



Budapesti Corvinus Egyetem

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

Doktori értekezés tézisei

VALKOVSZKI NOÉMI JÚLIA

Témavezető:
Zámboriné Dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc

Készült a Budapesti Corvinus Egyetem
Gyógy- és Aromanövények Tanszékén

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.

.....
Dr. Tóth Magdolna
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
Zámboriné Dr. Németh Éva
A témavezető jóváhagyása

A kutatás előzményei, célkitűzés

Magyarországon az elmúlt években ingadozott a gyógynövénnyel hasznosított felületek nagysága. A 2010-es évben megközelítően 20000 hektáron folyt a termesztés. Az üzemi méretű felületeket még mindig a mustár, mák, édeskömény, koriander, konyhakömény uralja.

A hazai konyhakömény termesztés legsikeresebb időszakának eddig 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 magyar termesztők csalódtak a növényben. 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.

Az 5000 ha-ról 2006-ra megközelítően 100 ha-ra csökkent az egyéves konyhakömény termőfelülete.

A termesztés eredményességét tovább rontja, hogy a hazai gyakorlatban nem ismert a kömény pontos tápanyagigénye, emiatt a műtrágya, különösen a nitrogén nem megfelelő és gyakori kijuttatása terheli a környezetet. A makroelemek köményhozamra és minőségre gyakorolt hatása az irodalmi források alapján sem egyértelmű.

A jövőben a magyar termőfelület szinten tartása, sőt bővítése csak a gazdaságosság növelésével (a terméshozam 1,5-2 t/ha legyen) érhető el. Ennek alapvetően két módja lehet napjainkban: a fajták teljesítőképességének növelése a genetikai alapok javításával, szigorú fajtafenntartással; illetve a termesztéstechnológia intenzívebbé, optimálissá tétele. Utóbbi esetben a hozam növelése mellett a környezetvédelmi, fenntarthatósági szempontok sem elhanyagolhatóak.

Kísérletem céljával az egyéves konyhakömény (*Carum carvi var. annuum*) termesztéstechnológiai feltételeinek optimalizálását tűztem ki, a Dél-Alföldön, csernozjom réti talajon.

A nagyüzemi konyhakömény termesztés hazai technológiájához igazodva a sortávolság és a műtrágyakezelés hatását vizsgáltam.

Az alábbi kérdésekre kerestem választ:

1. A sortávolság mely növénytulajdonságokra fejt ki hatását?
2. Hogyan optimalizálható a termés mennyisége és minősége tápanyag-utánpótlással (kiemelve a N és K igényt)?
3. A fenti tényezők hatása milyen mértékben függ az évjáráti körülményektől?
4. A vizsgált növénytulajdonságok milyen kapcsolatban állnak egymással?

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

Anyag és módszer

A megfigyeléseket a Szent István Egyetem Víz- és Környezetgazdálkodási Kar Környezettudományi Intézetében, a Kertészeti Diszciplína Galambosban lévő Mintafarmján végeztem 2006-2008 között.

A kísérletet minden évben eltérő helyen állítottam be, csernozjom réti talajon. A területre humuszban gazdag (2,86-3,00%), enyhén savanyú kémhatású (5,24-6,52 pH), középkötött (K_A : 41-42) talaj a jellemző. A sótartalom alacsony volt (0,02-0,05 %). A talajok NO_3 -N-tartalma a kálium-kloridos kivonási módszer alapján a talaj ásványi NO_3 -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 P_2O_5 -tartalom a kísérleti időszak során (405- 226 mg/kg) tehát a magas ellátottság volt a jellemző. A területek K_2O -tartalma (280-216 mg/kg), ami igen jó illetve jó ellátottsági szintet eredményezett.

A vizsgálatok két csapadékban gazdag és egy aszályos évben zajlottak. Az ötvenéves adatsorokkal (KAKAS, 1957) összehasonlítva a kísérlet tenyészidőszakainak átlaghőmérséklete magasabb, a hőösszege alacsonyabb, a hőségnapok száma magasabb volt. A tenyészidőszak csapadékösszege csak 2007-ben volt alacsonyabb, mint az 50 éves átlag. Öntözést egyik évben sem végeztem.

A megfigyeléseket az 'SZK-1' 1987-ben magyar állami elismerést kapott egyéves köményfajtán végeztem el. A Kertészeti Egyetem Gyógynövények Tanszékének és a Szilasmenti MgTsz-nek a fajtája volt. 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.

