,00						
	A trágyakezelések két változója között a sortávolságok átlagában: 0,84						
	A sortávolság két változója között a trágyakezelések azonos szintjén: 1,49						
	A tápanyagkezelés két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 1,39						
	* A sortávolság két változója között a trágyakezelések különböző szintjén: 1,56						

* A sávos elrendezés miatti érték.

2007-ben az ezermagtömeget vizsgálva mindhárom sortávolság esetében 1,9 g volt a legkisebb tömeg. A maximális tömeget (2,6 g) a 36 cm-es sortávolságnál tapasztaltam. A szórás a 36 cm-es sortávolságról betakarított kaszatok estében volt a legkisebb (**26. táblázat**).

26. táblázat. Az egyéves konyhakömény ezermagtömegének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Ezermagtömeg (g)	2007	24	1,9	2,5	0,18
		36	1,9	2,6	0,19
		48	1,9	2,5	0,14

A 2007-es tenyészidőszakban az átlag ezermagtömeg a fajtára jellemző (FÜSTÖS, 2002) 2,5-3 g-ot nem érte el, hanem átlagosan 2,2 g-nak bizonyult. A kezelések között alig volt eltérés, a különbségek nem igazolhatók statisztikailag (**27. táblázat**).

27. táblázat: Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta ezermagtömegének (g) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2007)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	2,20 ^{aa}	2,10 ^{aa}	2,30 ^{aa}	2,10 ^{aa}	2,20 ^{aa}	2,30 ^{aa}	2,20
36 cm	2,40 ^{aa}	2,30 ^{aa}	2,20 ^{aa}	2,20 ^{aa}	2,10 ^{aa}	2,10 ^{aa}	2,20
48 cm	2,10 ^{aa}	2,20 ^{aa}	2,30 ^{aa}	2,20 ^{aa}	2,20 ^{aa}	2,20 ^{aa}	2,20
átlag	2,23	2,20	2,23	2,16	2,16	2,20	
SzD5%	A sortávolság két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 0,13						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 0,18						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 0,31						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 0,31						

2008-ban a minimális és maximális ezermagtömeg is a 24 cm-es sortávolságú parcellákról került bemérésre. Ebben az évben a 48 cm-es sortávolságú parcellák adatai között tapasztaltam a legkisebb szórást (28. táblázat).

28. táblázat. Az egyéves konyhakömény ezermagtömegének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Ezermagtömeg (g)	2008	24	2,2	3,9	0,4
		36	2,5	3,7	0,34
		48	2,5	3,6	0,29

A 2008-as vizsgálati évben a termések kedvezően fejlődtek, s a kezelések hatása statisztikailag igazolható különbséget mutatott. A sortávolság hatására a tápanyagszintek átlagában a 24 cm és a 36 cm kezelések között tapasztaltam eltérést, a 36 cm-es sortávolságú parcellák javára. Ez –részletesebben elemezve- három tápanyagszinten volt kimutatható. Mivel azonban ezek éppen a legalacsonyabb illetve a legmagasabb tápanyagszintek, így a trágyázás tényezővel gyakorlati összefüggése kevésbé valószínű (29. táblázat).

29. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta ezermagtömegének (g) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2008)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	2,60 ^{aa}	2,70 ^{aa}	3,10 ^{ba}	3,90 ^{cb}	3,00 ^{ba}	2,20 ^{aa}	2,92
36 cm	3,70 ^{bb}	3,50 ^{bb}	3,00 ^{aa}	3,30 ^{aa}	3,30 ^{aa}	2,90 ^{ab}	3,28
48 cm	3,10 ^{aa}	3,00 ^{aa}	3,10 ^{aa}	3,40 ^{ba}	2,70 ^{aa}	3,20 ^{ab}	3,08
átlag	3,13	3,07	3,07	3,53	3,00	2,77	
SzD5%	A sortávolság két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 0,24						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 0,34						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 0,59						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 0,59						

A három év eredményeit együttesen értékelve megállapítottam, hogy a növénymagassághoz és az ernyőszámhoz hasonlóan a 24 és 48 cm közötti sortávolságok okozta tenyészterület eltérés nincs jelentős befolyással a konyhakömény ezermagtömeggel jellemezhető termésméretére.

4.1.4. TÖVENKÉNTI TERMÉSHOZAM

A 2006-os évben a sortávolságok hatását vizsgálva azt tapasztaltam, hogy a legalacsonyabb tövenkénti hozamot a 24 cm-es sortávolságról, a legnagyobb tövenkénti hozamot a 48 cm-es sortávolságról nyertem. A tövenkénti hozam értékek legkisebb mértékben a 24 cm-es sortávolság esetén szórtak, de az átlagérték itt volt a legkisebb (30. és 31. táblázat).

30. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Tövenkénti hozam (g)	2006	24	0,21	0,7	0,14
		36	0,31	1,21	0,28
		48	0,41	1,73	0,41

A tényezők közötti kölcsönhatás egyik évben sem szignifikáns, így az értékelést a másik tényező átlagában végeztem el.

2006-ban a tövenkénti termés hozamra az adatok szerint a növekvő tenyésztési terület pozitív hatást gyakorolt, a sortávolság növekedésével a termésmennyiség csaknem arányosan gyarapszik átlagosan, de valamennyi tápanyagszinten is (**31. táblázat**). A különbség a legnagyobb és a legkisebb sortávolság között szignifikáns.

31. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti termés hozamának (g tő^{-1}) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2006)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N_0K_{80}	N_{80}K_0	$\text{N}_{80}\text{K}_{80}$	$\text{N}_{80+70}\text{K}_0$	$\text{N}_{80+70}\text{K}_{80}$	
24 cm	0,25 ^{aa}	0,39 ^{aa}	0,57 ^{aa}	0,42 ^{aa}	0,37 ^{aa}	0,32 ^{aa}	0,39
36 cm	0,58 ^{aa}	0,62 ^{aa}	0,98 ^{ab}	0,58 ^{aa}	0,86 ^{bb}	0,41 ^{aa}	0,67
48 cm	0,88 ^{ab}	0,66 ^{aa}	0,97 ^{ab}	0,97 ^{ab}	1,14 ^{bb}	1,19 ^{bb}	0,97
átlag	0,57	0,56	0,84	0,66	0,79	0,64	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 0,37						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 0,31						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 0,42						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 0,44						
	* A sortávolság két változója között a tápanyag-utánpótlás két különböző szintjén: 0,52						

* A sávos elrendezés miatti érték.

2007-ben a legalacsonyabb tövenkénti hozamot egy 24 cm-es sortávolságról származó tő esetében tudtam rögzíteni, míg maximális tövenkénti hozam a 48 cm-es sortávolságról származott. A tövenkénti hozam tekintetében a legkisebb szórást a 36 cm-es sortávolságnál jegyeztem le (**32. táblázat**).

32. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Tövenkénti hozam (g)	2007	24	0,02	0,35	0,08
		36	0,16	0,48	0,08
		48	0,29	0,82	0,15

2007-es évjáratban a hozamok az előző évhez képest a 24 cm-es sortávolságban 44 %-kal, a 36 cm-es sortávolságú parcellák esetében 43 %-kal és a 48 cm-es sortávolságú parcellákról 46 %-kal alacsonyabb értékeket mutattak. Valószínűleg a csapadékszegény évjárat vezetett elsősorban a csökkent termés hozamhoz. A sortávolság, mint kezelés hatása azonban az előző évihez hasonlóan alakult: szignifikáns különbség mutatható ki mindhárom

variáció között. A 48 cm-es sortávolságú parcellákon nyertem a legmagasabb egyedi hozamokat (33. táblázat).

33. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti termés hozamának (g tő^{-1}) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2007)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N_0K_{80}	N_{80}K_0	$\text{N}_{80}\text{K}_{80}$	$\text{N}_{80+70}\text{K}_0$	$\text{N}_{80+70}\text{K}_{80}$	
24 cm	0,27 ^{aa}	0,30 ^{aa}	0,23 ^{aa}	0,21 ^{aa}	0,16 ^{aa}	0,17 ^{aa}	0,22
36 cm	0,41 ^{aa}	0,42 ^{aa}	0,33 ^{aa}	0,32 ^{aa}	0,32 ^{ab}	0,49 ^{bc}	0,38
48 cm	0,67 ^{bb}	0,44 ^{aa}	0,51 ^{ab}	0,47 ^{ab}	0,45 ^{ac}	0,60 ^{be}	0,52
átlag	0,45	0,39	0,36	0,33	0,31	0,42	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 0,06						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 0,08						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 0,14						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 0,14						

2008-ban a tövenkénti termés hozamot figyelve arra az eredményre jutottam, hogy a legalacsonyabb hozamot a 24 cm-es sortávolság, a legtöbb hozamot egy, a 36 cm-es sortávolságról származó tő adta. A leghomogénebbnek a 48 cm-es sortávolság tövenkénti kaszattömeg adatai tekinthetők (34. táblázat).

34. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Tövenkénti hozam (g)	2008	24	0,3	1,27	0,25
		36	0,52	1,69	0,29
		48	0,67	1,51	0,24

A tövenkénti terméstömegre vonatkozó eredményeim a harmadik kísérleti évben is a korábbihoz hasonlóan alakultak: mindhárom sortávolság-kezelés között szignifikánsan különbség mutatható ki (35. táblázat). A legszélesebb sortávolság adta a maximális értékeket, mind átlagosan, mind - a legnagyobb kivétellel - valamennyi tápanyag-ellátottsági szinten külön értékelve is.

35. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti termés hozamának (g tő⁻¹) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2008)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	0,62 ^{aa}	0,37 ^{aa}	0,35 ^{aa}	0,41 ^{aa}	0,72 ^{ba}	0,84 ^{ba}	0,55
36 cm	0,68 ^{aa}	0,76 ^{aa}	0,89 ^{ab}	0,75 ^{aa}	1,22 ^{bb}	0,74 ^{aa}	0,84
48 cm	1,04 ^{aa}	1,31 ^{bb}	1,01 ^{ab}	0,86 ^{ab}	1,18 ^{ab}	1,24 ^{ab}	1,11
átlag	0,78	0,81	0,75	0,67	1,04	0,94	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 0,17						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 0,24						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 0,42						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 0,42						

A három év adatai egyértelműen azt bizonyították, hogy a nagyobb sortávolság (24 és 48 cm között) magasabb egyedi termés hozamot biztosít.

Mivel a fentiekben azt mutattam ki, hogy a sortávolság nem eredményez szignifikáns eltéréseket sem növény magasságban, sem ernyőszámban, sem pedig az ezermagtömeg értékeiben, ez a megállapítás meglepőnek tűnhet. Az ellentmondás azonban csak látszólagos, mivel a g/tő egyedi tömeg összetettebb annál, mintsem egyszerűen az ernyőszám x terméstömeg képlettel leírható lenne. A növény morfológiai és biológiai sajátosságainak ismeretében a nagyobb sortávolságban mérhető nagyobb egyedi termés hozam a következőkből adódhat:

- a./ a szélesebb sortávolságú parcellákon bár a növények ernyőszáma nem, de az ernyők mérete (az ernyőnkénti virágok száma) nagyobb;
- b./ az ernyőkön belül a jól termékenyült és/vagy a normálisan kifejlődött termések száma nagyobb. Az utóbbi jelenségnek alapvetően szintén két oka lehet:
- bi./ kedvezőbb környezeti feltételek, több fény vagy jobb tápanyagviszonyok. A megvilágítás fontosságára BOUWMEESTER (1995) is felhívja a figyelmet. A sűrűbb állomány rosszabb fényviszonyait ugyanakkor a tapasztalt közel azonos növény magasság némileg megkérdőjelezi. A jobb tápanyag-ellátottságra visszavezethető jobb termékenyülés szintén gyakorlati tapasztalat. Az édeskömény esetében például a kontroll és az AMALGEROL-lal kezelt állományok különbsége bizonyítható (www.cheminova.hu). Adataim szerint a nagyobb sortávolság pozitív hatása az egyedi termés hozamra nemcsak a kontrollban, de minden tápanyagszinten hasonlóképpen tapasztalható volt.

bii./ jobb a termékenyülés az elhúzódó virágzás miatt. Bizonyított tény, hogy a nőelző virágok miatt egy konyhakömény egyeden belül az eltérő fejlettségű (rendű) ernyők közötti termékenyülés a leggyakoribb (NÉMETH et al., 1999). A sokdrangú elágazásokat fejlesztő egyedek tehát elméletileg jobb termékenyülést érhetnek el az elnyújtottabb virágzás következtében, mint az akár ugyanolyan ernyőszámmal, azonos rendű ernyőkkel rendelkező egyedek. Az egyedi habitus ilyen jellegű értékelése (elágazásszám) azonban a kísérlet kezdetén nem látszott fontosnak, ezért erre vonatkozó adatom nem volt.

4.1.5. EGYSÉGNYI FELÜLETRŐL BETAKARÍTOTT TERMÉS (g/m²)

2006-ban az egy m²-ről betakarított terméshozamot vizsgálva azt tapasztaltam, hogy a minimális hozamot az egyik 48 cm-es sortávolságú parcella eredményezte, a maximális terméshozamot pedig az egyik 24 cm-es sortávolságú parcelláról nyertem. A legkisebb volt a szórás a 48 cm-es sortávolságú parcellákban (**36. táblázat**).

36. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Egységnyi felületről betakarított hozam (g/m ²)	2006	24	21,11	115,51	22,7
		36	45,89	100,22	16,5
		48	21,02	80,24	14,73

A három kísérleti év közül 2007-ben és 2008-ban mutattam ki szignifikáns kölcsönhatást a két vizsgált tényező között. A kölcsönhatás mindkét esetben csak 10%-on szignifikáns, így a másik kezelés átlagában és kombinációnként is vizsgáljuk az eredményeket.

2006-ban az egy m²-re jutó kaszattermést a tápanyag kezelések átlagában a sortávolságok nem befolyásolták. Tendenciáját tekintve a kisebb illetve a közepes, -átlagban a 36 cm-es-sortávolságú parcellákról lehetett a legtöbb termést learatni (**37. táblázat**)

37. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta egységnyi felületről betakarított terméshozamának (g/m^2) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2006)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N_0K_{80}	N_{80}K_0	$\text{N}_{80}\text{K}_{80}$	$\text{N}_{80+70}\text{K}_0$	$\text{N}_{80+70}\text{K}_{80}$	
24 cm	62,34 ^{aaa}	84,94 ^{bab}	89,07 ^{bbb}	66,77 ^{aaa}	51,57 ^{aaa}	59,6 ^{aaa}	69,05
36 cm	80,91 ^{aab}	85,5 ^{aab}	93,77 ^{bbb}	68,59 ^{aaa}	79,25 ^{aaa}	64,29 ^{aaa}	78,72
48 cm	66,66 ^{aaa}	62,12 ^{aaa}	61,32 ^{aaa}	44,49 ^{aaa}	58,82 ^{aaa}	62,33 ^{aaa}	59,29
átlag	69,97	77,52	81,39	59,95	63,21	62,07	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 25,6						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 14,57						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 27,06						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 32,44						
	* A sortávolság két változója között a tápanyag-utánpótlás két különböző szintjén: 35,25						

* A sávos elrendezés miatti érték.

2007-ben a legkisebb és a legnagyobb hozam értéket is egy-egy 24 cm-es sortávolságról származó parcella adta. A 36 cm-es sortávolság esetén tekinthetjük a hozameredményeket a leghomogénebbnek (38. táblázat).

38. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Egységnyi felületről betakarított hozam (g/m^2)	2007	24	20,8	56	8,26
		36	27,3	36,6	2,88
		48	27	46,6	7,28

2007-ben a 24 cm-es és a 48 cm-es sortávolságok, mint kezelések hatása között statisztikailag igazolható különbséget kaptam a tápanyag-utánpótlások átlagában (39. táblázat). A növekvő sortávolság általában nagyobb termésméretet eredményezett ebben az évben. Ez az eredmény azonban nem minden tápanyag-ellátási szinten egyértelmű, egyes esetekben, az előző évihez hasonlóan, a közepes illetve sűrűbb térállásban értem el jobb terméshozamot.

39. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta egységnyi felületről betakarított terméshozamának (g/m^2) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2007)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N_0K_{80}	N_{80}K_0	$\text{N}_{80}\text{K}_{80}$	$\text{N}_{80+70}\text{K}_0$	$\text{N}_{80+70}\text{K}_{80}$	
24 cm	34,00 ^{ba}	40,00 ^{bb}	35,00 ^{ba}	26,70 ^{aa}	21,70 ^{aa}	27,10 ^{aa}	30,80
36 cm	32,10 ^{aa}	35,80 ^{aa}	29,60 ^{aa}	30,40 ^{aa}	30,80 ^{aa}	33,30 ^{aa}	32,00
48 cm	41,70 ^{bb}	30,40 ^{aa}	37,10 ^{aa}	28,80 ^{aa}	30,90 ^{aa}	38,30 ^{bb}	34,50
átlag	35,90	35,40	33,90	28,60	27,80	32,90	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 3,81						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 5,39						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 9,34						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 9,34						

2008-ban a legkisebb hozamot a 48 cm-es sortávolság egyik parcellája, a legnagyobbat a 24 cm-es sortávolság egyik parcellája adta, és a 36 cm-es sortávolságú parcellák tekinthetők a leghomogénebbnek (**40. táblázat**).

40. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Egységnyi felületről betakarított hozam (g/m^2)	2008	24	42,33	77,5	12,74
		36	41,67	70,83	8,2
		48	30,83	69,17	10,9

Az egységnyi felületről betakarított kaszattermés mennyisége között ismét statisztikailag bizonyított eltéréseket kaptam. A szignifikánsan legnagyobb terméshozamot ezúttal a 24 cm-es sortávolságú parcellákban mértük, mind átlagosan, mind a legtöbb tápanyagszinten (**41. táblázat**). Megfigyelhető, hogy e tendencia legerősebben a legmagasabb tápanyagszinteken jelentkezik, így bár az egyedi terméshozamra kevésbé, a parcellákról betakarítható termés mennyiségét tekintve a tápanyag-ellátottságnak szerepe van (kölsönhatás).

A 2008-as tenyészidőszakban a termés mennyisége abszolút értékben 2-3 szorosa az előző éveknek. Ennek valószínű magyarázata a csapadékviszonyokban rejlik, hiszen ebben az évben 310 mm-nyi természetes csapadék hullott, ami a 2006-os csapadéknál 11,2 %-kal, a 2007-es év csapadékmennyiségénél 44,2 %-kal volt magasabb (**41. táblázat**).

41. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta egységnyi felületről betakarított terméshozamának (g/m^2) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2008)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	52,22 ^{ab}	45,78 ^{aa}	50,83 ^{aa}	66,94 ^{bb}	71,67 ^{cb}	76,11 ^{cb}	60,59
36 cm	56,11 ^{ab}	51,94 ^{aa}	55,28 ^{aa}	53,05 ^{aa}	55,28 ^{aa}	58,06 ^{aa}	54,95
48 cm	36,11 ^{aa}	47,78 ^{aa}	43,33 ^{aa}	42,22 ^{aa}	51,39 ^{ba}	60,28 ^{ba}	46,85
átlag	48,15	48,5	49,81	54,07	59,44	64,81	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 5,15						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 7,20						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 12,61						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 12,61						

A három kísérleti év eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy az egyedi terméshozammal ellentétben, az egységnyi termőfelületre jutó termésmennyiség nem egyértelműen a legszélesebb térállásban maximális. Az egységnyi felületről betakarított termés mennyiségét valószínűleg nem a sortávolság, hanem az összes növényszám befolyásolja jelentősen. Ez összhangban van azzal, hogy a konyhakömény kísérletem feltételei között a 24 cm-es sortávolságban is alapvetően megfelelően fejlődött, mint azt a 4.1.1.-4.1.3. pontokban megállapítottam.