A vizsgálatokat 2006-2008-ban, szántóföldi kisparcellás területen, két tényezővel, sávos, majd osztott parcellás elrendezésben, 3 ismétlésben, 6 m²-es alapparcellákon végeztem. A kísérletben „A” tényezőként a sortávolság, „B” tényezőként a műtrágyázás szerepelt.

„A” tényező, a sortávolság kezelése:

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

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

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

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 kg ha⁻¹ N + 80 kg ha⁻¹ K + lombtrágya: 0 kg ha⁻¹ N (a továbbiakban N_0K_{80});

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

b_4 = alaptrágya: 80 kg ha⁻¹ N + 80 kg ha⁻¹ K + lombtrágya: 0 kg ha⁻¹ N (a továbbiakban $N_{80}K_{80}$);

b_5 = alaptrágya: 80 kg ha⁻¹ N + 0 kg ha⁻¹ K + lombtrágya: 70 kg ha⁻¹ N (a továbbiakban $N_{80+70}K_0$);

b_6 = alaptrágya: 80 kg ha⁻¹ N + 80 kg ha⁻¹ K + lombtrágya: 70 kg ha⁻¹ N (a továbbiakban $N_{80+70}K_{80}$)

Alaptrágyaként vetés előtt a N-t kalcium-nitrát (15,5% N), a K-ot kálium-szulfát (50% K) formájában adtuk ki. A N-lombtrágyázást 26% N-tartalmú (csak ammónium-nitrátot tartalmazó) vízdoldható műtrágyával végeztük (hallgatók segítettek), a virágzás kezdetén, 10 l vízben oldva 1,6%-os töménységű oldatot alkalmazva. A kontroll parcellák csak tiszta vizet kaptak (10 l/ 6 m²).

Mérések és megfigyelések során a sortávolság és a trágyakezelés hatását vizsgáltam a növényállomány morfológiai jegyeire (növénymagasság, tövenkénti ernyőszám), a hozamot befolyásoló elemekre (ezermagtömeg, tövenkénti hozam, 1 m²-ről betakarított hozam) és a minőséget meghatározó tényezőkre (illóolaj-tartalom, illóolaj-összetétel, csírázóképeség).

Az illóolaj-tartalom mennyiségi meghatározása a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Gyógy- és Aromanövények Tanszék Laboratóriumában történt a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv alapján, víz desztillációval, 3 ismétlésben. Az illóolaj fő komponenseit gázkromatográfiás módszerrel határoztuk meg, minden sortávolság esetén az összes trágyakezelésből 1 mintát volt módomban elemezni. A komponensek azonosítását tömegspektrum (NIST spektrumkönyvtár), illetve retenciós indexek alapján végezték.

A statisztikai 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 növénytulajdonságok 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.

Eredmények

A sortávolság hatása

Növénymagasság

2006-ban nem tudtam bizonyítani a sortávolság növénymagasságra gyakorolt hatását a tápanyagkezelések átlagban. 2007-ben a növénymagasságot a sortávolság növelése enyhén serkentette, de statisztikai különbséget nem tudtam bizonyítani. 2008-ban a különböző sortávolságú parcellák növénymagassága között nem találtam statisztikailag bizonyítható különbséget.

Tövenkénti ernyőszám

2006-ban jelentős statisztikailag is igazolható különbséget találtam a sortávolságok között; a legtöbb ernyő a 48 cm-es sortávolságról begyűjtött növényeken volt. 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. 2008-ban is a legszélesebb sortávolságon számoltam a legtöbb ernyőt; a különbség azonban ebben az évben is csak tendenciaszerűen jelentkezik, nem szignifikánsan.

Ezermagtömeg

2006-ban minél nagyobb volt a sortávolság, annál kisebb az ezermagtömeg, Ez összefügghet a tövenkénti több ernyő fejlesztésével; de statisztikailag igazolható különbséget nem találtam. 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. Az alacsony értékek minden bizonnyal az aszályal magyarázhatók. 2008-ban a termések kedvezően fejlődtek, s a kezelések hatása statisztikailag igazolható különbséget mutatott a 48 cm-es sortávolság javára.