4.1.6. ILLÓOLAJ-TARTALOM

2006-ban a minimum és a maximum illóolaj-tartalmi érték is a 24 cm-es parcellák egyikéről került ki. Az illóolaj-tartalom szempontjából a leghomogénebbnek a 48 cm-es parcellák mintái tekinthetők (**42. táblázat**).

42. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	2006	24	1,21	3,17	0,55
		36	1,65	3,06	0,48
		48	1,54	2,86	0,36

Csak 2007-ben mutattunk ki kölcsönhatást ($P=10\%$) a két tényező között, így ebben az évben szükséges kombinációnként értékelni az eredményeket.

2006-ban a sortávolságok a tápanyagkezelések átlagában nem okoztak szignifikáns eltérést a magvak illóolajtartalmában. A leggyengébb és a legmagasabb érték között csupán 0,08% különbség adódott, a szélső értékek pedig 1,73% és 2,81% között változnak (**43. táblázat**). Az értékek átlagos, a fajtára jellemző (2-2,8%) illóolaj-tartalomnak tekinthetők (BERNÁTH et al., 2010).

43. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta illóolaj-tartalmának (ml/ 100 g szá.) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2006)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	2,81 ^{ba}	2,81 ^{ba}	1,76 ^{aa}	2,23 ^{aa}	1,73 ^{aa}	1,88 ^{aa}	2,2
36 cm	2,39 ^{ab}	2,63 ^{ab}	2,16 ^{aa}	2,54 ^{ab}	2,12 ^{aa}	1,86 ^{aa}	2,29
48 cm	2,64 ^{ab}	2,44 ^{ab}	2,22 ^{aa}	2,09 ^{aa}	1,84 ^{aa}	1,97 ^{aa}	2,2
átlag	2,61	2,63	2,05	2,28	1,9	1,9	
SzD5%	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 0,27						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 0,52						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 0,66						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 0,55						
	* A sortávolság két változója között a tápanyag-utánpótlás két különböző szintjén: 0,59						

* A sávos elrendezés miatti érték.

2007-ben a legalacsonyabb és a legmagasabb illóolaj-tartalom is a 36 cm-es sortávolságú parcellák egyikéről került kimutatásra. A legkisebb szórás a 48 cm-es sortávolságban jelentkezett (**44. táblázat**).

44. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	2007	24	2,28	2,97	0,23
		36	2,12	3,02	0,23
		48	2,22	2,77	0,18

Statisztikai különbség volt a 24 cm-es sortávolságról betakarított kaszatok illóolaj-tartalma és a 36, valamint a 48 cm-es sortávolságok között. 6,68%-kal magasabb volt a 24 cm-es sortávolságról betakarított kaszatok illóolaj-tartalma, mint a 48 cm-es parcellákról származó kaszatoké (**45. táblázat**). A sortávolság növelésével a kaszatok illóolaj-tartalma csökkenést mutatott. Ez azonban nem minden tápanyag-ellátottsági szinten érvényesül, hanem elsősorban ott, ahol a nitrogén túlsúlyban van a káliumhoz képest ($N_{80}K_0$; $N_{80+70}K_0$). A kisebb sortávolság illóolaj-tartalmat növelő hatása, - irodalmi adatok szerint- különösen emelt nitrogénellátás esetén adódhat a kevésbé érett termésből, melyet ránézésre, morfológiailag nehéz elkülöníteni a teljesen érett magtól (NÉMETH, 1998). Erre azonban közvetlen bizonyíték esetünkben nincs, és ellene szól például az, hogy a sortávolság kezelések között ugyanebben az évben sem ezermagtömegben, sem csírázóképeségben (ld. később) nem tapasztaltam szignifikáns különbséget.

A **46. táblázat** jól szemlélteti a 2008-as év illóolaj-tartalmának szélsőértékeit és szórását. A legkevesebb illóolaj a 24 cm-es sortávolságban, a legtöbb illóolaj a 48 cm-es sortávolságban jelentkezett. Ebben az évben a legkisebb sortávolságú parcellákon volt a legkisebb a szórás.

45. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta illóolaj-tartalmának (ml/ 100 g sza.) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2007)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	2,35aa	2,72ba	2,93cb	2,51aa	2,67bb	2,45ab	2,6
36 cm	2,84cc	2,48ba	2,49ba	2,41aa	2,45ba	2,19aa	2,48
48 cm	2,33aa	2,54ba	2,43aa	2,63ba	2,28aa	2,36aa	2,43
átlag	2,51	2,58	2,62	2,52	2,47	2,34	
SzD5%	A sortávolság két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 0,10						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 0,14						
	A tápanyag-utánpótlások két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 0,25						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 0,25						

46. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	2008	24	1,8	2,32	0,15
		36	1,89	2,42	0,16
		48	1,89	2,56	0,19

A 2008-as kísérleti évben, a magvak illóolaj-tartalmát vizsgálva azt tapasztaltam, hogy 2006-hoz hasonlóan a sortávolságok között a tápanyag kezelések átlagában nincs statisztikailag igazolható különbség. A legtöbb illóolajat a 48-cm-es sortávolságú parcellák növényei halmozták fel, ez az eltérés azonban jellemzően a trágyázatlan kontroll blokkban észlelt különbségekből adódik (**47. táblázat**).

A három tenyészcsoport eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy adott feltételrendszerben a magvak illóolaj-tartalma nem függ alapvetően a sortávolságtól.

47. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta illóolaj-tartalmának (ml/ 100 g sza.) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2008)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	2,18 ^{aa}	2,20 ^{aa}	2,02 ^{aa}	1,96 ^{aa}	1,94 ^{aa}	2,12 ^{aa}	2,07
36 cm	2,15 ^{aa}	2,28 ^{ba}	1,99 ^{aa}	1,9 ^{aa}	1,97 ^{aa}	2,07 ^{aa}	2,06
48 cm	2,42 ^{bb}	2,08 ^{aa}	2,15 ^{aa}	2,04 ^{aa}	2,05 ^{aa}	2,13 ^{aa}	2,14
átlag	2,25	2,19	2,06	1,97	1,99	2,10	
SzD5%	A sortávolság két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 0,11						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 0,14						
	A tápanyag-utánpótlások két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 0,26						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 0,25						

4.1.7. ILLÓOLAJ-ÖSSZETÉTEL

A konyhakömény illóolájának összetétele viszonylag egyszerű: a két fő komponens, a d-karvon és a d-limonén mellett egyéb összetevők legfeljebb 5% alatti arányban fordulnak elő. Ennek következtében a két fő komponens gyakorlatilag fordított arányban van egymással. Így a dolgozatban, a továbbiakban a d-karvon-tartalmat elemzem részletesebben, és egyéb komponensekre csak akkor térek ki, ha annak jelentősége van.

2006-ban a karvon-tartalom tekintetében a két kísérleti tényező között szignifikáns kölcsönhatást mutattam ki (SzD_{10%}), a különbségeket kombinációnként értékeljük. 2007-2008-ban a GC vizsgálatokra 1 ismétlésben került sor, így kölcsönhatást nem számoltam. 2006-ban a sortávolság hatása a konyhakömény legfontosabb, fő komponensének számító d-karvon arányára statisztikailag nem igazolható (**48. táblázat**), azonban az átlagértékeket tekintve a sortávolság növekedésével a karvon átlagos aránya csökken.

48. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta d-karvon-tartalmának (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett. Egy tényezős varianciaanalízissel kiértékelve (Szarvas, 2006)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	53	55,45	53,25	62,04	57,17	76,27	59,53
36 cm	56,73	53,53	50,83	57,06	53,41	65,05	56,1
48 cm	48,14	52,14	56,36	57,06	63,6	57,45	55,79
átlag	52,62	53,7	53,48	58,72	58,06	66,25	
SzD _{5%}	Sortávolságokat a trágyakezelések átlagában: 8,11						
	Trágyakezeléseket a sortávolságok átlagában: 8,99						

2007-ben az illóolaj d-karvon tartalmát vizsgálva megállapítottam, hogy a sortávolság-kezelések között, a tápanyagkezelés átlagában az eltérések igen kicsik, gyakorlatilag mindhárom variációban 48-49% (49. táblázat). Az egyedi minimum 45%, a maximum 51%, ami a fajtára jellemző intervallum (ZÁMBORINÉ-NÉMETH, 2002).

49. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta d-karvon-tartalmának (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2007)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	50,89	48,24	48,87	49,36	46,52	47,2	48,51
36 cm	45,24	48,69	50,44	50,69	51,2	48,1	49,06
48 cm	49,5	49,27	46,11	47,6	49,36	48,03	48,31
átlag	48,54	48,73	48,47	49,22	49,03	47,78	
SzD _{5%}	Sortávolságok a trágyakezelések átlagában: 2,15						
	Trágyakezelések a sortávolságok átlagában: 3,40						

2008-ban az előző évihez hasonlóan, az összes kísérleti mintában azonosnak tekinthető értékeket kaptam (50. táblázat.). A különbség a fél %-ot sem éri el. Összességében a magolaj d-karvon-tartalma kissé elmaradt a normál, fajtára jellemző értéktől, a legmagasabb felhalmozódási szint sem érte el az 50%-ot.

50. táblázat Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta d-karvon-tartalmának (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2008)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	47,05	49,32	46,19	47,14	48,04	46,28	47,34
36 cm	49,95	46,94	47,73	47,41	45,48	45,89	47,23
48 cm	47,38	48,35	45,06	48,29	48,66	48,17	47,65
átlag	48,13	48,2	46,33	47,61	47,39	46,78	
SzD _{5%}	Sortávolságok a trágyakezelések átlagában: 1,70						
	Trágyakezeléseket a sortávolságok átlagában: 19,84						

A három év kísérleti adatai közötti eltérést értékelve az érési folyamatban rejlő eltérésekre is következtethetünk. Ismert ugyanis, hogy a karvon a termésérés időszakában a limonén után, a megtermékenyüléstől számított 10 nap körül kezd felhalmozódni (BOUWMEESTER, 1993). 2006-ban a magasabb karvon-tartalom a *sűrűbb állományban* jelezhet előrehaladottabb érési folyamatot. Ezt egy állományon belül előidézheti az egyedenkénti kevesebb termés is (31., **33.**, **35. táblázat**). 2007-2008 években a különböző sortávolságú parcellák mintái viszont azonos karvon-tartalmat mutattak. Ekkor az érési folyamatot feltehetőleg a betakarítás előtti napok időjárása befolyásolta erősen. A hőmérséklet ugyanis a 2006. évihez képest lényegesen magasabb volt, így hozzájárulhatott ahhoz, hogy valamennyi parcellában, sortávolságtól gyakorlatilag függetlenül felgyorsult és egységessé vált az érés. A hőségnapok száma a főernyő kötődésétől a betakarításig 2006-ban 12, 2007-ben 21; 2008-ban 20 volt (**11. táblázat**). A fenti szakmai összefüggéseket további szisztematikus kísérletben lehetne egyértelműen igazolni.

4.1.8. CSÍRÁZÓKÉPESSÉG

A 2006-os évben a legrosszabbul csírázó magtétel a 24 cm-es, a legjobban csírázó pedig a 48 cm-es sortávolságról került betakarításra. A 36 cm-es sortávolságról betakarított magok csírázása a legegységesebb (51. táblázat).

51. táblázat. Az egyéves konyhakömény csírázókéességének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Csírázókéesség (%)	2006	24	63	76	2,87
		36	64	75	2,68
		48	67	79	2,98

A csírázókéesség esetében a két kísérleti tényező gyenge kölcsönhatása ($SzD_{10\%}$) csak 2008-ban volt kimutatható. Így 2006-ban és 2007-ben a másik tényező átlagában vizsgálhatjuk az adatokat.

A 2006. évi termésből a 21. napra átlagosan a magvak 69,6%-a csírázott ki. Ez az érték közelíti az 50/2004. (IV.22.) FVM rendeletben meghatározott 70%-os értéket. A sortávolság kezelések közül a legszélesebb térállású parcellák magjai szignifikánsan jobban csíráztak, mint a sűrűbb vetésből származó magok (52. táblázat).

52. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta csírázókéesség (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett. (Szarvas, 2006. évi termés)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24	72,00 ^{aa}	69,00 ^{aa}	67,00 ^{aa}	67,00 ^{aa}	66,00 ^{aa}	67,00 ^{aa}	68,00
36	68,00 ^{aa}	67,00 ^{aa}	71,00 ^{aa}	70,00 ^{aa}	68,00 ^{aa}	66,00 ^{aa}	68,33
48	73,00 ^{aa}	72,00 ^{aa}	75,00 ^{ab}	76,00 ^{ab}	70,00 ^{aa}	69,00 ^{aa}	72,50
átlag	71,00	69,33	71,33	71,00	68,00	67,33	
SzD _{5%}	A sortávolságok két változója között a tápanyagkezelés átlagában: 3,91						
	A trágyakezelések két változója között a sortávolságok átlagában: 6,15						
	A tápanyagkezelés két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 6,91						
	A sortávolság két változója között a trágyakezelések azonos szintjén: 5,18						
	*A sortávolság két változója között a trágyakezelések különböző szintjén: 6,69						

*a sávok elrendezése miatt

2007-ben mind a leggyengébben, mind a legjobban csírázó minta (46%) a 48 cm-ről került betakarításra. A legeggyöntetűbben a 36 cm-es sortávolságról betakarított magok csíráztak (53. táblázat).

53. táblázat. Az egyéves konyhakömény csírázókéességének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Csírázókéesség (%)	2007	24	48	76	8,02
		36	59	75	5,41
		48	46	85	8,24

2007-ben nem jelentkezett a sortávolság szignifikáns hatása (54. táblázat). A tendencia az előző évvel azonos, azaz a szélesebb sorközben nevelkedett növények magvainak csírázókéessége némileg jobb, de a különbség statisztikailag nem igazolt. Az átlagok nem érik el a rendeletben előírt 70%-ot.

54. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta csírázókéességének (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett. (Szarvas, 2007. évi termés)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N ₀ K ₈₀	N ₈₀ K ₀	N ₈₀ K ₈₀	N ₈₀₊₇₀ K ₀	N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	
24 cm	60,00aa	61,00aa	70,00aa	64,00aa	69,00aa	74,70ba	66,45
36 cm	68,30aa	74,00ab	64,70aa	64,70aa	65,70aa	65,30aa	67,12
48 cm	66,70aa	69,00aa	73,00aa	75,00aa	68,00aa	63,70aa	69,23
átlag	65,00	68,00	69,20	67,90	67,60	67,90	
SzD _{5%}	A sortávolság két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 4,86						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 6,87						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 11,91						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 11,91						

2008-ban a leggyengébben a 36 cm-es sortávolságú parcellák egy mintája csírázott, ugyanakkor a 24 és a 36 cm-es sortávolság mellett is volt egy minta, mely 78%-os maximummal csírázott ki a 21. napra. A 48 cm-es sortávolságú parcellák mintáinak szórása volt a legkisebb (55. táblázat).

55. táblázat. Az egyéves konyhakörmény csírázókéességének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008)

Növénytulajdonság	Év	Sortáv	Minimum	Maximum	Szórás
Csírázókéesség (%)	2008	24	50	78	8,94
		36	42	78	9,39
		48	50	76	7,67

2008-ban a sortávolság függvényében nem találtam statisztikailag igazolható különbséget a magvak csírázókéességében. Az értékek alacsonyak, az adatsor tendenciája az előző évekkel ellentétes, és az értékek szórása viszonylag nagy (minimum 54,7%; maximum 74,7%) (56. táblázat). A különböző sortávolságú parcellák között a legnagyobb eltérések az $N_{80}K_{80}$ valamint az $N_{80+70}K_0$ tápanyagszinten fordultak elő.

56. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakörmény fajta csírázókéességének (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett. (Szarvas, 2008. évi termés)

Sortávolság	Tápanyag-utánpótlás						Átlag
	Kontroll	N_0K_{80}	$N_{80}K_0$	$N_{80}K_{80}$	$N_{80+70}K_0$	$N_{80+70}K_{80}$	
24 cm	70,00ba	65,33aa	58,00aa	74,67ba	62,00aa	58,00aa	64,67
36 cm	70,00ba	64,67ba	64,00ba	64,67ba	50,00aa	64,00ba	62,89
48 cm	60,67aa	57,33aa	62,67aa	54,67aa	72,67ba	56,67aa	60,78
átlag	66,89	62,44	61,56	64,67	61,56	59,56	
SzD _{5%}	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás átlagában: 8,02						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában: 6,66						
	A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok azonos szintjén: 11,53						
	A sortávolságok két változója között a tápanyag-utánpótlás azonos szintjén: 59,37						

A három év csírázókéesség-próbái alapján azt a következtetést vontam le, hogy a sortávolság kezelés az adott határokon belül nem befolyásolja lényegesen a csírázókéességet. Ez bizonyos fokig összefüggésben állhat az előzőekben tett megállapításaimmal, miszerint az ezermagtömeget sem befolyásolja szignifikánsan a kísérleti sortávolság. Egyes esetekben és körülmények között azonban úgy tűnik, a szélesebb sortáv kedvezőbb lehet, ahogyan azt a nagyobb egyedi hozam, esetlegesen jobb termékenyülés szempontjából is kifejtettem a 4.1.4. fejezetben.

4.2. A TÁPANYAG-KIJUTTATÁS HATÁSA

4.2.1. NÖVÉNYPHAGASSÁG

A 2006-os kísérleti évben a legalacsonyabb növény az N_0K_{80} , míg a legmagasabb növény az $N_{80}K_0$ kezelésből származott. A legkisebb szórásértéket a kontroll területek magasság adatai között találtam (57. táblázat).

57. táblázat. Az egyéves konyhakömény növény magasságának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2006	Magasság (cm)	Kontroll	101,2	110,2	3,06
		N_0K_{80}	93,1	109,8	5,77
		$N_{80}K_0$	97,8	112,3	4,52
		$N_{80}K_{80}$	95,2	105,9	3,38
		$N_{80+70}K_0$	98,7	111,8	4,39
		$N_{80+70}K_{80}$	98,4	109,7	3,48

A legmagasabbra a nitrogén lombtrágyában is részesült parcellák ($N_{80+70}K_0$ és $N_{80+70}K_{80}$ növényei nőttek. A legalacsonyabb töveket az $N_{80}K_{80}$ kezelésnél mértem. A különbség szignifikánsan a 36 cm sortávolságú parcellákban jelenik meg. Azonos nitrogén ellátás mellett a K-pótlólagos kijuttatása 80 kg nitrogén hatóanyag/ha-ig magasság csökkentő hatású volt, a 80+70 kg nitrogén hatóanyag esetén a kiadott kálium már növelte a növénymagasságot (13. táblázat).