Tövenkénti termés hozam

2006-ban a tövenkénti termés hozamra az adatok szerint a növekvő tenyészterület pozitív hatást gyakorolt, a sortávolság növekedésével a termésmennyiség csaknem arányosan gyarapszik átlagosan. 2007-es évjáratban a különbség a legnagyobb és a legkisebb sortávolság között szignifikáns. A hozamok az előző évhez képest alacsonyabb értékeket mutattak, mindez valószínűleg a csapadékszegény tenyészidőszakkal magyarázható. 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. 2008-ban mindhárom sortávolság-kezelés között szignifikánsan különbség mutatható ki. A legszélesebb sortávolság adta a maximális értékeket.

Egységnyi felületről betakarított termés

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. 2007-ben a 24 cm-es és a 48 cm-es sortávolságok, mint kezelések hatása között statisztikailag igazolható különbséget kaptam. A 2008-as tenyészidőszakban Statisztikailag igazolható különbség volt a legkeskenyebb és a legszélesebb sortávolságú parcellák hozama között. A legtöbb hozamot a 24 cm-es sortávolság mellett mértem. A termés mennyisége abszolút értékben 2-3 szorosa az előző éviéknél. 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.

Illóolaj-tartalom

2006-ban a sortávolságok a tápanyagkezelések átlagában nem okoztak szignifikáns eltérést a magvak illóolajtartalmában. Az értékek átlagos, a fajtára jellemző (2-2,8%) illóolaj-tartalomnak tekinthetők (BERNÁTH és ZÁMBORINÉ-NÉMETH., 2010). 2007-ben 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. A sortávolság növelésével a kaszatok illóolaj-tartalma csökkent. 2008-ban a sortávolságok között a tápanyag kezelések átlagában nincs statisztikailag igazolható különbség.

Illóolaj-összetétel

2006-ban a sortávolság hatása a konyhakömény legfontosabb, fő komponensének számító d-karvon arányára statisztikailag nem igazolható, azonban az átlagértékeket tekintve a sortávolság növekedésével a karvon átlagos aránya csökken. 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%. Az egyedi minimum 45%, a maximum 51%, ami a fajtára jellemző intervallum (ZÁMBORINÉ-NÉMETH, 2002). 2008-ban az előző évihez hasonlóan, az összes kísérleti mintában azonosnak tekinthető értékeket kaptam. A különbség a fél %-ot sem éri el. A magolaj d-karvon-tartalma kissé elmaradt a normál, fajtára jellemző értéktől, a legmagasabb felhalmozódási szint sem érte el az 50%-ot.

Csírázóképesség

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. 2007-ben nem jelentkezett a sortávolság szignifikáns hatása. A tendencia az előző évvel azonos azaz a szélesebb sorközben nevelkedett növények magvainak csírázóképessége némileg jobb. Az átlagok nem érik el a rendeletben előírt 70%-ot. 2008-ban a sortávolság függvényében nem találtam statisztikailag igazolható különbséget a magvak csírázóképességében. Az értékek alacsonyok, az adatsor tendenciája az előző évekkel ellentétes, és az értékek szórása viszonylag nagy (minimum 54,7%; maximum 74,7%).

A tápanyag-kijuttatás hatása

Növénymagasság

2006-ban a különbség szignifikánsan a 36 cm sortávolságú parcellákban jelent 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. 2007-ben a kontroll parcellákhoz képest minden kijuttatott műtrágya adag magasság-növekedést eredményezett. Szignifikáns különbség a kontroll és az $N_{80}K_0$ valamint a kontroll és $N_{80}K_{80}$ kezelések között mérhető. 2008-ban az adatok tendenciája az előző évekkel éppen ellentétes. A növénymagasságot minden kijuttatott műtrágyakezelés csökkentette, a különbségek azonban nem bizonyultak szignifikánsnak.

Tövenkénti ernyőszám

A 2006-os évben az egyes kombinációk között több esetben szignifikáns eltérések mutathatók ki. A szignifikánsan legkevesebb ernyő a N_0K_{80} kezelésben jelentkezett. Az ernyők darabszámára a plusz tápanyag alapvetően serkentő hatást fejtett ki, de azonos nitrogén szinten a káliumdózis emelése negatívan hatott. 2007-ben a tápanyag-utánpótlás két változója között a sortávolságok átlagában szignifikáns különbséget csak az $N_{80}K_0$ 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. 2008-ban minden kiadott műtrágya dózis csökkentette a tövenkénti ernyők számát a kontrollhoz képest. A legnagyobb dózisu kezelések nyomán jelentkező csökkenés szignifikáns, és mintegy egyharmaddal kevesebb ernyő fejlődött.