2007-ben a legalacsonyabb növényegyed az $N_{80+70}K_0$ kezelésből, míg a legmagasabb a $N_{80}K_0$ kezelésből került ki. A legkisebb szórás értéket az $N_{80+70}K_{80}$ kezeléssel értem el (58. táblázat).

58. táblázat. Az egyéves konyhakömény növény magasságának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2007	Magasság (cm)	Kontroll	59,7	78	6,8 7
		N ₀ K ₈₀	66,2	75,5	3,98
		N ₈₀ K ₀	67,5	82,6	4,18
		N ₈₀ K ₈₀	67	82,4	5,52
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	56,8	75,4	5,84
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	67	73,8	2,35

Tápanyag kezelés szempontjából átlagosan elmondható, hogy a kontroll parcellákhoz képest minden kijuttatott műtrágya adag magasság-növekedést eredményezett. Szignifikáns különbség a kontroll és az N₈₀K₀ valamint a Kontroll és N₈₀K₈₀ kezelések között mérhető (15. táblázat). E két kezelés valamennyi sortávolság mellett kiemelkedő volt.

2008-ban a minimális és a maximális növénymagasságot is az N₈₀K₀ kezelés produkálta. Legegyöntetűbb állományt, a legkisebb szórásértékkel a kontroll állomány adta (59. táblázat).

59. táblázat. Az egyéves konyhakömény növény magasságának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2008	Magasság (cm)	Kontroll	80,8	103,8	6,91
		N ₀ K ₈₀	76,5	105,4	8,8
		N ₈₀ K ₀	73,8	107,7	10,43
		N ₈₀ K ₈₀	82,5	100,5	7,48
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	78,3	106,6	9,49
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	74,4	101,1	7,62

Az adatok tendenciája az előző évekkal éppen ellentétes. A növénymagasságot minden kijuttatott műtrágyakezelés csökkentette. A különbségek azonban nem bizonyultak szignifikánsnak (17. táblázat).

A három kísérleti év közül tehát a nitrogén magasságnövelő hatása csak 2006-ban érvényesült. Ennek valószínűleg az ebben az évben használt terület alacsonyabb természetes NO₃-N-tartalma az oka, amint azt a 10. táblázatban látható. 2007-ben a mérsékelt ellátás még serkentő hatású volt, 2008-ban, a magas eredeti nitrogéntartalmú talajban a műtrágyázásnak már semmiféle pozitív hatása nem volt a növénymagasságra.

A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy az egyéves konyhakömény esetében a jelentős magasságnövekedés a hozam fokozása mellett egyben megdőlési veszéllyel járhat, így az optimális tápanyag dózisok megválasztásánál ezt is szem előtt kell tartani.

4.2.2. TÖVENKÉNTI ERNYŐSZÁM

2006-ban a legkevesebb tövenkénti ernyőszámot egy, az N_0K_{80} kezelésből származó tő adta; a legtöbb ernyőt pedig az $N_{80+70}K_0$ kezelés egyik töve produkálta. A legkisebb szórás az $N_{80+70}K_{80}$ kezelésben tapasztaltam (**60. táblázat**).

60. táblázat. Az egyéves konyhakömény növény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2006	Ernyőszám (db/tő)	Kontroll	9,4	20,6	4,19
		N_0K_{80}	6,3	20,7	4,53
		$N_{80}K_0$	11,8	25,1	3,99
		$N_{80}K_{80}$	11,4	24,9	4,26
		$N_{80+70}K_0$	15,3	33,9	5,61
		$N_{80+70}K_{80}$	12,4	22,6	3,24

Az egyes kombinációk között több esetben szignifikáns eltérések mutathatók ki. A szignifikánsan legkevesebb ernyő azonban nem a kezeletlen parcellákon, hanem a N_0K_{80} kezelésben jelentkezett. Az ernyők darabszáma a plusz tápanyag alapvetően serkentő hatást fejtett ki, de azonos nitrogén szinten a káliumdózis emelése negatívan hatott (**19. táblázat**).

2007-es kísérleti évben méréseink szerint a legkevesebb tövenkénti ernyő az $N_{80}K_{80}$ kezelésben, a legtöbb ernyő az $N_{80}K_0$ kezelésben jelentkezett. A tövenkénti ernyőszám tekintetében a kontroll tekinthető a leghomogénebbnek (**61. táblázat**).

61. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2007	Ernyőszám (db/tő)	Kontroll	8,4	13,8	1,7586
		N ₀ K ₈₀	10	16,2	2,05
		N ₈₀ K ₀	12	17,3	1,94
		N ₈₀ K ₈₀	5,6	15,6	3,03
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	6,6	16,8	2,93
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	7,4	16	2,85

A tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában szignifikáns különbséget csak az N₈₀K₀ kezelés és a kontroll között lehetett kimutatni, a trágyázott parcella javára. A kálium az előző évi eredményekhez hasonlóan, a legtöbb esetben az azonos N kijuttatás mellett ernyőszám csökkentő hatású volt. Különösen jellemző ez a legnagyobb sortávolság esetében (**21. táblázat**).

A harmadik kísérleti évben a legkevesebb tövenkénti ernyő az N₈₀₊₇₀K₈₀ kezelés egyik tővén, a legtöbb ernyőt az N₀K₈₀ kezelés egy tővén találtuk. A legkisebb szórást ebben az évben az N₈₀K₈₀ kezelés adta (**62. táblázat**).

62. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2008	Ernyőszám (db/tő)	Kontroll	24,1	50,1	9,87
		N ₀ K ₈₀	20,4	54,7	11,18
		N ₈₀ K ₀	17,5	42,9	9,02
		N ₈₀ K ₈₀	22,1	32	4,28
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	18,8	32,1	4,45
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	16,8	38,8	6,99

2008-ban minden kiadott műtrágya dózis csökkentette a tövenkénti ernyők számát a kontrollhoz képest. Ebben az évben nem csak a kálium, hanem a nitrogén plusz adagolása is negatívan hatott a konyhakömény virágzatainak fejlődésére. A legnagyobb dózisú kezelések nyomán jelentkező csökkenés szignifikáns, és mintegy egyharmaddal kevesebb ernyő fejlődött (**23. táblázat**).

Az ernyőszámra mindhárom évben az *azonos nitrogén szint mellett a kálium kijuttatás ernyőszámcsökkentő hatású volt*. A három év eredményei egyértelműen azt

tükrözik, hogy talaj jó káliumviszonyai mellett a növény generatív jellege további kálium adagolásával nem erősíthető, hanem ellenkezőleg, kevesebb ernyő fejlődik. Ez az általánosan megszokott ismeretektől eltérő eredmény. Igen jó nitrogén-ellátottságú talajban (2008) a nitrogénadagolás a növénymagassághoz hasonlóan az ernyők differenciálódására is retardáló hatással bír.

4.2.3. EZERMAGTÖMEG

2006-ban a trágyakezelések hatását vizsgálva megállapítottam, hogy a legkisebb ezermagtömeget az $N_{80+70}K_{80}$ kezelésben, a legnagyobb ezermagtömeget a kontroll parcellán értem el. A vizsgált minták az $N_{80}K_{80}$ kezelésben tekinthetők a leghomogéennebbnek (**63. táblázat**).

63. táblázat. Az egyéves konyhakömény ezermagtömegének szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2006	Ezermagtömeg (g)	Kontroll	2,73	4,31	0,61
		N_0K_{80}	2,57	3,11	0,2
		$N_{80}K_0$	2,69	4,13	0,57
		$N_{80}K_{80}$	2,23	2,83	0,19
		$N_{80+70}K_0$	2,5	2,96	0,18
		$N_{80+70}K_{80}$	2,15	2,67	0,21

A műtrágyakezelések között a különbségek statisztikailag nem igazolhatók. Tendenciájukat tekintve az adatok az ernyőszámhoz hasonlóan azt tükrözik, hogy azonos nitrogén ellátás mellett a kiadott kálium csökkentette a termés tömegét. A nitrogénből a csökkenés csak a kétszeri (80+70 kg-os dózis) kijuttatású kezelés nyomán jelentkezett (**25. táblázat**).

2007-ben a minimális 1,9 g-os ezermagtömeg négy kezelésben is előfordult. A maximális értéket (2,6 g) az N_0K_{80} kezelés egyik mintája adta. A legkisebb szórást az $N_{80}K_0$ kezelésben kaptuk (**64. táblázat**).

64. táblázat. Az egyéves konyhakömény ezermagtömegének szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2007	Ezermagtömeg (g)	Kontroll	1,9	2,5	0,19
		N ₀ K ₈₀	2	2,6	0,18
		N ₈₀ K ₀	2,1	2,4	0,11
		N ₈₀ K ₈₀	1,9	2,4	0,17
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	1,9	2,5	0,18
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	1,9	2,5	0,2

Az aszályos évben a konyhakömény terméseinek tömege igen alacsony volt, s ahogyan a sortávolság tényező elemzésekor rámutattam, a kombinációk közötti tömeg-eltérések minimálisak, nem szignifikánsak (27. táblázat).

A 65. táblázat alapján leírható, hogy az utolsó kísérleti évben a legkisebb ezermagtömeg az N₈₀₊₇₀K₈₀ kezelés egyik mintájából, a maximum érték az N₈₀K₈₀ kezelésből származik. A minták az N₈₀K₀ kezelés esetében a leghomogénebbek.

65. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2008	Ezermagtömeg (g)	Kontroll	2,6	3,7	0,34
		N ₀ K ₈₀	2,7	3,6	0,33
		N ₈₀ K ₀	2,9	3,7	0,27
		N ₈₀ K ₈₀	2,5	3,9	0,39
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	2,5	3,5	0,32
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	2,2	3,4	0,41

2008-ban a sortávolságok átlagában az N₈₀K₈₀ jelzésű kezelés adta a legnagyobb ezermagtömeget (3,53 g) (29. táblázat). Itt a növekvő nitrogén dózisok csökkenő méretet eredményeztek.

A három év során a műtrágyakezelés eltérően befolyásolta az ezermagtömeggel jellemzett termésméretet. Két évben tapasztaltunk igazolható hatást, s bebizonyosodott, hogy kísérleti körülményeink között a legnagyobb dózisu kijuttatások minden esetben csökkentik a terméstömeget. Valószínűleg az ezermagtömeget a tenyészidőszakban hullott csapadék mennyisége is erősen befolyásolja. *Csapadékos években (2006 és 2008) a legtöbb esetben az azonos nitrogén szint mellett a K-kijuttatás ezermagtömeg csökkentő hatású volt.* Ez a

tulajdonság az eddig tárgyaltaknál érzékenyebbnek tűnik mind a nitrogén, mind pedig a kálium jelenlétére, mennyiségére. A talaj eredeti tápanyagtartalmától is függően, szűk az optimális dózistartomány.

4.2.4. TÖVENKÉNTI TERMÉSHOZAM

2006-ban a legkisebb tövenkénti hozam a kontroll parcelláról, a maximális tövenkénti hozamérték az $N_{80+70}K_0$ kezelésből származott. A legeg्यöntetűbb hozamokat az $N_{80}K_{80}$ kezelésben kaptam (**66. táblázat**).

66. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2006	Tövenkénti hozam (g/tő)	Kontroll	0,21	1,03	0,29
		N_0K_{80}	0,37	0,85	0,19
		$N_{80}K_0$	0,46	1,4	0,31
		$N_{80}K_{80}$	0,28	1,68	0,44
		$N_{80+70}K_0$	0,32	1,73	0,51
		$N_{80+70}K_{80}$	0,25	1,47	0,44

A tápanyagellátás a sortávolság kezelések átlagában nem okozott szignifikáns változást az egyedi termés mennyiségben (**31. táblázat**). Jelentősebb eltérések csak a 36 cm-es sortávolságú parcellákon tapasztalhatók, itt is különösen a $N_{80}K_0$ és az $N_{80}K_{80}$ -as valamint az $N_{80+70}K_0$ és $N_{80+70}K_{80}$ -as kezelések között. A K adagolás tendenciájában terméscsökkentő hatással bírt. Az $N_{80}K_0$ -ás kezelés eredményezte a legtöbb tövenkénti termést. A nagyobb térállásban a növények az emelt N-utánpótlásra kevésbé reagáltak.

A 2007-es kísérleti évben a legkisebb tövenkénti hozamot az $N_{80}K_{80}$ kezelés, a maximális tövenkénti hozamot az $N_{80+70}K_{80}$ kezelés egyik növénye adta. A kontroll állomány tekinthető a legegységesebbnek (**67. táblázat**).

67. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2007	Tövenkénti hozam (g/tő)	Kontroll	0,26	0,48	0,08
		N ₀ K ₈₀	0,27	0,63	0,13
		N ₈₀ K ₀	0,16	0,72	0,21
		N ₈₀ K ₈₀	0,02	0,46	0,14
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	0,09	0,43	0,12
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	0,14	0,82	0,2

Minden kezelés csökkentette a termés mennyiségét a kontrollhoz képest (**33. táblázat**). Azonos N dózisok mellett a pótlólagos K kiadása hátrányos volt, kivéve a legnagyobb dózisú, fejtrágyával is ellátott parcellákat. A kontroll és a legnagyobb tápanyagdózisban (N₈₀₊₇₀K₈₀) részesült parcellák egyedi hozama egymáshoz hasonló, míg az összes többi lényegesen alacsonyabb. Ez azonban felhívja a figyelmet, hogy nem feltétlenül az egyes makroelemek dózisa, hanem azok egymáshoz való viszonya lehet döntő.

2008-ban a minimális tövenkénti hozamot az N₀K₈₀ kezelés egyik töve adta, míg a maximális tövenkénti hozamot az N₈₀₊₇₀K₀ kezelés egyik tövének tudtam mérni. A legegységesebbnek az N₈₀K₈₀ kezelés bizonyult (**68. táblázat**).

68. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2008	Tövenkénti hozam (g/tő)	Kontroll	0,44	1,23	0,25
		N ₀ K ₈₀	0,3	1,51	0,45
		N ₈₀ K ₀	0,35	1,25	0,36
		N ₈₀ K ₈₀	0,32	1,03	0,24
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	0,69	1,69	0,35
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	0,52	1,41	0,33

E harmadik évben a sortávolságok átlagában értékelendő eredmények szerint a N₈₀₊₇₀K₀ kezelés valamennyi többinél jobb eredményt biztosított (**35. táblázat**). Azonos N dózisok mellett a pótlólagos K kiadása az előző évekhez hasonlóan hátrányos volt a tövenkénti termésre, kivéve a nitrogén-adagolásban nem részesült kontrollt.

A három év eredményei az egyedi terméstömeg vonatkozásában rendkívül ellentmondásosak. Két évben a sortávolsággal való kölcsönhatás is jelentkezik, ami nagyban

hozzájárulhat az értékelés nehézségéhez. A sortávolság hatása különösen a nitrogénellátás vonatkozásában tűnik fontosnak. Általános tendencia, hogy *azonos nitrogéndózis mellett a K adagolás tendenciájában természsökkentő hatással bírt*, ami még a 2008-as terület (relatív káliumban legszegényebb) talaján is bebizonyosodott. Adataink alapján feltételezhető, hogy a nitrogén és kálium tápanyag az egyedi termést igen komplexen (ld. előző fejezetek) és egymással összefüggésben határozza meg.

A tövenkénti terméshozam és a trágyakezelés hatásáról korábbi köményre vonatkozó irodalmi adatok nem álltak rendelkezésemre.

4.2.5. EGYSÉGNYI FELÜLETRŐL BETAKARÍTOTT TERMÉS

Az első kísérleti évben a legkevesebb hozamot m^2 -ként az $\text{N}_{80}\text{K}_{80}$ kezelés egyik parcelláján, a legtöbbet az N_{80}K_0 kezelés egyik parcelláján mértük. A legkisebb szórása a kontrollnak volt (**69. táblázat**).

69. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2006	Egységnyi felületről betakarított hozam (g/m^2)	Kontroll	43,84	84,4	14,02
		N_0K_{80}	55,38	101,49	16,01
		N_{80}K_0	48,3	115,51	20,61
		$\text{N}_{80}\text{K}_{80}$	21,02	85	19,95
		$\text{N}_{80+70}\text{K}_0$	21,11	100,22	24,12
		$\text{N}_{80+70}\text{K}_{80}$	40,98	93,04	15,96

2006-ban statisztikailag igazolható különbségeket kaptam, amikor a sortávolságok átlagában vizsgáltam a trágyakezelések hatását: jelentős különbséget találtam az N_0K_{80} és $\text{N}_{80}\text{K}_{80}$; valamint az N_{80}K_0 és az $\text{N}_{80}\text{K}_{80}$ kezelések között. A kontrollhoz képest a 48 cm-nél kisebb sortávolság esetén volt termésnövelő hatása a trágyázásnak. Ez a legmarkánsabban a legsűrűbb térállásban jelentkezett a 80 kg N illetve a 80 kg K kezelésekben maximummal. Az ennél nagyobb dózisok retardáló hatásúak (**37. táblázat**).

A 2007-es kísérleti évben a legkisebb egységnyi felületről betakarított hozamot az $\text{N}_{80+70}\text{K}_{80}$ kezelés eredményezte. A maximális hozam az N_0K_{80} kezelésből került ki. A leghomogénebbnek pedig az $\text{N}_{80+70}\text{K}_0$ kezelés bizonyult (**70. táblázat**).

70. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2007	Egységnyi felületről betakarított hozam (g/m ²)	Kontroll	29,3	44,3	5,42
		N ₀ K ₈₀	28,3	56	9,69
		N ₈₀ K ₀	27,3	43,3	4,89
		N ₈₀ K ₈₀	27	38,65	4,38
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	28,3	36,6	3,37
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	20,8	46,6	8,48

A különböző kezelési kombinációkban számos esetben jelentkezik szignifikáns differencia (SzD_{5%}) (**39. táblázat**). A legsűrűbb vetésben a tápanyag-adagolás erősebb negatív hatással bírt, mint a nagyobb térállásban. A kálium terméscsökkentő hatása nem jelentkezett határozottan. Az egységnyi felületről betakarított termés maximumát 2007-ben a 48 cm-es sortávolságról és az N₈₀₊₇₀K₈₀-as kezeléssel értem el (45,8 g/m²), nem sokkal maradt el mögötte a kontroll (41,7 g/m²).

A harmadik kísérleti évben a kontroll és az N₈₀K₈₀ kezelés egy parcellája is azonos minimális hozamértéket mutatott. A maximális hozamot szintén az N₈₀K₈₀ kezelés egyik parcellája eredményezte. Hozam szempontjából a leghomogénebb adatsort az N₀K₈₀ kezelés nyújtotta (**71. táblázat**).

71. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2008	Egységnyi felületről betakarított hozam (g/m ²)	Kontroll	30,83	59,17	9,65
		N ₀ K ₈₀	41,67	69,17	8,48
		N ₈₀ K ₀	37,5	70,83	9,47
		N ₈₀ K ₈₀	30,83	77,5	15,14
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	43,33	75,83	10,73
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	52,5	76,67	9,93

2008-ban a legnagyobb átlag hozamokat a legjobban ellátott parcellákon kaptam. A K hatóanyag kifejezetten termésnövelő hatású, tehát ebben az évben a terület káliumellátottsága mellett a pótlólagos kijuttatás pozitívnak bizonyult. Különösen a magasabb N szinteken és a sűrűbb térállásban segített a K műtrágya a terméseredmény fokozásában (**41. táblázat**).