Ezermagtömeg

2006-ban az azonos nitrogén ellátás mellett a kiadott kálium csökkentette a termés tömegét, de a műtrágyakezelések között a különbségek statisztikailag nem igazolhatók. 2007-ben, az aszály miatt a konyhakömény terméseinek tömege igen alacsony volt nincs statisztikailag igazolható különbség. 2008-ban két esetben kaptam szignifikáns különbségeket; a sortávolságok átlagában az $N_{80}K_{80}$ jelzésű kezelés adta a legnagyobb ezermagtömeget (3,53 g) és a növekvő nitrogén dózisek csökkenő méretet eredményeztek.

Tövenkénti termés hozam

2006-ban a tápanyagellátás a sortávolság kezeléseknél általában nem okozott szignifikáns változást az egyedi termésmennyiségben. A K-adagolás tendenciájában terméscsökkenő hatással bírt. Az $N_{80}K_0$ -as kezelés eredményezte a legtöbb tövenkénti termést. A nagyobb térállásban a növények az emelt N-utánpótlásra kevésbé reagáltak. 2007-ben minden kezelés csökkentette a termés mennyiségét a kontrollhoz képest. Azonos N dózisok mellett a pótlólagos K kiadása hátrányos volt, kivéve a legnagyobb dózisú, fejtrágyával is ellátott parcellákat. A 2008-as kísérleti évben a $N_{80+70}K_0$ kezelés biztosította a legjobb eredményt. Azonos N dózisok mellett a pótlólagos K kiadása az előző évekhez hasonlóan hátrányos volt a tövenkénti termésre.

Egységnyi felületről betakarított termés

2006-ban statisztikailag igazolható különbség volt az N_0K_{80} és $N_{80}K_{80}$; valamint az $N_{80}K_0$ és az $N_{80}K_{80}$ kezeléseknél között. 2007-ben a különböző kezelési kombinációknál számos esetben jelentkezik szignifikáns differencia ($SzD_{5\%}$). A legsűrűbb vetésben a tápanyag-adagolás erősebb negatív hatással bírt, mint a nagyobb térállásban. A kálium terméscsökkenő hatása nem jelentkezett határozottan. Az egységnyi felületről betakarított termés maximumát 2007-ben a 48 cm-es sortávolságról és az $N_{80+70}K_{80}$ -as kezeléssel értem el ($45,8 \text{ g/m}^2$), nem sokkal maradt el mögötte a kontroll ($41,7 \text{ g/m}^2$). 2008-ban a legnagyobb hozamokat a legjobban ellátott parcelláknál kaptam. A K hatóanyag kifejezetten termésnövelő hatású, tehát ebben az évben a terület káliumellátottsága mellett a pótlólagos kijuttatás pozitívnál bizonyult. Különösen a magasabb N szinteken és a sűrűbb térállásban segített a K műtrágya a terméseredmény fokozásában.

Illóolaj-tartalom

A 2006-os évben a műtrágyakezelések következtében a kontrollhoz képest minden esetben illóolaj-tartalom csökkenés következett be, amennyiben a parcellákat N kezelésben részesítettem. Azonos N-szint mellett a K hatóanyag kiadásával viszont minden esetben illóolaj növekményt regisztráltam. A magvak legmagasabb illóolaj-tartalmát az N_0K_{80} -as kezeléssel értem el a sortávolságok átlagában (2,62%) és minden sortávolságnál egyesével is. 2007-ben azonos K_{80} kijuttatás mellett az emelt adagú N előző évben tapasztalt negatív hatása is megmutatkozik, legerősebben a legmagasabb dózisú, fejtrágyában is részesített parcelláknál detektálható. A K illóolaj felhalmozódást serkentő hatása ebben az évben viszont kevésbé jelentkezett. 2008-ban a sortávolságok átlagában a kontroll kezelés biztosította a legmagasabb illóolaj felhalmozódási szintet. A pótlólagosan kiadott nitrogén illóolaj-tartalom-csökkenő hatása statisztikailag igazolható. A K illóolaj hozamnövelő hatása szintén tapasztalható, de csak a legmagasabb N szinten, ekkor viszont minden sortávolság esetében.