A három kísérleti év eredményei összességében azt tükrözik, hogy – hasonlóan az egységnyi terméstömeghez - *a tápanyagellátás hatása függ a sortávolságtól*. 2006-ban és 2008-ban a legsűrűbb vetésben a pótlólagos nitrogén kijuttatás pozitív hatású a termés hozamra, -ez a megállapítás egybeesik HORNOK (1978) korábbi állításával, miszerint a termésmennyiség növelhető nitrogén kijuttatással-, azonban a *magasabb nitrogénszinteken a kálium megfelelő mennyisége is szükséges*. Az optimális arányok beállításához azonban nagyon pontos dózis-meghatározás látszik szükségesnek, erősen figyelembe véve a talaj tápanyag-szolgáltató képességét. Az eredmények nem minden évben nyilvánultak meg következetesen, így 2007-ben feltételezhetően a csapadék, mint minimumtényező miatt, -melyet LARIBI és munkatársai (2009) eredményei is alátámasztanak- a sűrűbb állományok nem tudták a kijuttatott N és K műtrágyát hasznosítani.

4.2.6. ILLÓOLAJ-TARTALOM

2006-ban a legalacsonyabb illóolaj-tartalmi eredményt egy, az $N_{80}K_0$ kezeléssel származó minta adta. A legmagasabb minta érték az N_0K_{80} kezeléssel származott. A leegyensúlytűbbek az $N_{80+70}K_{80}$ kezelés mintái voltak (**72. táblázat**).

72. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2006	Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	Kontroll	1,71	2,97	0,39
		N_0K_{80}	2,29	3,17	0,33
		$N_{80}K_0$	1,21	2,62	0,41
		$N_{80}K_{80}$	1,86	2,81	0,38
		$N_{80+70}K_0$	1,54	2,97	0,44
		$N_{80+70}K_{80}$	1,75	2,18	0,14

Az első évben a műtrágyakezelések következtében a kontrollhoz képest minden esetben illóolaj-tartalom csökkenés következett be, amennyiben a parcellákat N kezelésben részesítettem (**43. táblázat**). Azonos N-szint mellett a K hatóanyag kiadásával viszont minden esetben illóolaj növekményt regisztráltam. A magvak legmagasabb illóolajtartalmát az N_0K_{80} -as kezeléssel értem el a sortávolságok átlagában (2,62%) és minden sortávolságon egyesével is.

A második kísérleti évben a legkevesebb illóolajat az $N_{80+70}K_{80}$ kezelés egyik mintájából, a maximális értéket a kontroll kezelés egyik mintájából nyertem. A szórások alapján $N_{80+70}K_{80}$ kezelés a leghomogénebb (**73. táblázat**).

73. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2007	Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	Kontroll	2,26	3,02	0,31
		N_0K_{80}	2,22	2,75	0,18
		$N_{80}K_0$	2,35	2,97	0,18
		$N_{80}K_{80}$	2,31	2,81	0,18
		$N_{80+70}K_0$	2,25	2,97	0,22
		$N_{80+70}K_{80}$	2,12	2,65	0,16

2007-ben a legnagyobb illóolaj-felhalmozódást a 24 cm-es parcellákról az $N_{80}K_0$ kezeléssel értem el (**45. táblázat**). Azonos K_{80} kijuttatás mellett az emelt adagú N előző évben tapasztalt negatív hatása is megmutatkozik, legerősebben a legmagasabb dózisu, fejtrágyában is részesített parcellákon detektálható. A K illóolaj felhalmozódást serkentő hatása ebben az évben viszont kevésbé jelentkezett.

2008-ban a legalacsonyabb illóolaj-tartalmat az $N_{80+70}K_0$ kezelés egyik mintája, a maximális értéket pedig a kontroll adta. A legalacsonyabb szórás az $N_{80}K_{80}$ kezelésben mutatkozott (**74. táblázat**).

74. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2008	Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	Kontroll	2	2,56	0,17
		N_0K_{80}	2	2,42	0,12
		$N_{80}K_0$	1,89	2,31	0,15
		$N_{80}K_{80}$	1,9	2,11	0,09
		$N_{80+70}K_0$	1,8	2,11	0,11
		$N_{80+70}K_{80}$	1,89	2,4	0,18

A sortávolságok átlagában a kontroll kezelés biztosította a legmagasabb illóolaj felhalmozódási szintet (**47. táblázat**). A pótlólagosan kiadott nitrogén illóolaj-tartalom-csökkentő hatása statisztikailag igazolható. (A talajvizsgálati eredmények szerint a talaj nitrát-

nitrogén tartalma ebben az évben volt a legmagasabb.) A K illóolaj hozamnövelő hatása szintén tapasztalható, de csak a legmagasabb N szinten, ekkor viszont minden sortávolság esetében.

Összességében megállapítottam, hogy a három év adatai alapján a makro-tápelemek ellátottságának szabályozásával az illóolaj-tartalom valószínűleg befolyásolható. A magvak illóolajtartalmát –a terméshozammal némileg ellentétben- a nitrogén ellátottság a (24-48 cm-en belüli) sortávolságtól függetlenül negatívan befolyásolja. Eredményeimmel bizonyítani tudtam MIHALIAK és LINCOLN (1985) valamint ROSSO és SOMBRERO (1991) állítását, miszerint a konyhakömény illóolaj-tartalmára *a N-kijuttatás negatív hatást gyakorol. Az optimális káliumszint azonban az illóolaj felhalmozódást serkentheti.* Ez a megállapításom ellentétes SZÁNTNER (1985), közlésével, ugyanakkor alátámasztja DEHE (2001) magas illóolaj-tartalmi eredményeit (3,1-3,5 ml/ 100 g sza.) 200 kg/ ha-os kálium hatóanyag kijuttatása mellett.

4.2.7. ILLÓOLAJ-ÖSSZETÉTEL

A kijuttatott K hatóanyag 2006-ban a d-karvon mennyiségét egyértelműen emelte. Hatása a nitrogén dózis növekedésével egyre jelentősebb. A sortávolságok átlagában a legmagasabb karvon szintet az $N_{80+70}K_{80}$ -as kezeléssel értem el (66%). A sortávolság tényezőt is figyelembe véve azt tapasztaltam, hogy a hatás a 24 cm-es sortávolságú parcellákon a legerősebb (**48. táblázat**). A 60 sz.a. % feletti beltartalmi értékek gyakorlatilag már a kétéves változat értékesebb termései szintjének felelnek meg (ZÁMBORINÉ-NÉMETH, 2005).

A következő évben viszont a d-karvon komponens aránya minden parcellán 50% alatt maradt (**49. táblázat**). A kezelések közötti különbségek is kisebbek, ami,- mint a sortávolság esetében is jeleztem -, valószínűleg a csapadéktényező minimumának tulajdonítható; alátámasztva mindezt LARIBI és munkatársai (2009) állításával, miszerint a csökkenő vízmennyiség a d-karvon-tartalmat csökkenti. A kálium kedvező hatása ebben a vegetációs időszakban a gyengébb, N_{80} nitrogén-kijuttatás mellett jelentkezett, a maximális értéket a $N_{80}K_{80}$ kezelésben ért el (49,2%).

2008-ban az előző évihez hasonló, viszonylag alacsony átlagértékek mellett a kálium kedvező hatása több kombinációban megmutatkozott. A legjelentősebb karvon-tartalom növekedést a közepes tápanyag-utánpótlás mellett, a N_0K_{80} kezelésben kaptuk. A nagyobb adagú N-kijuttatás már karvon-tartalom csökkentő hatású volt (**50. táblázat**).

Összességében megállapítottam, hogy mindhárom kísérleti évben megmutatkozott a *kálium kedvező hatása a karvon-tartalomra*. Az optimális kálium adag azonban évente eltérő volt, a talaj káliumszolgáltató képessége, illetve a nitrogéndózisok függvényében.

4.2.8. CSÍRÁZÓKÉPESSÉG

2006-ban a legalacsonyabb csírázási % értéket az $N_{80+70}K_0$ kezelés, a legmagasabbat az $N_{80}K_{80}$ kezelés 1-1 mintája adta. Leghomogéennebbnek az $N_{80+70}K_{80}$ kezelés bizonyult (**75. táblázat**).

75. táblázat. Az egyéves konyhakömény csírázóképségének szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2006	Csírázóképeség (%)	Kontroll	64	76	3,78
		N_0K_{80}	66	73	2,5
		$N_{80}K_0$	65	75	4,12
		$N_{80}K_{80}$	67	79	4,24
		$N_{80+70}K_0$	63	71	2,39
		$N_{80+70}K_{80}$	65	71	1,8

Az első kísérleti évben a legjobb csírázás az $N_{80}K_0$ és az $N_{80}K_{80}$ kezelés nyomán volt tapasztalható (**52. táblázat**). A nagyobb dózisok már negatívan hatottak. A kiegészítő műtrágyázás serkentő hatása elsősorban a szélesebb sortávolság esetén jelentkezett, ami ellentétes a műtrágyázás serkentő hatásával a sűrűbb térállású parcellák terméshozamát illetően (ld. fentebb 4.2.5. fejezetben).

A második kísérleti évben a legrosszabb és a legjobb csírázási %-kal is az $N_{80+70}K_{80}$ kezelés egy-egy mintája rendelkezett. A leghomogéennebbnek az $N_{80+70}K_0$ kezelés tekinthető (**76. táblázat**).

76. táblázat. Az egyéves konyhakömény csírázóképségének szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2007	Csírázóképeség (%)	Kontroll	55	72	5,43
		N ₀ K ₈₀	52	75	7
		N ₈₀ K ₀	59	74	4,71
		N ₈₀ K ₈₀	48	77	10,03
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	62	71	3,43
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	46	85	11,35

2007-ben statisztikailag igazolható különbséget nem találtam egyik tápanyag kezelés között sem a sortávolságok átlagában (**54. táblázat**). Megjegyzendő azonban, hogy legnagyobb eltérések ekkor is a legszélesebb térállásban jelentkeztek, ahol a közepes (80kg/ha) tápanyagszinteken volt mérhető az optimum.

Az utolsó kísérleti évből származó magok csírázását vizsgálva megállapítottam, hogy három kezelés (N₈₀K₀, N₈₀K₈₀, N₈₀₊₇₀K₈₀) egy-egy mintája mutatta a legalacsonyabb csírázási %-ot (50%). A legjobb csírázóképséget (78%) szintén három trágyakezelés (kontroll, N₀K₈₀, N₈₀K₈₀) egy-egy mintája eredményezte. A legkisebb szórást pedig az N₈₀₊₇₀K₈₀ kezelésben kaptam (**77. táblázat**).

77. táblázat. Az egyéves konyhakömény csírázóképségének szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008)

Év	Növénytulajdonság	Trágyakezelés	Minimum	Maximum	Szórás
2008	Csírázóképeség (%)	Kontroll	58	78	6,72
		N ₀ K ₈₀	52	78	8,65
		N ₈₀ K ₀	50	74	8,76
		N ₈₀ K ₈₀	50	78	10,15
		N ₈₀₊₇₀ K ₀	42	76	11,13
		N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	50	70	6,15

2008-ban a két tényező kölcsönhatása statisztikailag is kimutatható. A legszélesebb sortávon a trágyázás okozta különbség a legerősebb. Összességében a kezeletlen kontroll parcellák eredményezték a legjobban csírázó magvakat a (66,9%) (**56. táblázat**), s a különösen a N nélküli K kijuttatás volt erősen negatív hatású.

A három évet együttesen tekintve azt állapítottam meg, hogy adott szinten a kálium és a nitrogén műtrágya utánpótlása csak a közepes dózisban, és ez is csak bizonyos években

volt jó hatással a magvak csírázókéességére. *A tápanyag-utánpótlásnak a szélesebb térállásban van nagyobb jelentősége.* Ez összhangban van azzal, hogy a szélesebb térállás több ernyőt, termésmnövelő hatást is mutatott, ami a fokozott tápanyag-hasznosítás következménye is lehet. Bár a konyhaköményben kísérleti eredmények erre vonatkozóan nem ismeretesek, de a szélesebb térállás erőteljesebb gyökérfejlődést tesz lehetővé, ami szintén a tápanyagok felvételét serkentheti.

4.3. KORRELÁCIÓS KAPCSOLATOK

4.3.1. A sortávolság korrelációs kapcsolata a megfigyelt növényi tulajdonságokkal

Amint az alábbi **78. táblázat** szemlélteti, a vizsgált tulajdonságok közül a *sortávolság a kísérlet során a legszorosabb korrelációs kapcsolatban a tövenkénti terméshozammal állt.* A csapadékos években erősebb (2006-ban: $r=0,95$; 2008-ban: $r=0,69$), a teljes kísérleti időszak átlagában kicsit gyengül a kapcsolat ($r= 0,54$), de továbbra is szignifikáns. A sortávolság és egyéb tulajdonságok között csak 1-1 évben volt szignifikáns korreláció bizonyítható.

78. táblázat. A sortávolság kapcsolata a konyhakömény vizsgált tulajdonságaival (kontroll tápanyagkezelés)

Spearman korreláció	Növénymagasság (cm)	Tövenkénti ernyőszám (db)	Ezermagtömeg (g)	Tövenkénti hozam (g)	Egységnyi felületről betakarított hozam (g/m ²)	Illóolaj-tartalom (ml/100g)	d-karvon-tartalom (%)	d-limonén tartalom (%)	csírázókéesség (%)
Sortávolság hatása 2006	-0,05	0,63	-0,95**	0,95**	0,21	-0,19	-0,5	0,5	0,11
Sortávolság hatása 2007	0,84**	0,45	-0,19	0,47	0,55	-0,48	-0,5	0,5	0,4
Sortávolság hatása 2008	-0,15	0,58	0,11	0,69*	-0,55	0,66	-0,5	0,5	-0,57
Sortávolság hatása 2006-2008	0,09	0,236	-0,23	0,54**	-0,05	-0,09	-0,26	0,21	-0,03

** 0,01 szignifikancia szinten, * 0,05 szignifikancia szinten

A sortávolság növénytulajdonságokra gyakorolt hatását szerettem volna más statisztikai módszerekkel is igazolni így a továbbiakban diszkriminancia és klaszter analízist végeztem. Azt vizsgáltam, hogy a felmért növényi tulajdonságok közül melyek azok, amelyek matematikailag egyértelműen a sortávolságokhoz köthetők, azaz a gyakorlatban a sortávolság által valószínűleg leginkább meghatározottak. E vizsgálatba a teljes kísérleti időszakból származó összes adatot bevontam.

Megállapítottam, hogy a tövenkénti hozam, az egységnyi felületről betakarított hozam és az ezermagtömeg értékek bírnak szignifikáns ($p < 0,001$) elválasztó erővel, ahol a Wilk-féle lambda meghaladja a 0,5-öt (**79. táblázat**), és az F érték magas. E tulajdonságok, mint változók alapján az SPSS program bizonyíthatóan 3 osztályba sorolta az adatokat, s ezen osztályok az egyes sortávolságoknak felelnek meg.

79. táblázat. A Wilk-féle lambda értéke a sortávolság elválasztásakor.

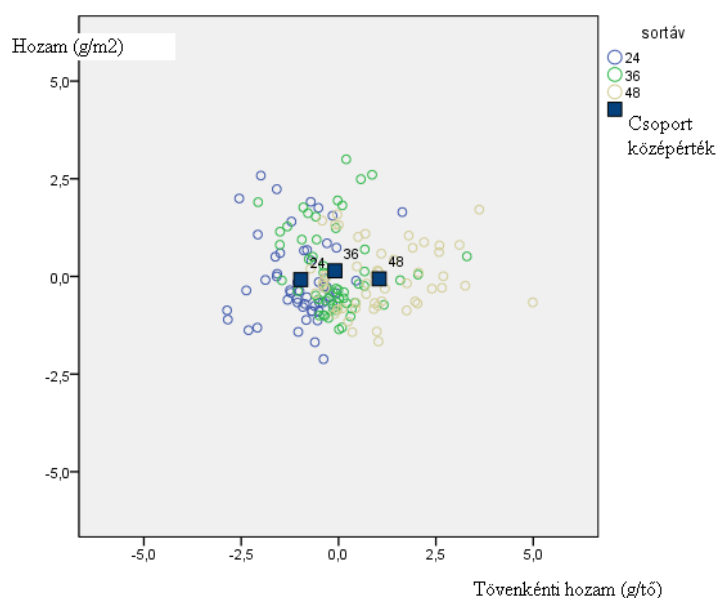
Wilks' Lambda					
lépés	Függvény-tagok száma	Lambda	df1	df2	df3
1	Tövenkénti hozam (g/tő)	0,74	1	2	158
2	Hozam (g/m ²)	0,62	2	2	158
3	Ezermagtömeg (g)	0,59	3	2	158

Tehát *a sortávolságok* leginkább a három fenti tulajdonságra *hatottak* a kísérleti időszakban, *legerőteljesebben a tövenkénti hozamra* (ami megegyezik a **78. táblázatban** közölt eredményekkel).

A tövenkénti hozam és az egységnyi felületről betakarított hozam koordinátarendszerében a különböző sortávolságú parcellák értékei jól elkülönülnek (**80. táblázat** és **9. ábra**). E függvények 64 %-ban sikeresen választják el egymástól a sortávolságokat. Ez alapján a vizsgálati időszakban a 36 cm-es sortávolságú parcellákról tudtam a legtöbb átlag hozamot, míg a 48 cm-es parcellákról a legtöbb tövenkénti hozamot betakarítani.

80. táblázat. Diszkriminancia függvény paraméterei

	Függvények	
	X-tengely	Y-tengely
Ezermagtömeg (g)	-0,41	-0,54
Tövenkénti hozam (g)	1,17	0,23
Egységnyi felület hozama (g/m ²)	-0,56	1,02



9. ábra. A megfigyelési egységek csoportosulása a tövenkénti és egységnyi felületről betakarított koordináta rendszerében.

4.3.2. A műtrágyadózisok korrelációs kapcsolata a megfigyelt növényi tulajdonságokkal

A nitrogén esetében a korrelációs vizsgálatokat a kontroll-N₈₀K₀-N₈₀₊₇₀K₀ kezelések eredményeivel végeztem el, így a növekvő nitrogéndózisokkal való összefüggést elemezhettem. Adataim szerint a *kijuttatott nitrogén műtrágya a kísérleti időszakban negatív összefüggésben áll a termések illóolaj-tartalmával*. Ez a három közül két csapadékos évben és az évek átlagában is bizonyítható. Egyéb tulajdonságok esetében csak 1-1 évben jelentkeztek szignifikáns kapcsolatok (**81. táblázat**).