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 parcelláknál legerősebb. A 60 sz.a. % feletti beltartalmi értékek gyakorlatilag már a két éves változat értékesebb termései szintjének felelnek meg (ZÁMBORINÉ-NÉMETH, 2005). A 2007-es évben viszont a d-karvon komponens aránya minden parcellán 50% alatt maradt. A kezeléseknél 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.

Csírázóképesség

2006-ban az első kísérleti évben a legjobb csírázás az $N_{80}K_0$ és az $N_{80}K_{80}$ kezelés nyomán volt tapasztalható. A kiegészítő műtrágyázás serkentő hatása elsősorban a szélesebb sortávolság esetén jelentkezett. 2007-ben statisztikailag igazolható különbséget nem találtam egyik tápanyag kezelés között sem a sortávolságok átlagában. 2008-ban a két tényező kölcsönhatása statisztikailag is kimutatható. A legszélesebb sortávon a trágyázás okozta különbség a legerősebb. A kezeletlen kontroll parcellák eredményezték a legjobban csírázó magvakat a (66,9%), s a különösen a N nélküli K kijuttatás volt erősen negatív hatású.

Korrelációs kapcsolatok

A sortávolság korrelációs kapcsolata a megfigyelt növényi tulajdonságokkal

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 vizsgálati időszakban a 48 cm-es parcellákról a legtöbb tövenkénti hozamot és a 36 cm-es sortávolságú parcellákról a legtöbb átlag hozamot takarítottam be, amit diszkriminancia és klaszter analízissel bizonyítottam be.

A műtrágyadózisok korrelációs kapcsolata a megfigyelt növényi tulajdonságokkal

A nitrogén esetében a korrelációs vizsgálatokat a kontroll- $N_{80}K_0$ - $N_{80+70}K_0$ kezelések eredményeivel végeztem el, azaz a növekvő nitrogéndózisokkal való összefüggést elemeztem. Adataim szerint a kijuttatott nitrogén műtrágya a kísérleti időszakban negatív összefüggésben áll a termések illóolaj-tartalmával. Ez a három közül a két csapadékosabb évben (2006: $r=-0,57$ és 2008: $r=-0,58$) és az évek átlagában is bizonyítható.

A kálium műtrágya esetében a páronkénti korrelációs vizsgálatokat a növekvő K dózis összefüggésének elemzéséhez három változatot, a kontroll- N_0K_{80} , a $N_{80}K_0$ - $N_{80}K_{80}$ és az $N_{80+70}K_0$ - $N_{80+70}K_{80}$ kezeléseket eredményeiket vettem figyelembe. Eszerint a 2006-os ($r=0,68$) és 2008-as ($r=0,49$) évben (csapadékos évek) megjelent a kálium d-karvon-tartalmát pozitívan (és ezzel együtt a limonén-tartalmát negatívan) befolyásoló hatása az $N_{80}K_0$ és az $N_{80}K_{80}$ kezelés pár esetében.

A műtrágyahatás legmarkánsabban az ezermagtömeget és az illóolaj-tartalmat befolyásolta, ezt diszkriminancia és klaszter analízissel bizonyítottam. A teljes kísérleti időszakban a legalacsonyabb illóolaj-tartalom értékeket az $N_{80+70}K_{80}$ kezelésemből, a legmagasabb értékeket a kontroll és az N_0K_{80} kezelésekből nyertem.

Az évjárat befolyásoló szerepe az eredményekre

Az évjárat különbség legerősebben a növénymagasság és az ernyőszám értékeiben nyilvánul meg. A legmagasabb, és legkevesebb ernyőt nevelő növények a 2006-os hűvös, borús, csapadékos évben fejlődtek.

A vizsgált növénytulajdonságok korrelációs kapcsolata

A növénytulajdonságok korrelációs kapcsolatát az évjárat erősen befolyásolta. A csapadékos évek átlagában 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 növénymagasság 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, illetve az egységnyi felületről betakarított hozam között. Hasonló negatív kapcsolatot kaptam a d-limonén-tartalom, a tövenkénti ernyőszám és a d-karvon-tartalom, továbbá a tövenkénti ernyőszám és az egységnyi felületről betakarított hozam, illetve a növénymagasság és a tövenkénti ernyőszám között. A gyakorlatban jelentősége lehet a hozam és d-karvon-tartalom pozitív kapcsolatának.