81. táblázat. A kijuttatott nitrogén korrelációs kapcsolata a vizsgált növénytulajdonságokkal

Spearman korreláció	Növénymagasság (cm)	Tövenkénti ernyőszám (db)	Ezermagtömeg (g)	Tövenkénti hozam (g)	Egységnyi felületről betakarított hozam (g/m ²)	Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	d-karvon-tartalom (%)	d-limonén-tartalom (%)	Csírázóképesség (%)
N műtrágya hatása 2006	0,13	0,52**	-0,46*	0,13	-0,16	-0,57**	0,74**	-0,48*	-0,34
N műtrágya hatása 2007	0,09	-0,07	-0,13	-0,17	-0,3	-0,24	0,11	0,11	0,16
N műtrágya hatása 2008	-0,25	-0,48*	-0,05	0,3	0,37	-0,58**	-0,05	0,11	-0,23
N műtrágya hatása 2006-2008	-0,02	0,05	-0,14	0,09	-0,03	-0,40**	0,12	-0,06	-0,11

** 0,01 szignifikancia szinten, * 0,05 szignifikancia szinten

A kálium műtrágya esetében a páronkénti korrelációs vizsgálatokat a növekvő K dózis összefüggésének elemzéséhez a kontroll-N₀K₈₀, a N₈₀K₀-N₈₀K₈₀ és az N₈₀₊₇₀K₀-N₈₀₊₇₀K₈₀ kezelések eredményein végeztem el. Erre azért volt szükség, mert a kísérlet során csak 0 és 80 kg/ha K hatóanyag mennyiséggel dolgoztam.

A trágyakezelés párokat összességében vizsgálva nem mutatkozott jelentős kapcsolat a kijuttatott K-hatóanyag és a növénytulajdonságok között. A 2006-os és 2008-as évben (csapadékos évek) azonban megjelent a kálium d-karvon-tartalmat pozitívan (és ezzel együtt a limonén-tartalmat negatívan) befolyásoló hatása az N₈₀K₀ és az N₈₀K₈₀ kezelés pár esetében (82. táblázat).

82. táblázat. A kijuttatott kálium hatóanyagú műtrágya korrelációs kapcsolata a vizsgált növényi tulajdonságokkal.

Spearman korreláció		Növénymagasság (cm)	Tővenkenti ernyőszám (db)	Ezermagtömeg (g)	Tővenkenti hozam (g)	Egységnyi felületről betakarított hozam (g)	Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	d-karvon-tartalom (%)	d-limonén- tartalom (%)	Csírázó-képesség (%)
kontroll-N ₀ K ₈₀	K műtrágya hatása 2006	-0,18	-0,33	-0,4	0,02	0,2	-0,08	0,1	0,1	-0,3
	K műtrágya hatása 2007	0,29	0,41	-0,02	0,46	0,19	-0,15	-0,3	0,29	0,37
	K műtrágya hatása 2008	0,08	-0,1	0,17	-0,1	-0,12	-0,29	-0,1	-0,29	-0,34
	K műtrágya hatása 2006-2008	-0,02	-0,03	-0,06	0,09	0,07	-0,09	0,01	-0,01	-0,03
N ₈₀ K ₀ -N ₈₀ K ₈₀	K műtrágya hatása 2006	-0,50*	-0,31	-0,76**	-0,36	-0,48*	0,23	0,68**	-0,68**	0,01
	K műtrágya hatása 2007	-0,23	-0,26	-0,29	-0,09	0,01	-0,13	0,3	-0,29	0,12
	K műtrágya hatása 2008	0,08	-0,18	-0,04	-0,14	0,25	-0,19	0,49**	-0,49**	0,19
	K műtrágya hatása 2006- 2008	-0,07	-0,13	-0,22	-0,2	-0,08	-0,02	0,2	-0,16	0,08
N ₈₀₊₇₀ K ₀ - N ₈₀₊₇₀ K ₈₀	K műtrágya hatása 2006	-0,01	-0,3	-0,55*	-0,14	-0,05	0,31	0,69**	-0,57**	-0,25
	K műtrágya hatása 2007	-0,24	0,02	0,07	0,05	0,33	-0,27	-0,293	0,29	0,09
	K műtrágya hatása 2008	-0,06	-0,18	-0,31	-0,1	0,23	0,34	-0,098	0,2	-0,119
	K műtrágya hatása 2006- 2008	0,05	-0,11	-0,21	-0,05	0,1	0,06	-0,054	0,06	-0,129

** 0,01 szignifikancia szinten, * 0,05 szignifikancia szinten

A 6 különböző trágyadózist (a N és K dózisokat együtt) vizsgálva a sortávolsághoz hasonlóan, diszkriminancia analízissel is értékeltem a növényi tulajdonságokkal való összefüggést. Azt tapasztaltam, hogy a teljes kísérleti időszakot és az összes adatot vizsgálva a műtrágyahatás legmarkánsabban az ezermagtömeggel és az illóolaj-tartalommal jellemezhető.

Az előbbi közlést magyarázza az alább található részletes elemzés:

A Wilks-féle lambda mindkét változóra meghaladja a 0,5-öt (**83. táblázat**), az F érték pedig magas (6,26, illetve 6,07), így mindkét változó szignifikáns elválasztó erővel bír ($p < 0,001$).

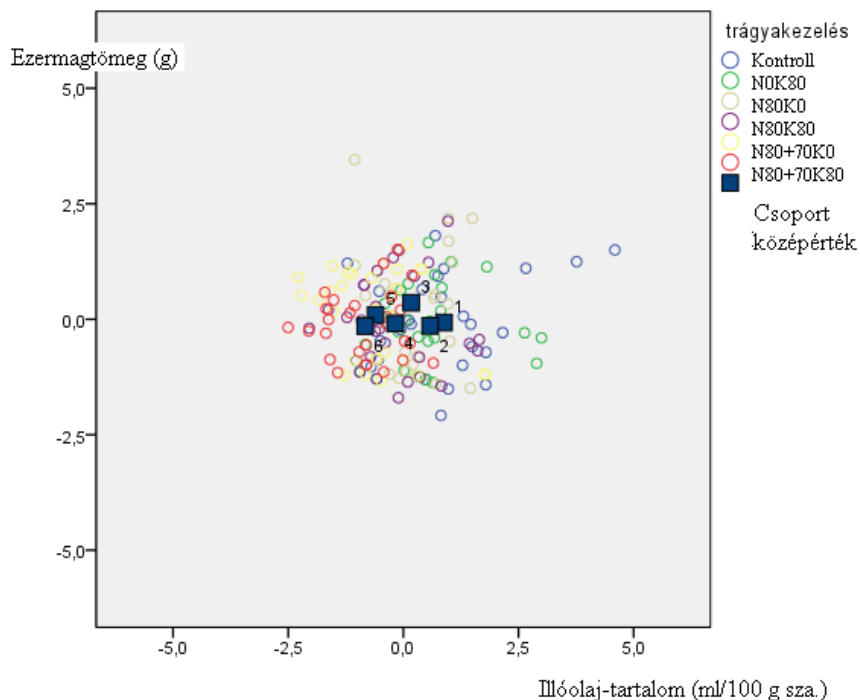
83. táblázat. A Wilk-féle lambda értéke a trágyakezelések elválasztásakor.

Wilks' Lambda					
lépés	Függvény- tagok száma	Lambda	df1	df2	df3
1	Illóolaj- tartalom	0,83	1	5	155
2	(ml/100 g sza.) Ezermagtömeg (g)	0,70	2	5	155

Az illóolaj-tartalom és az ezermagtömeg koordinátarendszerében a trágyakezelések elkülönülnek egymástól. Az így képzett függvények 34,6 %-ban választják el egymástól a trágyakezeléseket. A legalacsonyabb illóolaj-tartalom értékeket az $N_{80+70}K_{80}$ kezelésből, a legmagasabb értékeket a kontroll és az N_0K_{80} kezelésekből nyertük (**84. táblázat, 10. ábra**). Ezzel ismételten bebizonyítottam a **81. táblázat** állítását, miszerint a nagyadagú nitrogén kijuttatás az illóolaj-tartalmat csökkentő hatású.

84. táblázat. Diszkriminancia függvény adatai

	Függvények	
	X-tengely	Y-tengely
Ezermagtömeg (g)	0,79	0,76
Illóolaj-tartalom (ml/100 g.)	1,01	-0,42



10. ábra. A megfigyelési egységek csoportosulása az illóolaj-tartalom és az ezermagtömeg koordinátarendszerében

4.3.3. Az évjárat befolyásoló szerepe az eredményekre

A korábbi fejezetekben ismertetett eredményekből levonható a következtetés, hogy a vizsgált kezelések hatása a kísérleti évtől függően sok esetben jelentősen eltérő volt. Az évjárat (beleértve az aktuális talajviszonyokat, illetve az időjárási paramétereket) hatásának értékeléséhez diszkriminancia analízist végeztem a teljes kísérleti időszak összes adatára támaszkodva.

Az eredmények alapján arra a következtetésre jutottam, hogy az évjárat különbség legerősebben a növénymagasság és az ernyőszám értékeiben nyilvánul meg.

Mindez az alábbiakkal magyarázható Wilks-féle lambda mindkét változóra alacsony (0,18, illetve 0,08) (**85. táblázat**), az F érték pedig igen magas (365,92 illetve 208,21), így mindkét változó szignifikáns elválasztó erővel bír ($p < 0,001$).

2006-ban döntően hűvös-csapadékos-borult, 2007-ben meleg-száraz-napsütéses, 2008-ban meleg-csapadékos-napsütéses volt a tenyészidőszak (**11. táblázat**).

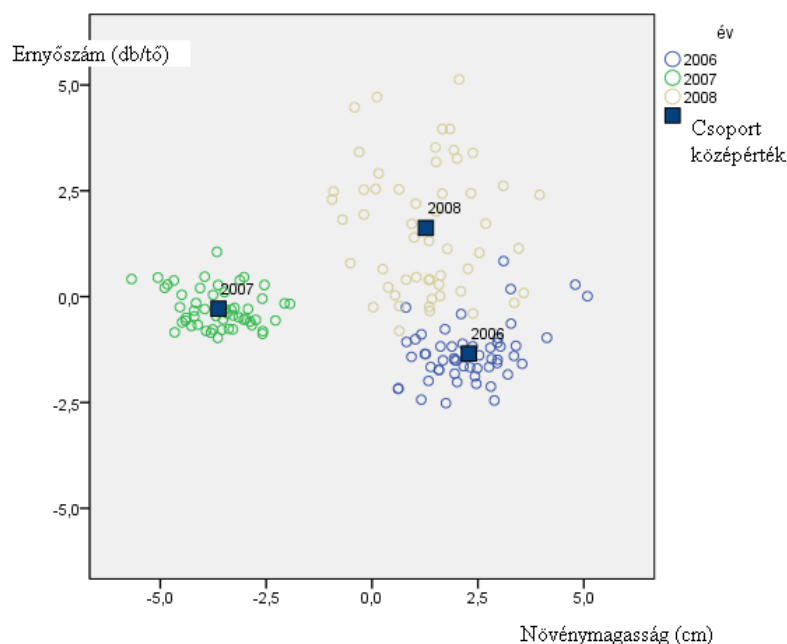
85. táblázat. A Wilk-féle lambda értéke az évek elválasztásakor.

Wilks' Lambda					
lépés	Függvény-változók száma	Lambda	df1	df2	df3
1	Magasság (cm)	0,18	1	2	158
2	Ernyőszám (db/tő)	0,08	2	2	158

A két tulajdonság diszkrimináns függvényei erős szignifikancia szinten, 93,8%-ban választják el az éveket egymástól. E két tulajdonság koordinátarendszerében a megfigyelési egységek jól elkülönülnek egymástól (**86. táblázat, 11. ábra**). A legmagasabb, és legkevesebb ernyőt nevelő növények a 2006-os hűvös, borús, csapadékos évben fejlődtek.

86. táblázat. Diszkriminancia függvény adatai

	Függvények	
	X-tengely	Y-tengely
Magasság (cm)	0,819	-0,398
Ernyőszám (db/tő)	0,149	0,84



11. ábra. A megfigyelési egységek csoportosulása a növénytulajdonságok és ernyőszám koordináta-rendszerében

4.3.4. A vizsgált növénytulajdonságok korrelációs kapcsolata

A növénytulajdonságok korrelációs kapcsolatát vizsgálva megállapítottam, hogy a legerősebb kapcsolatokat akkor tudtam kimutatni, ha a növényanyag hasonló meteorológiai körülmények közül került ki (2006 és 2008). Emiatt először a csapadékos évekre igaz korrelációs kapcsolatokat, majd a teljes kísérletre igaz kapcsolatokat közlöm. Végül leírom azokat a korrelációs párokat, melyek egyaránt megjelentek a csapadékos években és a kísérleti időszak átlagában is, mert ezek a kapcsolatok a legerősebbek az egyéves konyhakömény esetében.

A csapadékos évek átlagában, az **87. táblázat** mutatja be, hogy erős pozitív kapcsolatot tudtam igazolni az egységnyi felületről betakarított hozam és a d-karvon-tartalom között ($r = 0,69$). Gyengébb, de pozitív kapcsolatot találtunk a növénytulajdonság és az illóolaj-tartalom között ($r = 0,65$), és a tövenkénti hozam valamint a d-limonén-tartalom ($r = 0,64$) között. Erős negatív kapcsolatban áll a d-karvon és a d-limonén ($r = -0,94$), míg gyengébb, de fordított arány, azaz negatív kapcsolat van a tövenkénti ernyőszám és a d-limonén-tartalom, és az egységnyi felületről betakarított hozam, valamint a d-limonén-tartalom, a tövenkénti ernyőszám és a d-karvon-tartalom, a tövenkénti ernyőszám és az egységnyi felületről

betakarított hozam, továbbá a növénymagasság és a tövenkénti ernyőszám között. A gyakorlatban jelentősége lehet a hozam és d-karvon-tartalom pozitív kapcsolatának. Ugyanakkor az előbbi tulajdonságokra úgy tűnik, negatív hatást gyakorol a túl sok tövenkénti ernyő. Ez utóbbi abban az esetben elképzelhető, ha a mellékernyők egy része már nem tud termékenyülni, de kifejlődése és virágzása során az alacsonyabb rendű ernyőktől elvonja a tápanyagot. Valamint eredményeimet alátámaszthatja a BERNÁTH és ZÁMBORINÉ-NÉMETH (2010) által szerkesztett legújabb, a köménnyel foglalkozó műben közölt információ, miszerint a virágzatokban legkésőbb kinyíló virágok funkcionálisan hímivarúak, nem nevelnek termést. Minél nagyobb a tövenkénti hozam, annál jobban elhúzódhat a beérés folyamata, így lehet magasabb a d-limonén tartalom átlagértéke is a kaszatokban. A d-limonén és d-karvon negatív kapcsolata a szakirodalomban többszörösen bizonyított bioszintetikus összefüggésen alapszik, miszerint a d-limonénből alakul ki a d-karvon (NÉMETH, 1999).

87. táblázat. A mért növénytulajdonságok kapcsolata a nem trágyázott parcellákban (kontroll), csapadékos években

Spearman korreláció	Növény magasság (cm)	Tövenkénti ernyőszám (db)	Ezermagtömeg (g)	Tövenkénti hozam (g/tő)	Egységnyi felületről betakarított hozam (g/m ²)	Illóolaj-tartalom (ml/100g.)	d-karvon-tartalom (%)	d-limonén-tartalom (%)	Csírázóképesség (%)
N.m. (cm)	1	-0,64**	0,08	-0,1	0,33	0,65**	0,37	-0,37	0,26
T.esz. (db/tő)		1	-0,2	0,57*	-0,71**	-0,55*	-0,72**	-0,79**	-0,35
Emt. (g)			1	-0,51*	0,15	0,03	0,48*	-0,46	0,12
T.h. (g/tő)				1	-0,34	-0,07	-0,51*	0,64**	-0,3
H. (g/m ²)					1	0,19	0,69**	-0,78**	0,27
i.o-t. (ml/100g)						1	0,29	-0,2	-0,01
d-karvon (%)							1	-0,94**	0,2
d-limonén (%)								1	-0,32
Cs. (%)									1

** 0,01 szignifikancia szinten, * 0,05 szignifikancia szinten

A teljes kísérleti időszak adatait vizsgálva olyan szignifikáns kapcsolatok is kimutathatók a növényi tulajdonságok között, melyek a csapadékos évek viszonylatában nem jelennek meg. Így erős pozitív kapcsolatot tudtam igazolni a növénymagasság és az egységnyi felületről betakarított hozam között ($r = 0,70$), a magasság és az ezermagtömeg továbbá az ezermagtömeg és az egységnyi felületről betakarított hozam között. A leggyengébb, de pozitív kapcsolatot találtuk az egységnyi felületről betakarított hozam és d-karvon-tartalom között ($r = 0,55$). Erős negatív kapcsolatban áll az egységnyi felületről betakarított hozam a d-limonén-tartalommal, míg gyengébb, de negatív a kapcsolat az ezermagtömeg és a d-limonén-tartalom, valamint a növénymagasság és a d-limonén-tartalom és a tövenkénti ernyőszám, valamint az illóolaj-tartalom között. Ezek a kapcsolatok a csapadékos évek átlagában nem jelentek meg, tehát valószínűsíthető, hogy a száraz év meteorológiai adatai befolyásolták őket erősebben.

Gyenge negatív kapcsolatot találtam még a teljes kísérleti időszakot vizsgálva is a d-karvon és d-limonén tartalom között ($r = -0,55$). A terméshozam és d-karvon között gyenge pozitív, és a d-karvon-tartalom és d-limonén-tartalom közepes negatív kapcsolat van **(88. táblázat)**.

88. táblázat. A mért növénytulajdonságok kapcsolata a trágyázatlan kontroll parcellákon, 2006-2008

Spearman korreláció	Növény magasság (cm)	Tövenkénti ernyőszám (db)	Ezermagtömeg (g)	Tövenkénti hozam (g/tő)	Egységnyi felületről betakarított hozam (g/m ²)	Illóolaj-tartalom (ml/100g.)	d-karvon- tartalom (%)	d-limonén- tartalom (%)	Csírázóképeség (%)
N.m. (cm)	1	0,29	0,68**	0,37	0,70**	0,024	0,3	-0,77*	0,41*
T.esz. (db/tő)		1	0,43*	0,68**	0,08	-0,55**	0,39*	-0,17	0,14
Emt. (g)			1	0,24	0,591**	-0,22	0,33	-0,79**	0,35
T.h. (g/tő)				1	0,19	-0,3	-0,40*	-0,17	0,01
H. (g/m ²)					1	-0,18	0,55**	-0,86**	0,46*
i.o-t. (ml/100g)						1	0,07	0,17	-0,12
d-karvon (%)							1	-0,67**	0,04
d- limonén (%)								1	-0,37
Cs. (%)									1

A fentiek összegzőképpen elmondható, hogy az egységnyi felületről betakarított hozam és a d-karvon tartalom között pozitív kapcsolat van (csapadékos években: $r = 0,69$; a teljes kísérleti időszakban $r = 0,55$), viszont e tulajdonságok negatív kapcsolatban állnak az ernyőszámmal. Bizonyítható tehát, hogy a hozamra és a minőségre közvetetten nagy hatást gyakorol a tövenkénti ernyőszám. Ezt a kísérleti időszakban a sortávolság (24-48 cm között) negatívan; a kijuttatott nitrogén pozitívan befolyásolta; és az évjárat hatása is értékelhető volt (2006-ban a csapadékos hűvös nyár eredményezte a legkevesebb tövenkénti ernyőt, ugyanakkor a legmagasabb terméshozamot és d-karvon-tartalmat is ebben az évben értem el).

4.4. Új tudományos eredmények összefoglalása

4.4.1. Az értekezés új, illetve újszerű tudományos eredményei

Kimutattam, hogy az egyéves konyhakömény állomány egyöntetűsége az ernyőszám, terméshozam, illóolaj-tartalom tekintetében a sortávolság csökkenésével, azaz az egyedsűrűség növekedésével erősödött. Ugyanakkor a magasság és az ezermagtömeg a szélesebb térállásban bizonyult homogénebbnek.