Új tudományos eredmények

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.

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.

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, (2,6-3,0 % humusz-tartalom mellett) 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 termésméret 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 megfelelő 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-karvon-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.

Következtetések és javaslatok

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 és elősegíti a tápanyagok érvényesülését.

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

Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk

Lektorált folyóiratcikk

IF-es folyóirat cikk

1. **Valkovszki N. J.**- Zámboriné Németh É. (2010): Effects of growing conditions on content and composition of essential oil of annual caraway (*Carum carvi* L. var. *annua*) Acta Alimentaria 40. (2) p. 235-246.

NEM IF-es folyóiratcikk

1. **Valkovszki N. J.**- Zámboriné Németh É.- Sárosi Sz. (2007): A tápanyag-utánpótlás és a sortávolság optimalizálása az egyéves konyhakömény termesztésében. Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények 2007/ 27. p. 135-138.
2. **Valkovszki N.** (2006): Az intenzív konyhakömény (*Carum carvi* L. var. *annua*) termesztés biológiai és technológiai feltételeinek optimalizálása. Tessedik Tudományos Közlemények. 2006. HU ISSN 1587-6179 p. 57-69.

Konferencia kiadvány (magyar nyelvű, teljes)

3. **Valkovszki N. J.**- Zámboriné Németh É.- Sárosi Sz. A tápanyag-utánpótlás és a sortávolság hatása az SZK1 *Carum carvi* var. *annua* fajta illóolaj-tartalmára és összetételére XIII. Ifjúsági Tudományos Konferencia 2007. március 22; Keszthely. CD Kiadvány Növénytermesztés Szekció 1/1-7.
4. **Valkovszki N. J.** – Zámboriné Németh É. – Nagy K. – Takács N. (2008): A tenyésztési terület és a tápanyagkijuttatás változatainak hatása a *Carum carvi* var. *annua* terméshozamára. Óvári Tudományos Nap 2008. október 9.

ISBN szám:978-9883-05-5 Oldalszám nélküli CD kiadvány: Növénytermesztés Szekció Poszter p.5.

5. **Valkovszki N. J.** – Zámboriné Németh É. – Nagy K. – Takács N. (2008): Élelmiszer tartósításra és minőségjavításra irányuló technológiai eredmények az egyéves konyhakömény illóolajcélú termesztésében. Óvári Tudományos Nap 2008. október 9. ISBN szám:978-9883-05-5 Oldalszám nélküli CD kiadvány: Növénytermesztés Szekció Előadás p.10.
6. **Valkovszki N. J.** (2010): A vetésidő hatása az egyéves konyhaköményre. Óvári Tudományos Nap. 2010. október 7. ISBN szám: 978-963-9883-55-0. Oldalszám nélküli CD kiadvány: Növénytermesztési Szekció p. 6-11.

Nemzetközi konferencia (abstract)

1. **Valkovszki N. J.**- Zámboriné Németh É.- Sárosi Sz.(2008): Einfluss von Nährstoffversorgung und Reihenabstand auf Ertrag und Aetherischöl-Gehalt der einjährigen Kümmelsorte 'SzK-1' (*Carum carvi* L. var. *annuum* hort) Tagungsband 18. Bernburger Winterseminar und 5. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen. 18-21. Februar 2008. p. 43-44.

A tézisekben szereplő irodalmak jegyzéke

1. 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.
2. FÜSTÖS ZS., KÖCK O., RÁTKAI J. (2002): Leíró Fajtajegyzék – Gyógy- és illóolajos növények. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet. Budapest. 15. p.
3. FVM rendelet 50/2004. (IV. 22.) 4. számú melléklet Zöldség szaporítóanyag előállításáról és forgalomba hozataláról
4. KAKAS J. (szerk.) (1967): Magyarország Éghajlati Atlasza II. kötet. Országos Meteorológiai Intézet. Akadémiai Kiadó, Budapest. 263.p.
5. 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.
6. ZÁMBORINÉ-NÉMETH. É. (2002): Gyógynövények illóolaj komponenseinek felhalmozódását befolyásoló tényezők. MTA Doktori Értekezés, Budapest. 139. p.
7. 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.