Kísérletemben bizonyítást nyert, hogy a növénymagasságot, a tövenkénti ernyőszámot, az ezermagtömeget, illóolaj-tartalmat és d-karvon-tartalmat 24 és 48 cm között a sortávolság nem befolyásolta minden évben szignifikánsan. Valamennyi kísérleti variáció megfelelő térállást biztosított a növekedéshez, a növényegyedek közötti konkurencia nem érvényesül jelentősen.

Adataim alapján a nagyobb sortávolság (24 és 48 cm között) magasabb egyedi terméshozamot biztosít. Az egységnyi termőfelületre jutó terméstömeg azonban nem gyarapodott jelentősen a szélesebb sortávolságban, ezt tehát nem a sortávolság, hanem a felületegységre jutó állománysűrűség befolyásolja alapvetően.

Eredményeim szerint tehát a gyakorlatban a 24-48 cm-es sortávolság-intervallum megfelelő lehet az egyéves konyhakömény eredményes termesztéséhez csernozjom réti talajon.

Megállapítottam, hogy a pótlólagos nitrogénkijuttatás (80+70 kg/ha dózisban) a több mint 10 mg/kg AL-NO₃-N tartalmú talajon, még a lényegében azonos (2,6-3,0 %) humusz-tartalom mellett is magasságnövekedést, megnyúlást okoz az ennél alacsonyabbhoz képest.

A három év eredményei egyértelműen azt tükrözik, hogy a talaj jó kálium ellátottsága esetén a növény generatív jellege további káliumadagolással nem erősíthető. A kálium túladagolás jeleként ernyőszám csökkenés következett be, különösen a fejtrágyázott területeken.

A talaj jó kálium ellátottsága esetében a 80 kg/ha-os K-dózis adagolása, ezáltal a nitrogén/kálium arány eltolódása az ezermagtömeget és a tövenkénti termést is negatívan befolyásolta.

Vizsgálataim azt mutatják, hogy a kísérletben szereplő csernozjom réti talajon a 80 kg/ha és a 80+70 kg/ha nitrogén műtrágya kijuttatása csökkenti a terméstömeget. Az ezermagtömeggel jellemzett termésmeret érzékeny mind a nitrogén, mind pedig a kálium mennyiségére.

Megállapítottam, hogy a makro-tápelemek ellátottságának szabályozásával az illóolaj-tartalom, valamint az illóolaj-összetétel is befolyásolható. A magvak illóolaj felhalmozódására a magas nitrogén szint negatívan hat, a kálium azonban serkenti. A kálium kedvező hatású volt a termések karvon-tartalmára is. Az optimális kálium adag azonban a talaj káliumszolgáltató képességétől és a nitrogén/kálium aránytól is függ.

Eredményeim azt mutatják, hogy a sortávolság és a tápanyag (nitrogén és kálium) ellátás kölcsönhatása különösen a tövenkénti és a területegységre jutó termés, valamint a magvak csírázóképesége szempontjából fontos. A legsűrűbb vetésben a pótlólagos nitrogén kijuttatás pozitív hatású, és a magasabb nitrogénszinten a kálium megfelelő mennyisége (80 kg/ha) is szükséges. A szélesebb sortávolságú állományban a tápanyag-utánpótlás a csírázóképeséget javítja.

Korreláció-, diszkriminancia- és klaszter-analízissel mutattam ki, hogy a sortávolság legerősebben a tövenkénti és az egységnyi felületről betakarított hozamot befolyásolja; míg a műtrágya (N-trágyázás) hatása legmarkánsabban az illóolaj-tartalom és az ezermagtömeg változásával jellemezhető.

Igazoltam, hogy az évjáráthatás (ezen belül valószínűleg a csapadékellátás) a tápanyag utánpótlás eredményét és eredményességét a csernozjom réti talajon is jelentősen befolyásolja. Ez csaknem minden vizsgált növényi jellemző alakulásában tükröződik, de legerősebben a növénymagasság és a tövenkénti ernyőszám tekintetében.

Elsőként írtam le Magyarországon az egyéves konyhakömény nyolc növényi jellemzője (növénymagasság, tövenkénti ernyőszám, ezermagtömeg, tövenkénti hozam, egységnyi felületről betakarított hozam, illóolaj-tartalom, d-karvot-tartalom, csírázóképeség) közötti korrelációs kapcsolatokat. Ezek között a gyakorlatban is jelentős, hogy a tövenkénti hozamot a tövenkénti ernyőszám determinálja jelentősen ($r=0,68$), míg az ezermagtömeg

kevésbé ($r = 0,24$). A tövenkénti sok ernyő ugyanakkor hátrányos lehet az illóolaj felhalmozódásra ($r = -0,55$) illetve annak d-karvon arányára ($r = -0,40$).

Azt tapasztaltam, hogy az egyéves konyhakömény esetében az egységnyi felületről betakarított hozam és a d-karvon-tartalom mind a csapadékos évek átlagában, mind a teljes kísérleti időszakban pozitív kapcsolatban állt; mely értékekkel a tövenkénti ernyőszám fordított aránya bizonyítható volt.

4.4.2. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága

Az egyéves konyhakömény eredményesen termeszthető a 24-48 cm-es sortávolság mellett. A gyakorlatban a sortávolság intervallumon belül a valós sortávolságot a vetőgéphez, a termesztés módjához (hagyományos, integrált vagy ökológiai szemléletű), a talajművelő eszközök (kapa, kultivátor, talajmaró) szélességéhez, a domborzati viszonyokhoz, a talaj kötöttségéhez és egyéb, szervezési sajátosságokhoz lehet igazítani.

Azokon a csernozjom réti talajokon, ahol a talaj becsült nitrogén szolgáltatása meghaladja a 40 kg/ha-os mennyiséget, nem érdemes a 80 kg nitrogén hatóanyagú alaptrágyához még 70 kg/ha nitrogén hatóanyagú fejtrágyát is kijuttatni, mert csapadékos években növény-megdőlés jelentkezik. Ez a gyakorlatban a kombájnnal történő betakarítást erősen nehezíti és hozamvesztést okozhat.

A tápanyaggal jól ellátott csernozjom réti talajon a fenti mértékű (150 kg nitrogén hatóanyag/ha) tápanyag-utánpótlás több kárt okozhat, mint hasznot: jelentősen csökken a produkció és az illóolaj-tartalom.

A szélesebb sortávolság esetén a 80 kg nitrogén és kálium hektáronkénti kijuttatása kiváló minőségű vetőmagot (70%-ot meghaladó csírázóképeség) eredményez, amennyiben a talaj káliummal jól ellátott és az AL-NO₃-N-tartalma 2,93-9,36 mg/kg közötti. Emiatt a hazai konyhakömény termesztés gyakorlatában indokolt lenne az árutermelő és a magtermő állományok bizonyos fokig eltérő agrotechnikájának bevezetése.

A korrelációs kapcsolatokkal alátámasztott évjáráthatás miatt, a magyar egyéves konyhakömény termőfelületeken érdemes lenne legalább egy alkalommal, június közepén 40 mm-nyi öntözővizet kijuttatni, ha a vetéstől számítva június közepéig nem hullott 300 mm-nyi természetes csapadék. Az öntözés alkalmazásával elkerülhető a nagy termésingadozás.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az egyéves konyhakömény a nyolcvanas évektől jelentős arányt képvisel a magyar gyógy- és fűszernövény-termesztésben. Agrárgazdasági elemzések és gyakorlati tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy jövedelmezősége, illetve – egyes években – eladhatósága nagyban függ a piaci viszonyoktól. A jövőben a termelés gazdaságosságának növelése a genetikai alapok javításával, illetve a termesztéstechnológiai feltételek optimalizálásával érhető el.

A doktori dolgozatomban ezért az egyéves konyhakömény termesztéstechnológiai feltételeinek optimalizálását tűztem ki célul szűkebb körzetünkben, a Dél-Alföldön, csernozjom réti talajon. A tenyészterület és a tápanyag-utánpótlás kérdéseit vizsgáltam szabadföldi, szisztematikus kéttényezős kisparcellás kísérletben, 2006-2008 években. Háromféle sortávolság (24-36-48 cm) és hatféle trágyakezelés (kontroll, N_0K_{80} , $N_{80}K_0$, $N_{80}K_{80}$, $N_{80+70}K_0$, $N_{80+70}K_{80}$) hatását tanulmányoztam az egyéves konyhakömény fontosabb morfológiai (növénymagasság, tövenkénti ernyőszám), hozam (ezermagtömeg, tövenkénti hozam, egységnyi felületről betakarított hozam) és minőséget befolyásoló (illóolaj-tartalom, d-karvon-tartalom, csírázóképeség) jellemzőire, azok összefüggéseire, és a hatást befolyásoló külső tényezőkre.

Vizsgálataim során megállapítottam, hogy a konyhakömény átlagos növénymagassága a kísérleti területen a sortávolságtól függetlenül alakult (24 és 48 cm között). Úgy tűnik, mindhárom vizsgált sortávolság megfelelő térállást, egyedi tenyészterületet biztosított a megfelelő növekedéshez, a növényegyedek közötti konkurencia a magasságot vizsgálva nem érvényesült bizonyíthatóan.

A tenyészterület módosulása nem okozott lényeges eltérést az ernyővirágzatok átlagos számában (17,9 db/tő és 22,9 db/tő) és a termések átlagos ezermagtömegében (2,76 g és 2,65 g között) sem. A növényegyedek közötti kompetíció az egyedi fejlődést nem akadályozza számottevően.

A három év adatai egyértelműen azt bizonyították, hogy a nagyobb sortávolság (24 és 48 cm között) és egyben a nagyobb tenyészterület magasabb átlagos egyedi terméshozamot biztosít (48 cm: 0,87 g, 24 cm: 0,39 g). Ez arra utal, hogy az egyedi terméstömeget nem egyszerűen az ernyőszám és a termésméret határozza meg. Ugyanakkor megállapítható az évek átlagában, hogy az egyedi terméshozammal ellentétben, az egységnyi termőfelületre jutó átlagos terméstömeg nem a legszélesebb térállásban maximális (48 cm: 46,88 g, 36 cm: 55,22

g, 24 cm: 53,48 g), tehát feltehetően nem egyszerűen a sortávolság, hanem az állománysűrűség és a termékenyült ernyők száma befolyásolja jelentősebben.

A kisparcellás kísérletek tanúsága szerint az egyéves konyhakömény átlagos illóolaj felhalmozódási szintje valamint annak átlagos d-karvon-tartalma adott feltételrendszerben nem függ bizonyíthatóan a sortávolságtól (illóolaj-tartalom: 2,29 és 2,25 % között, karvon - tartalom: 51,79 és 50,58 % között).

A három év adatai alapján arra lehet következtetni, hogy a sortávolság kezelés az adott határokon belül nem befolyásolja lényegesen a csírázóképeséget sem (minimum: 66 % a 36 cm sortávon., maximum: 67,7 % a 48 cm sortávon). A szélesebb sortávolság esetén a 80 kg nitrogén és kálium hektáronkénti kijuttatása kiváló minőségű vetőmagot eredményez, amennyiben a talaj káliummal jól ellátott és az AL-NO₃-N-tartalma 2,93-9,36 mg/kg közötti. Emiatt a hazai konyhakömény termesztés gyakorlatában indokolt lenne az ártermelő és a magtermő állományok bizonyos fokig eltérő agrotechnikájának bevezetése.

A kisparcellás kísérlettel sikerült bizonyítani, hogy a magyar gyakorlatban alkalmazott tapasztalati, - és nem a talaj-tápanyag- szolgáltató képessége alapján történő - tápanyag-utánpótlás a konyhakömény esetében is megbízhatatlan termés hozamot eredményez, és a jövőre nézve környezet- és növényterhelő hatású lehet.

Mindhárom kísérleti évben jelentkezett a nitrogén hatása: 2006-ban 0,83 %-al növelve a kontroll értékét. 2007-ben a mérsékelt ellátás (80 kg/ha) még serkentő hatású volt, majd 2008-ban, az eredetileg is magas nitrogén-tartalmú talajban a műtrágyázásnak már semmiféle pozitív hatása nem volt a növény magasságra. A maximális adagú nitrogén kijuttatás (N₈₀₊₇₀) csapadékos években (2006 és 2008) növény-megdőlést eredményezett, mely a kombájnnal történő betakarítást erősen nehezíti, aszályos évben a kezeletlen állományhoz viszonyítva a nitrogén magasság-növekményt eredményezett.

Az eredmények egyértelműen azt tükrözik, hogy talaj jó káliumviszonyai mellett a növény generatív jellege további káliumadagolással nem erősíthető, hanem kevesebb ernyő fejlődik. Igen jó nitrogén-ellátottságú talajban a nitrogénadagolás a növény magassághoz hasonlóan az ernyők differenciálódására is retardáló hatással bír. Az ernyőszámra mindhárom kisparcellás évben az azonos nitrogén szint mellett a kálium kijuttatás átlagosan is ernyőszám csökkentő hatású (N₈₀K₀: 21,67 - N₈₀K₈₀: 18,98 és N₈₀₊₇₀K₀: 19,51 - N₈₀₊₇₀K₈₀: 18,18).

A műtrágya kezelés ezermagtömegre vonatkozó hatása nem minden évben jelentkezett szignifikánsan. Két évben tapasztaltam igazolható hatást, s bebizonyosodott, hogy a legnagyobb dózisú kijuttatások minden esetben csökkentik a termés méretet. Ez a tulajdonság az eddig tárgyaltaknál érzékenyebbnek tűnik mind a nitrogén, mind pedig a kálium

jelenlétére, mennyiségére. A talaj eredeti tápanyagtartalmától is függően, szűk az optimális dózistartomány, és a tenyészedőszakban hullott csapadék mennyisége erősen befolyásolja a hasznosulást. Csapadékos években (2006 és 2008) a legtöbb esetben az azonos nitrogén szint mellett a kálium-kijuttatás ezermagtömeg csökkentő hatású volt.

A három év eredményei az egyedi terméstömeg vonatkozásában rendkívül ellentmondásosak. Két évben a sortávolsággal való kölcsönhatás is jelentkezik, és a sortávolság hatása különösen a nitrogénellátás vonatkozásában tűnik fontosnak. A réti csernozjom talajokon azonos nitrogéndózis mellett a kálium-adagolás termés csökkentő hatással bírt, ami még a 2008-as terület, (relatív káliumban legszegényebb) talaján is bebizonyosodott. Adataink alapján feltételezhető, hogy a nitrogén és kálium tápanyag az egyedi termés igen komplexen és egymással összefüggésben határozza meg. A tövenkénti kaszattermesre csapadékos években a nitrogén-kijuttatás bizonyos mértékig hozamnövelő hatású volt, majd a további dózisznövelés már termés csökkentő hatású volt. Aszályos évben a nitrogén-kiadása 20,5 – 30,8 %-al csökkentette a tövenkénti hozamot a kontrollhoz képest.

A területegységre vetített hozam (terméstömeg) esetében - hasonlóan az egy tőre jutó terméstömeghez - a tápanyagellátás hatása függ a sortávolságtól. 2006-ban és 2008-ban a legsűrűbb vetésben a pótlólagos nitrogén kijuttatás pozitív hatású, és a magasabb nitrogénszinteken a kálium megfelelő mennyisége is szükséges. 2007-ben feltételezhetően a csapadék, mint minimumtényező miatt, a sűrűbb állományok nem tudták a 80+70 kg/ha nitrogént hasznosítani (kontroll: 35,9 g/ m², N₈₀₊₇₀K₀: 27,8 g/ m²).

Adataink szerint *a magvak átlagos illóolaj-tartalmát a nitrogén dózisok emelése a vizsgált tartományban negatívan befolyásolja* (N₀: 2,46 %, N₈₀₊₇₀: 2,12 %). A K₈₀ káliumszint azonban az illóolaj felhalmozódást az első két évben akár 1,76 %- al serkentette. Ebben az esetben is igen fontos, hogy a két tápelem egymáshoz viszonyított arányát is figyelembe vegyük. A kálium kedvező hatása a karvon-tartalomra is megmutatkozott (K₀: 49,76 %, K₈₀: 50,2 %).

A magvak csírázókéességére a tápanyag-utánpótlásnak a szélesebb térállásban van nagyobb jelentősége (N₈₀K₀ kezelés mellett a 24 cm sortávban: 65 %, 48 cm sortávban: 70,2 %). Ez összhangban van azzal, hogy a szélesebb térállás terméshozam növelő hatást is mutatott, ami a fokozott tápanyag-hasznosítás következménye is lehet.

A vizsgált tulajdonságok közül korrelációs együtthatóval kimutatható, hogy **a** sortávolság a kísérlet során a legszorosabb korrelációs kapcsolatban a tövenkénti terméshozammal állt. Az erős összefüggés a csapadékos években igazolható (2006-ban: r= 0,953; 2008-ban: r= 0,685). A másik vizsgált tényező, a tápanyag esetében a kijuttatott

nitrogén műtrágya a kísérleti időszakban a legkedvezőtlenebb hatással a kaszatok illóolaj-tartalmára volt (2006-ban: $r = -0,574$; 2008-ban: $r = -0,580$). A számítások alapján az $N_{80}K_0$ - $N_{80}K_{80}$ kezelések esetében csapadékos években a kijuttatott K-hatóanyag kedvező hatást gyakorolt a d - karvon tartalomra (2006-ban: $r = 0,683$; 2008-ban: $r = 0,488$).

Elsőként írtam le a konyhakömény nyolc növényi jellemzője közötti korrelációs kapcsolatokat, több száz adatra támaszkodva. Ezek közül a gyakorlatban jelentősége lehet a hozam és d-karvon-tartalom pozitív kapcsolatának, és hogy az előbbi tulajdonságokra negatív hatást gyakorol a túl sok tövenkénti ernyő.

Diszkriminancia- és a klaszteranalízissel elvégzett elemzések szerint a sortávolság legnagyobb hatással a tövenkénti kaszathozamra és az egységnyi felületről betakarított hozamra van; a két növénytulajdonság 64%-os biztonsággal választja el a sortávolságokat. A műtrágyakezelés legnagyobb hatást az illóolaj-tartalomra és az ezermagtömegre gyakorolja; a növénytulajdonságok 34,6%-os biztonsággal választják el a trágyakezeléseket egymástól. Igen jelentős volt az évjárat hatása is, ami számításaim szerint legerősebben a növénymagasság és a tövenkénti ernyőszám esetében mutatkozott meg (93,8%). Az erős évjáráthatás miatt, - mely az ernyőszámon túl kihat a hozamra és a minőségre is – javaslom az egyéves konyhakömény öntözését a jövőben a termésingadozás elkerülése érdekében.

A kisparcellás kísérletsorozattal sikerült bizonyítani, hogy a magyar konyhakömény termesztésre igen jellemző a gyakorlati tapasztalat, - nem a talaj tápanyag-szolgáltató képessége - alapján történő tápanyag-utánpótlás megbízhatatlan terméshozamot eredményez az egyéves konyhakömény esetében, és a jövőre nézve negatív hatása lehet a konyhakömény terméshozamára és minőségére.

6. ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra. Magyarország fűszer exportja néhány fajon szemléltetve 2003 és 2009 között (Forrás: KOZÁK, 2010)..... 15.
2. ábra. Konyhakömény export irányai (Forrás: KOZÁK, 2010).....15.
3. ábra. Magyarország gyógynövény importja néhány fajon szemléltetve 2003 és 2009 között (Forrás: KOZÁK, 2010).....16.
4. ábra. Magyarországra különböző országokból beérkező konyhakömény aránya (Forrás: KOZÁK, 2010).....16.
5. ábra. A kísérleti időszak termést befolyásoló meteorológiai adatai (Szarvas,2010)..... 39.
6. ábra. Különböző sortávolságú 1 hónapos kömény állomány (Szarvas, 2006)..... 42.
7. ábra: Különböző sortávolságú kömény állomány parcellái a virágzás kezdetén, a Kertészeti Diszciplína Mintafarmján (Szarvas, 2006).....42.
8. ábra. Csíráztatási vizsgálatok (Szarvas, 2008)..... 44.
9. ábra. A megfigyelési egységek csoportosulása a tövenkénti és egységnyi felületről betakarított hozam koordinátarendszerében..... 89.
10. ábra. A megfigyelési egységek csoportosulása az illóolaj-tartalom és az ezermagtömeg koordinátarendszerében.....93.
11. ábra. A megfigyelési egységek csoportosulása a növénymagasság és az ernyőszám koordinátarendszerében..... 95.

7. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. Nitrogénformák a talajban (KOCSIS és PÁSZTOR, 2007).....	26
2. táblázat. A talaj N-ellátottsága a 0-60 cm-es talajréteg $N_{\min}$ készlete alapján (KÁDÁR, 1992).....	27
3. táblázat. A talaj Ammónium –laktáttal kivont foszfor-tartalma alapján a foszfor- ellátottsági kategóriák (KÁDÁR, 1992).....	28
4. táblázat. Foszfor-ellátottsági szintek (HOPPE, 2010).....	29
5. táblázat. A talaj K- ellátottsága a magyarországi K-trágyázási szántóföldi kísérletek (1960-1995) adatai alapján (CSATHÓ et al., 1998).....	30
6. táblázat. A trágyaigény meghatározásához kidolgozott szorzófaktorok (sz érték) a kukorica esetében a talaj K-ellátottságától függően (CSATHÓ et al., 1998).....	30
7. táblázat. A talaj oldható K-tartalma az optimális K-ellátottsági szinten (magyar gyakorlat szerint „jó = megfelelő” szinten) (HOPPE, 2010).....	31
8. táblázat. Tápelemek jelenléte a talajban és a kömény egyes részeiben (HAKALA et al., 2009).....	33
9. táblázat. A konyhakömény fajlagos tápanyagigényére (kg/t/ha) és a tápanyag-kijuttatás mértékére vonatkozó irodalmi adatok összefoglalása (kg/ha).....	35
10. táblázat. A kísérleti terület talajanalízis eredményei (Szarvas, 2006-2008)	
11. táblázat. A kísérleti időszakra jellemző meteorológiai adatok összesítő táblázata (Szarvas, 2010).....	40
12. táblázat. Az egyéves konyhakömény magasságának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006).....	46
13. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta növénymagasságának (cm) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2006).	47
14. táblázat. Az egyéves konyhakömény magasságának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007).....	47
15. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta növénymagasságának (cm) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2007).	48
16. táblázat. Az egyéves konyhakömény magasságának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008).....	48
17. táblázat. 'Az SZK-1' egyéves konyhakömény fajta növénymagasságának (cm) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2008).	49
18. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006).....	49
19. táblázat. 'Az SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti ernyőszámának (db/tő) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2006)	50
20. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007).....	50
21. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti ernyőszámának (db/tő) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2007).....	51

22. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008).....	51
23. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti ernyőszámának (db/tő) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett teljes virágzás idején (Szarvas, 2008).....	52
24. táblázat. Az egyéves konyhakömény ezermagtömegének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006).....	52
25. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta ezermagtömegének (g) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2006).....	53
26. táblázat. Az egyéves konyhakömény ezermagtömegének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007).....	53
27. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta ezermagtömegének (g) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2007).....	54
28. táblázat. Az egyéves konyhakömény ezermagtömegének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008).....	54
29. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta ezermagtömegének (g) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2008).....	55
30. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006).....	55
31. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti termés hozamának ($g\ tő^{-1}$) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2006).....	56
32. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007).....	56
33. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti termés hozamának ($g\ tő^{-1}$) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2007).....	57
34. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008).....	57
35. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta tövenkénti termés hozamának ($g\ tő^{-1}$) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2008).....	58
36. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006).....	59
37. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta egységnyi felületről betakarított termés hozamának (g/m^2) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2006).....	60
38. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007).....	60
39. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta egységnyi felületről betakarított termés hozamának (g/m^2) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2007).....	61
40. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008).....	61
41. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta egységnyi felületről betakarított termés hozamának (g/m^2) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2008).....	62
42. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006).....	63
43. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta illóolaj-tartalmának (ml/ 100 g sza.) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2006).	63

44. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007).....	64
45. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta illóolaj-tartalmának (ml/ 100 g sza.) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2007).65	
46. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008).....	65
47. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta illóolaj-tartalmának (ml/ 100 g sza.) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2008).....	66
48. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta d-karvon-tartalmának (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett. Egy tényezős varianciaanalízissel kiértékelve (Szarvas, 2006).....	67
49. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta d-karvon-tartalmának (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2007).....	67
50. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta d-karvon-tartalmának (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett (Szarvas, 2008).....	68
51. táblázat. Az egyéves konyhakömény csírázókéességének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2006).....	69
52. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta csírázókéesség (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett. (Szarvas, 2006. évi termés)....	69
53. táblázat. Az egyéves konyhakömény csírázókéességének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2007).....	70
54. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta csírázókéességének (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett. (Szarvas, 2007. évi termés).....	70
55. táblázat. Az egyéves konyhakömény csírázókéességének szélsőértékei és szórása a sortávolság függvényében (Szarvas, 2008).....	71
56. táblázat. Az 'SZK-1' egyéves konyhakömény fajta csírázókéességének (%) alakulása a különböző sortávolságok és trágyakezelések mellett. (Szarvas, 2008. évi termés).....	71
57. táblázat. Az egyéves konyhakömény növény magasságának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006).....	72
58. táblázat. Az egyéves konyhakömény növény magasságának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007).....	73
59. táblázat. Az egyéves konyhakömény növény magasságának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008).....	73
60. táblázat. Az egyéves konyhakömény növény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006).....	74
61. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007).....	75
62. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008).....	75
63. táblázat. Az egyéves konyhakömény ezermagtömegének szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006).....	76
64. táblázat. Az egyéves konyhakömény ezermagtömegének szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007).....	77
65. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti ernyőszámának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008).....	77
66. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006).....	78

67. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007).....	79
68. táblázat. Az egyéves konyhakömény tövenkénti hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008).....	79
69. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006).....	80
70. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007).....	81
71. táblázat. Az egyéves konyhakömény egységnyi felületről betakarított hozamának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008).....	81
72. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006).....	82
73. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007).....	83
74. táblázat. Az egyéves konyhakömény illóolaj-tartalmának szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008).....	83
75. táblázat. Az egyéves konyhakömény csírázókéességének szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2006).....	85
76. táblázat. Az egyéves konyhakömény csírázókéességének szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2007).....	86
77. táblázat. Az egyéves konyhakömény csírázókéességének szélsőértékei és szórása a trágyakezelés függvényében (Szarvas, 2008).....	86
78. táblázat. A sortávolság kapcsolata a konyhakömény vizsgált tulajdonságaival (kontroll tápanyagkezelés).....	87
79. táblázat. A Wilk-féle lambda értéke a sortávolság elválasztásakor.....	88
80. táblázat. Diszkriminancia függvény paraméterei.....	89
81. táblázat. A kijuttatott nitrogén korrelációs kapcsolata a vizsgált növény-tulajdonságokkal.....	90
82. táblázat. A kijuttatott kálium hatóanyagú műtrágya korrelációs kapcsolata a vizsgált növényi tulajdonságokkal.....	91
83. táblázat. A Wilk-féle lambda értéke a trágyakezelések elválasztásakor.....	92
84. táblázat. Diszkriminancia függvény adatai.....	92
85. táblázat. A Wilk-féle lambda értéke az évek elválasztásakor.....	94
86. táblázat. Diszkriminancia függvény adatai.....	96
87. táblázat. A mért növénytulajdonságok kapcsolata a nem trágyázott parcellákban (kontroll), csapadékos években.....	96
88. táblázat. A mért növénytulajdonságok kapcsolata a trágyázatlan kontroll parcellákon, 2006-2008.....	97

8. MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

1. melléklet:

Irodalomjegyzék

1. ABDELGAWAD G. R. (2006): Utilization of brackish and saline water in North Africa. 18th World Congress of Soil Science Philadelphia, PA, USA 9-15. p.
2. ADAMOVIĆ S. D. (1990): Uporedno istraživanje jednogodišnjeg i dvogodišnjeg kima. Bilten za hmelj, sirak i lekovito bilje **60. (6)** 35-39. p.
3. AMALGEROL kedvező hatásai. www.cheminova.hu
4. ANGELOVA V., IVANOVA R., IVANOV K. (2003): Heavy metals in plants and oils from family Apiaceae. Bulgarian Journal of Agricultural-Science. 9. (4) 455-462. p.
5. ANON (2010): Yearbook of Farm Statistics 2010. TIKE, Matilda, Agricultural Statistics. (Maatilastollinen vuosikirja 2010) 270. p.
6. ANTAL J., HARCSA M., KASSAI M. K., KRALOVÁNSZKY U. P. (2010): Gyógynövények termesztése. Akaprint Kiadó, Budapest. 120 p.
7. BAILER J., AICHINGER T., HACKL G., HUEBER K. de., DACHLER, M. (2001): Essential oil content and composition in commercially available dill cultivars in comparison to caraway. Industrial Crops and Products. 14. (3) 229-239 p.
8. BERGMANN W. (1993): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen G. F. Verlag Jena-Stuttgart. 835. p.
9. BERGMANN W., NEUBERT P. (1976): Pflanzenanalyse zur Ermittlung von Ernährungsstörungen und des Ernährungszustandes der Kulturpflanzen. Veb Gustav Fischer Verlag Jena. 587-588. p.
10. BERNÁTH J. (2000): Gyógy és aromanövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 230-235 p.
11. BERNÁTH J., ZÁMBORINÉ-NÉMETH É. (2010): A konyhakömény (*Carum carvi* L.) Magyarország kultúrflórája sorozat, IV. kötet, 7. füzet, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő. 185. p.
12. BIERTÜMPFEL A. (2008): Mischanbau von ein- und zweijährigem Kümmel (*Carum carvi* L.). Tagungsband 18. Winterseminar und 5. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen. 37-39. p.

13. BOCZ E., NAGY J. (1981): A kukorica víz- és tápanyagellátásának optimalizálása és hatása a termés tömegére. *Növénytermelés*. 30. (6) p. 539-549. p.
14. BOMME U. (1992): Heil- und Gewürzpflanzen nach Entzug düngen. *Gemüse* 28. 26-27. p.
15. BONYADIAN M., KARIM G. (2002): Study of the effects of some volatile oils of herbs (pennyroyal, peppermint, tarragon, caraway seed and Thyme) against *E. coli* and *S. aureus* in broth media. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Teheran*. 57. (4) 81-83. p.
16. BOSHART K. (1942): Über Anbau und Düngung aromatischer Pflanzen. *Heil und Gewürzpflanzen*, 21. 73-90. p.
17. BOUWMEESTER H. J., DAVIES J. A. R., SMID H. G., Welten R. S. A. (1995): Physiological limitations to carvone yield in carway (*Carum carvi* L.). *Ind. Crops Products*. 4. (1) 39-51. p.
18. BOUWMEESTER H. J., SMID H. G. (1993): Effect of light and pollination on the seed set and oil synthesis in carway. Trial results for 1992. *Verslag CABO-DLO* 181. 33. p.
19. CONTORE P. L., IACOBELLIS N. S., SENATORE F., CAPASSO F. (2003) : Preliminary results on the antibacterial activity of essential oils on some pathovars of *Pseudomonas syringae*. Presentations from the 6th International Conference on *Pseudomonas syringae* pathovars and related pathogens, Maratea, Italy, September 15-19. 495-499. p.
20. CASAL J. J., SMITH H. (1989, a): Effect of the blue light pretreatment on internode extension growth in mustard seedlings after transition to darkness: analysis of the interaction with phytochrome. *J. Exp. Bot.* 40. (2) 893-899. p.
21. CASAL J.J., SMITH H. (1989, b): The end-of-day phytochrome control of internode elongation in mustard: kinetics, interaction with the previous fluence rate, and ecological implications In Németh É. (1999): *Caraway*. Harwood Academic Publishers. 200 p.
22. CHOI W. L., CHOI E., PARK H. M., AHN Y. (2003): Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*. 96. (5) 1479-1484. p.
23. CHOI W. L., LEE, U. G., PARK, H.M., AHN, Y.J. (2004): Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*. 97 (2) 553-558. p.

24. CSAJBÓK J. (1998): A termesztési tényezők, a talajnedvesség és a produkció összefüggései eltérő termesztési változatokban. Doktori értekezés, Debrecen. 120. p.
25. CSATHÓ P. (2005): Őszi búza K hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai szabadföldi kísérletek adatbázisán. Szemle. Növénytermelés. 54. (2) 197-213. p.
26. CSATHÓ P., ÁRENDÁS T., NÉMETH T. (1998): New environmentally friendly fertilizer recommendation system for Hungary. Polish Society of Agrotechnical Sciences. Bibliotheca Fragmenta Agronomika. Proceedings International Symposium CIES, PFS and Workshops IMPHOS, IPI September 27- 30, 1987. Pulawy, Poland. 225-230. p.
27. CSATHÓ P., RADIMSZKY L. (2007): A Nitrát-direktíva első 15 éve: eredmények, kudarcok és sürgető feladatok az Európai Unióban a környezet agrár eredetű NP-terhelésének csökkentésében. Növénytermelés. 56. (1-2) 83-110. p.
28. DACHLER M. (1990): Varieties and nitrogen requirements of some medicinal and spice plants grown for seed *Papaver somniferum* L., *Linum usitatissimum* L., *Carum carvi* L. and *Sinapis alba* L.). Herba Hungarica. 29. (3) 124. p.
29. DACHLER M., PELZMANN H. (1999): Arznei- und Gewürzpflanzen. Kümmel. Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg. 213-216. p.
30. DAFERT O., SHOLZ R. (1927/28): Düngungsversuche mit Fenchel und Kümmel. *Heil- und Gewürzpflanzen*, 10. 146-149. p.
31. DEBRECZENI B., DEBRECZENI B-NÉ (1983): A tápanyag- és vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 265 p.
32. DEHE M. (2001): Anbaueignung von Einjährigem Kümmel (Suitability for cultivation of caraway). Bericht, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau, Bad Neuenahr-Ahrweiler O. n.
33. DIMETRY N. Z., BARAKAT A. A., EL-METWALLY H. E., RISHA E. M. E., EL-SALAM A. M. E. A. (2004): Assessment of damage and losses in some medicinal plants by the cigarette beetle (*Lasioderma serricorne* (F.)). Bulletin of the National Research Centre, Cairo. 29. (3) 325-338. p.

34. ECK H. G. (1984): Irrigated corn yield response to nitrogen and water. *Agronomy Journal*. 76. (3) 421-428. p.
35. EDDOUKS M., LEMHARDI A., MICHEL J. B. (2004): Caraway and caper: potential anti-hyperglycaemic plants in diabetic rats. *Journal-of-Ethnopharmacology*. 94. (1) 143-148. p.
36. EL-ZEMITY, K. (2008): Antibacterial screening of some essential oils, monoterpenoids and novel N-methyl carbamates based on monoterpenoids against *Agrobacterium tumefaciens* and *Erwinia carotovora*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 41. (6) 451-461 p.
37. ESCOP (1997): European Scientific Cooperative on Phytotherapy Monographs on the medicinal use of plant drugs. *Carvi fructus*. (Caraway) Exeter, UK.
38. FAPOHUNDA H. O., HUSSAIN, M. M. (1990): Water and fertilizer interrelations with irrigated corn. *Agric. Water. Manage.* 18. 49-61. p.
39. Finnország köménytermesztése és feldolgozása www.nordiccaraway.fi
40. FRANK T., BIERI K., SPEISER B. (2002): Feeding deterrent effect of carvone, a compound from caraway seeds, on the slug *Arion lusitanicus*. *Annals of Applied Biology*. 141. (2) 93-100. p.
41. FÜLEKY GY. (szerk.) (1999): Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 714. p.
42. FÜSTÖS ZS., KÖCK O., RÁTKAI J. (2002): Leíró Fajtajegyzék – Gyógy- és illóolajos növények. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet. Budapest. 15. p.
43. FVM rendelet 50/2004. (IV. 22.) 4. számú melléklet Zöldség szaporítóanyag előállításáról és forgalomba hozataláról
44. FVM rendelet 18/2006. (II. 28.) Zöldség szaporítóanyag előállításáról és forgalomba hozataláról módosítás
45. FVM rendelet 124/2007. (X. 20.) Zöldség szaporítóanyag előállításáról és forgalomba hozataláról módosítás
46. GABLER J. (2001): Neue Erkenntnisse über die Doldenbräune des Kümmels (*Carum carvi* L. var. *annuum* hort.) *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*, 3. 36-45. p.

47. GALAMBOSI B. (1989): Phytomass production of medicinal plants in Finland. *Acta Agronomica Hungarica*. 38. (1-2) 89-97. p.
48. GALAMBOSI B., PEURA B. (1996): Agrobotanical features and oil content of wild and cultivated forms of carway (*Carum carvi* L.). *J. Ess. Oi. Res.* 8. 389-397. p.
49. GALAMBOSI, B., WENSZKY, B. (1983): A fűszer és gyógynövényekről. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest. 56. p.
50. GOERG K. J., SPILKER T. (2003): Effect of peppermint oil and caraway oil on gastrointestinal motility in healthy volunteers: a pharmacodynamic study using simultaneous determination. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 17. (3) 445-452. p.
51. GYÖRFFY B. (1976): A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények*. 35. 239-266. p.
52. HAGGAT E. G., ABOU-MOUSTAFA M. A., BOUCHER W., THEOHARIDES T. C. (2003): The effect of a herbal water extract on histamine release from mast cells and on allergic asthma. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*. 3. (4) 41-54. p.
53. HAKALA, K.; KESKITALO, M.; ERIKSSON, C.; PITKÄNEN, T. (2009): Nutrien uptake and biomass accumulation for eleven different field crops. *Agricultural and Food Science Finland*. V. 18. N. 3-4 December 2009. 366-387. p.
54. HARTMANS K J., OSTERHAVEN K., GORRIS L. G. M., SMID E. J. (1998): Application of S-carvone as potato sprout suppressant and control agent of fungal storage diseases. In CARAWAY, The Genus *Carum* Edited by Éva Németh. Harwood Academic Publishers. 175-193. p.
55. HELYES L. (2006): Irrigation Hungarian country version, 1. Chapter (general background, irrigated agriculture). 25-41. p. In: Ligetvári F. (2006): Irrigation sector reform in central and eastern European countries (part reprint) Hungarian Country Version. Budapest. 107 p.
56. HOLDEN I. H. W., WILLIAMS I. T. (1984): Crop genetic resources: Conservation and Evaluation. George Allen and Unwin. London. O. n.
57. HOLLINGER S.E., HOEFT R.G. (1986): Influence of weather on year-to-year yield response of corn to ammonia fertilization. *Agronomy Journal*. 78. (5) 818-823. p.
58. HOLTMANN G., HAAG S., ADAM B., FUNK P., WIELAND V., HEYDENREICH C. J. (2003): Effects of a fixed combination of peppermint oil and caraway oil on

- symptoms and quality of life in patients suffering from functional dyspepsia. *Phytomedicine*. 10. (4) 56-57. p.
59. HOPPE H. (2010): Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Grundlagen des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus Teil II. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e. V. Bernburg. 140.p.
 60. HORNOK, L. (1978): Gyógynövények termesztése és feldolgozása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 330. p.
 61. HORNOK L., CSÁKI G. (1982): Effect of stand density of caraway (*Carum carvi* L.). *Herba Hungarica*. 21. 59-65. p.
 62. HUSSEIN A. K. M. (2002): Pests of caraway (*Carum carvi* L.) in the Nile Delta, Egypt. *Acta Horticulturae*. 57. (6) 335-339. p.
 63. IZSÁKI Z. (2010): A N-műtrágyázás hatása a csernozjom réti talaj nitrogénmérlege és a NO₃ –N mélységi eloszlására 1990 és 2007 között. *Agrokémia és Talajtan*. 59. (2) 233-248. p.
 64. IZSÁKI Z., IVÁNYI I. (2005): Effect of mineral fertilization on NO₃-N leaching on clay soil. *Comm. Soil. Sci. Plant Anal*. 36. 383-391. p.
 65. JELIAZKOVA E., CRAKER L. E., XING B. S. (2003): Seed germination of anise, caraway, and fennel in heavy metal contaminated solutions. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*. 10. (3) 83-93. p.
 66. KAKAS J. (szerk.) (1967): Magyarország Éghajlati Atlasza II. kötet. Országos Meteorológiai Intézet. Akadémiai Kiadó, Budapest. 263.p.
 67. KÁDÁR I. (1992): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA, TAKI, Budapest. 343 p.
 68. KERÉKES J. (1969): Gyógynövénytermesztés. Mezőgazdasági kiadó, Budapest. 147-151. p.
 69. KESKITALO, M. (2001): Effect of the abiotic growth factors on the concentration of health-promoting secondary metabolites in crops grown in northern latitudes. Biologically active phytochemicals in food: analysis, metabolism, bioavailability and function Proceedings of the Eurofoodchem XI. Meeting, Norwich, UK. Cambridge. UK: Royal Society of Chemistry. 26-28. September 2001. 34-35. p.
 70. KHOLIF A. M., EL-SHEWY A. A. (2004): Response of lactating goats to rations supplemented with the medicinal seeds. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*. 12. (2) 559-567. p.
 71. KOCSIS, I., PÁSZTOR, L. (2007): Az agrokémia elméleti alapjai. Magán kiadás. 250 p.

72. KOWALSKA B. (2004): Toxic plant compounds in the control of phytopathogens. *Ochrona-Roslin. Poznan.* 49.(11) 19-20. p.
73. KOZÁK A. (2010): Hazai gyógynövényágazat piaci helyzete. Vidékfejlesztés a gyógynövényprogramokkal – követelmények a piac oldaláról. Szakmai nap, 2010. június 11. O.n.
74. KUSTERER A. et al. (2002): Diseases of caraway (*Carum carvi* L.), fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and dill (*Anethum graveolens* L.) at the location Aschersleben. *Zeitschrift für Arznei und Gewürzpflanzen.* 7. (3) 387-391. p.
75. LAFLAMME, P. (2008): Caraway. www1.agric.gov.ab.ca
76. LANGENBERGER M. W., DAVIS A. R. (2002): Temporal changes in floral nectar production, resorption, and composition associated with dichogamy in annual caraway (*Carum carvi*, *Apiaceae*). *Am. J. Bot.* 89. 1588-1598. p.
77. LARIBI B., BETAIEB I., KOUKI K., SAHLI A., MOUGOU A., MARZOUK B. (2009): Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. *Industrial Crops and Products.* 30. (3) 372-397. p.
78. MACHOWICZ-STEFANIAK Z., ZALEKSKA E. (2004): The fungi threaten to some species of herbs from *Apiaceae* family cultivated in South-East Poland. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura.* 95. 223-227. p.
79. MACIEJEWSKA, M. (2000): Effect of the application of animal slurry to meadows on the content of trace elements in swards enriched by addition of caraway. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura.* 84. 257-261. p.
80. MADISCH, A., HOLTMANN, G., MAYR, G., VINSON, B., HOTZ, J. (2004): Treatment of functional dyspepsia with a herbal preparation. *Digestion.* 69. (1) 45-52. p.
81. MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 1-3/13-1-Hústermékek A. 9.2.2 – Fűszerek. O.n.
82. MALYA A. (2011): Az egyéves konyhakömény felvásárlási ára és tápanyag kijuttatás a mezőhegyesi Mezőprodukt Kft. gyakorlatában. Szóbeli közlés.
83. MÄNICKE S., KÖHLER A., GRUNERT M. (2006): Kümmel. www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl
84. MELZIG M. F., MOLLER I., JARRY H. (2003): New investigations on the in-vitro-pharmacological effect of essential oils on fruits of *Apiaceae*. *Zeitschrift für-Phytotherapie.* 24. (3) 112-116. p.
85. MIHALIAK C. A., LINCOLN D. E. (1985): Growth pattern and carbon allocation to volatile leaf terpenes under nitrogen-limiting conditions in *Heterohecta subaxiallis* (*Asteraceae*). *Oecologi.* 66. 423-426. p.

86. MSZ 20642: 1983: Élelmiszeripari alapanyagok és termék szabványok- Adalékanyagok- Fűszerkömény. O.n.
87. NAGY G. (2000): Effect of fungi occuring on seeds of medicinal plants on germination. Proceedings of the Lippay János and Vass Károly Scientific Symposium, Bp. O.n.
88. NAGY G. (2006): A gyógy- és fűszernövényeken előforduló konídiumos gombák. Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Növénykórtani tanszék, Bp. 120 p.
89. NAGY G. (2004): Konídiumos gombák új előfordulása gyógynövényeken. 50. Növényvédelmi Tudományos Napok, Bp. Összefoglalók. 96. p.
90. NAGY G. (2010): A konyhakömény károsítói. In: BERNÁTH J., ZÁMBORINÉ-NÉMETH É. : A konyhakömény (*Carum carvi* L.) Magyarország kultúrflórája sorozat, IV. kötet, 7. füzet, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő. 121-124. p.
91. NAGY J. (1997): A műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére öntözés nélküli és öntözéssel termesztésben. Agrokémia és Talajtan. 46. (1-4) 275-288. p.
92. NAGY J., HUZSVAI L. (1995): Az évjárat hatás értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére. Növénytermelés. 44. (4) 385-394. p.
93. NÉMETH, É. (Szerk.) (1999): Caraway- The Genus *Carum*. Series: Medicinal and Aromatic Plants- Industrial Profiles, Harwood Academic Publishers, Amsterdam. 200. p.
94. NÉMETH É., BERNÁTH J., PLUHÁR Zs. (1997): Factors influencing flower initiation in carway J. of Herbs, Spices and medicinal plants. 5. 41-50. p.
95. NÉMETH É., BERNÁTH J., SZABÓ K., PETHEŐ, F. (1999): Study on flowering dynamic and fertilization properties of caraway and fennel. Acta Horticulturae. 502. 77-84. p.
96. NÉMETH É., SZÉKELY G. (2000): Floral biology of medicinal plants. I. Apiaceae species. Int. J. Hort. Sci. 6. 133-136. p.
97. OCSKÓ Z. (2011): Növényvédő szerek, termésnövelő anyagok I. III. fejezet. Agrinex Kiadó, Budapest. 488. p.
98. ODSTRCILOVA L., ONDREJ M., KOCOURKOVA B., RUZICKOVA G. (2002): Monitoring of incidence and determination of fungi on caraway, fennel, coriander and anise, consideration of disease importance and possibility of chemical protection. Plant Protection Science. 38. (Special 2) 340-343. p.

99. PANK F., KRÜGER H., QUILITZSCH, R. (2007): Results of a polycross-test with annual caraway (*Carum carvi* L. var. *annuum* hort.). *Arznei- und Gewürzpflanzen*. 12. (9) 127-135. p.
100. PANK F., KRÜGER H., QUILITZSCH R. (2008): Ergebnisse zwanzigjähriger rekurrenter Selektion zur Steigerung des Atherischöl-Gehaltes von einjährigem Kümmel (*Carum carvi* L. var. *annuum* hort.). Tagungsband 18. Bernburger Winterseminar und 5. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen. 25-26. p.
101. PANK F., SCHWARZ S. (2005): Anbau von ein jährigem Kümmel (*Carum carvi* L. var. *annuum* hort.) über Winter im Gewächshaus zur Beschleunigung des Züchtungsfortschrittes. *Arznei- und Gewürzpflanzen*. 10. (4) 193-197. p.
102. PASCUAL-VILLALOBOS M. J. (2003): Volatile activity of plant essential oils against stored-product beetle pests. *Advances in stored product protection. Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored Product Protection*, York, UK, 648-650. p.
103. PHARMACOPEA HUNGARIAE VIII. (2006) *Carvi fructus*
104. POTLOG A. S. (1938): Der Einfluss von Kunstdünger auf den Ertrag und die Qualität des Kümmels. *Heil- und Gewürzpflanzen*, 18. 19-21. p.
105. PUTIEVSKY E. (1978): Yield components of annual *Carum carvi* L. grown in Israel. *Acta Horrt.* 73. 283-287. p.
106. PUTIEVSKY E. (1983): Effect of day-length and temperature on growth and yield components of three seed spice. *Journal Horticulture Sciencific*. 58. (2) 271-275. p.
107. RÁPÓTI M., ROMVÁRY J. (1972): *Gyógyító növények* Medicina Kiadó, Budapest. 93-95. p.
108. RÉDEI D. (2007): *Gyógy- és aromanövények poloskanépessége*. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Rovartani Tanszék, Bp. 120. p.
109. RISULA D., PEARSE P., BRENZIL C., PANCHUK K., HARTLEY S. Saskatchewan Ministry of Agriculture - Waterer, D. University of Saskatchewan (2008): Caraway. Fact Sheet. www.agriculture.gov.sk.ca.
110. ROSENGARTEN F. J. (1969): *The book of spices*. Liv. Pabl. Co. Wynnewood. 60. p.
111. ROSSO, J. D., SOMBRERO, C. (1991): Enviromental control of essential oil production in Mediterranean plants. In J.B. Harbone and F.A. Thomas- Barberan (eds.) *Ecological chemistry and bio chemistry of plant terpenoids, Proceedings of the Phytochemical Society of Europe* 31, Oxford Science Publications. 83-94. p.

112. RÖHRICHT C., MÄNICKE S., DANNEBERG H., XYLANDER E. (2001): Anbautechnische Untersuchungen zu Kümmel (*Carum carvi* L.). im Freistaat Sachsen. Zeitschrift für Arznei und Gewürzpflanzen 6. (3) 14. p.
113. RUMINSKA A., ORINSKA D. (1970): A talajnedvesség hatása a kétéves és egyéves konyhakömény kelésére, a csíranövények tömegére, valamint ásványianyag felvételére. Herba Polonica. 3. 268-273. p.
114. RUSZKOVSKA, J. (1998): Main chemical constituents of *Carum*; In: NÉMETH, É. (ed.): Caraway- The Genus *Carum*. Harwood Academic Publisher, Amsterdam. 35-54. p.
115. RUUTTUNEN P. (2009): Weed controll in late-sown caraway, Jokioinen. Trial Report 2009- Herbicides. MTT Agrifood Research. <https://portal.mtt.fi>
116. SADOWSKA A., OBIDOSKA G. (1998): Pharmacological uses and toxicology of caraway. In: NÉMETH É.(Szerk.) *Caraway: The Genus Carum*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam. 165-174. p.
117. SADRAEI H., GHANNADI A., TAKEI-BAVANI M. (2003): Effects of *Zataria multiflora* and *Carum carvi* essential oils and hydroalcoholic extracts of *Passiflora incarnata*, *Berberis integerrima* and *Crocus sativus* on rat isolated uterus contractions. International Journal of Aromatherapy. 13 (2/3) 121-127. p.
118. SARKADI J. (1975): A műtrágyaigény becslésnek módszerei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 252. p.
119. SATYANARAYANA S. (2004):Antioxidant activity of the aqueous extracts of spicy food additives - evaluation and comparison with ascorbic acid in in-vitro systems. Journal of Herbal Pharmacotherapy. 4. (2) 1-10. p.
120. SEDLAKOVA J., KOCOURKOVA B., KUBAN V. (2001): Determination of essential oils content and composition in caraway (*Carum carvi* L.) Czech Journal of Food Sciences. 19. (1) 31-36. p.
121. SCHRÖDER H. (1972): Kümmeldüngung. In: HORNOK (Szerk.) (1990): *Gyógynövények termesztése és feldolgozása*. Mezőgazdasági Kiadó, 330. p.
122. SLEZÁK K. A., BIRKÁS Z., NÉMETHY Z-NÉ. (2011): Profitability of potassium fertilization in carrot production. 1. Transilvanian Horticulture and Landscape Studies Conference. 62. p.
123. STOCKER L. (2010): Produktionischen im Pflanzenbau. Anbau- und Kulturanleitung –Kümmel (*Carum carvi* L.). Stocker. O.n.
124. SVÁB J-NÉ. (1986): Törzsszaporítások eredményei kézirat. O. n.

125. SVÁB, J-NÉ. (1992): Carway (*Carum carvi* L.) In: HORNOK L. (Szerk.): Cultivation and processing of medicinal plants. Wiley. 154-159. p.
126. SVÁB J-NÉ. (1978): A konyhakömény. In. HORNOK L. (Szerk.) (1990). *Gyógynövények termesztése és feldolgozása*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 330. p.
127. SVÁB J-NÉ (1993): *Carum carvi*- kömény. In. Bernáth, J. (1993): Vadon termő és termesztett gyógynövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 179-183. p.
128. SYNGENTA SEEDS (2010): Kömény. www.syngenta-agro.at/ku/spezial/arznei/arz-kuem.asp
129. SZABÓ L. GY. (1980): A magbiológia alapjai. Akadémia Kiadó Budapest. 391. p.
130. SZALAI I., FRENYÓ V. (1962): Növényélettani kísérletek. Tankönyvkiadó, Budapest. 699. p.
131. SZALÓKINÉ-ZIMA I. (2004): A termékenység, a minőség, valamint a vízfogyasztás összefüggése a víz- és a tápanyagellátással vöröshagyma, csemegekukorica és takarmánykukorica esetében. Doktori értekezés, Debrecen. 120. p.
132. SZÁNTNER J. (1985): Az eltérő szintű tápanyag-ellátás hatása az egyéves konyhaköményre. Diploma dolgozat. Kertészeti Egyetem, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, Budapest. 35. p.
133. TERBE I, SLEZÁK K A , NÉMETHY Z-NÉ, BUZÁS L. (2001): The effect of potassium fertilization ont he crop quality of vegetable. Scientific and Research Papers 1. 94-101. p.
134. TERBE I, SLEZÁK K A, NÉMETHY Z-NÉ, KAPPEL N. (2002): Crop quality and yield of vegetable as affected by potassium supply. Bulleton of the Szent István University 1. 29-38.
135. TOXOPEUS H., BOUWMEESTER H. J. (1993): Improvement of caraway essential oil and carvone production in The Netherlands. Industrial Crops and Products, 1. 295-301. p.
136. TOXOPEUS H., LUBBERTS J. H., NEERVOORT W., FOLKERS W. és HUISJES G. (1995): Breeding research and in vitro propagation to improve carvone production of caraway. Industrial Corps and Products. 4. 33-38. p.
137. TÓTH E., NÉMETH É., PANK F. (1996): International symposium Breeding research on medital and aromatic plants, Quedlingburg. O. n.
138. TRAUTWEIN F. (2007): Ergebnisse von Sortenprüfungen mit Einjährigem Kümmel (*Carum carvi* L. var. *annuum* hort.) Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen. 12. (1) 36-42 p.

139. UEHLEKE B., SILBERHORN H., WOHLING H. (2002): A plant cocktail soothes upset stomachs. *MMW Fortschritte der Medizin*. 144. (27/28) 695. p.
140. VALKOVSZKI N. J. (2010): Az egyéves konyhakömény hozamvizsgálata. Nem publikált saját termesztési eredmények.
141. VALKOVSZKI N. J. (2011): Egyéves konyhakömény tápanyagigényének vizsgálata. *Agrofórum* 21. (3) 102-104. p.
142. VÉGSŐ A. (2004): Tárolási idő hatása néhány, az *Apiaceae* családba tartozó gyógynövényfaj csírázóképességére. BCE-KTK Gyógynövény Tanszék. Szakdolgozat. 30. p.
143. WANDER J. G. N., BOUWMEESTER H. J. (1997): Effects of nitrogen fertilization on dill seed and carvone production In Németh É. (1999): Caraway. Harwood Academic Publishers. 200 p.
144. ZABALIUNIENE D., JARIENE E., PRANAITYENE R., PALIONYTE G. (2003): Influence of natural sprout inhibitors on the quality of potato tubers and their products. *Zemes ukio Mokslai*. 2. 43-48. p.
145. ZÁMBORINÉ-NÉMETH. É. (2002): Gyógynövények illóolaj komponenseinek felhalmozódását befolyásoló tényezők. MTA Doktori Értekezés, Budapest. 139. p.
146. ZÁMBORINÉ-NÉMETH, É. (2005): Konyhakömény (*Carum carvi* L.) populciók taxonvizsgálati metodikája, az egyes növényi tulajdonságok gyakorlati jelentősége. „A fajtaválaszték fejlesztése a kertészetben” Kertgazdaság, Különkiadás. 209-220. p.

Nyilatkozat

Alulírott, Valkovszki Noémi Júlia doktorjelölt kijelentem, hogy a benyújtott PhD értekezésem önálló szellemi alkotásom.

Dátum: Szarvas, 2011. május 30.

.....
Aláírás

KÖSZÖNET NYILVÁNÍTÁS

Köszönetem szeretném kifejezni a családomnak, hogy támogattak az elmúlt években szeretetükkel és türelmükkel, hogy elkészíthessem a dolgozatomat.

Köszönöm témavezetőmnek, Zámboriné Dr. Németh Évának a lelkiismeretes szakmai segítségét.

Köszönöm dr. Sárosi Szilviának az illóolaj analízisben nyújtott segítségét.

Statisztikai kiértékeléseimben fontos segítőim voltak dr. Ladányi Márta és dr. Erdélyi Éva.

Köszönöm a munkahelyemnek, a Szent István Egyetem Víz- és Környezetgazdálkodási Kar vezetésének és minden munkatársamnak, akik lehetőséget adtak arra, hogy elvégezzem a képzést és segítették munkámat; és a hallgatóimnak, akik fizikai erejükkel segítették a kísérlet eredményességét.