

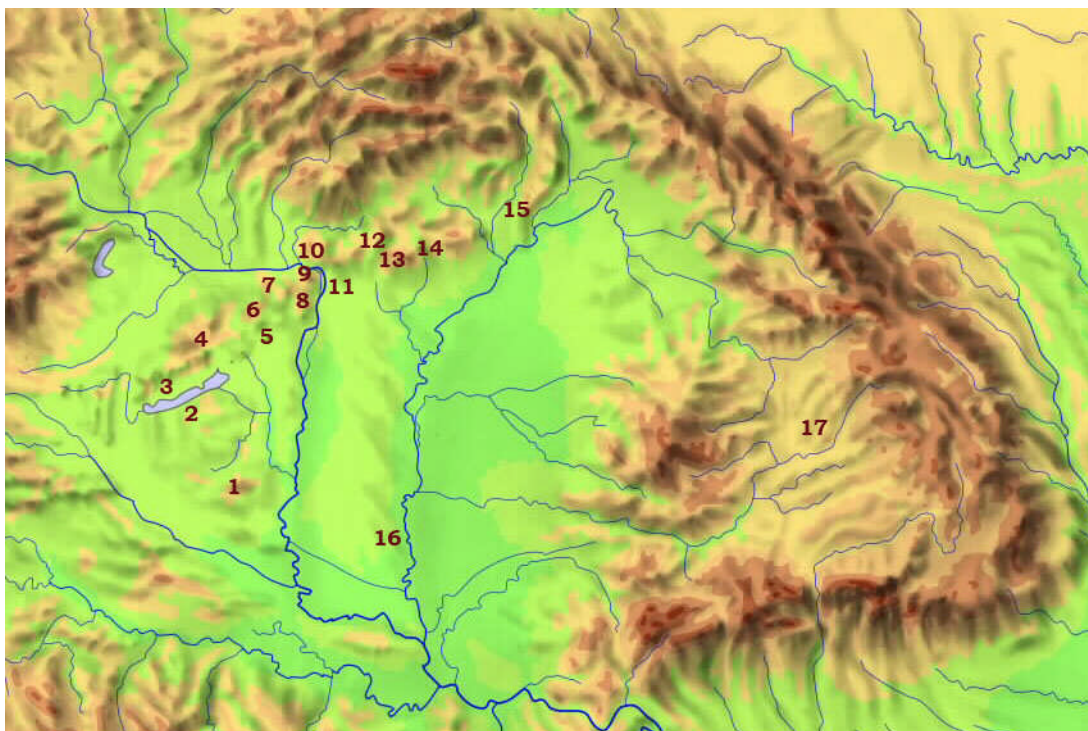
Kutatási zárójelentés

Magyarországi élőhelyeken előforduló kakukkfű (*Thymus*) fajok és infraspecifikus taxonok fenotipikus tulajdonságait és drogminőségét befolyásoló tényezők értékelése

1. A honos *Thymus* fajok előfordulása

A hazai kakukkfű-fajok tanulmányozását a vonatkozó rendszertani, növényföldrajzi és cönológiai irodalom áttekintése után modellterületek kijelölésével kezdtük. Arra törekedtünk, hogy szinte minden őshonos taxont, a lehető legtöbb élőhelytípusban felvételezzük: ehhez 17 tájegységben (1. ábra) eltérő szubsztrátumokon fellelhető, 46 kakukkfű termőhelyet értékeltünk a Kárpát-medence területén (1. táblázat).

Az őshonos gyűjtőfajok közül a legszélesebb körben a *Thymus pannonicus* All. (TPA: 26 termőhely), valamint a *T. glabrescens* Willd. (TGL: 13 termőhely) populációival találkoztunk, de a *T. pulegioides* L. (TPU: 10 termőhely), a *T. praecox* Opiz (TPR: 9 termőhely) is viszonylag gyakoriak voltak, míg a *T. serpyllum* L. (TSE) populációit csupán 3 élőhelyen találtuk meg. (A tájegység és termőhely számozása, valamint a kakukkfű fajok hárombetűs kódolása a továbbiakban minden ábrán és táblázatban azonos módon történik.)



1. ábra A hazai kakukkfű fajok populációinak felméréséhez kiválasztott tájegységek

Amennyiben egy termőhelyen változatos domborzati ill. társulástani viszonyokat találtunk, több felvételi négyzeten is dolgoztunk. Ennek megfelelően egy kisebb termőhelyi egységhez 1-5 felvételi négyzet tartozik, mely négyzetekben általában 1-3 kakukkfű faj volt fellelhető, esetenként (pl. hegyi kaszálók: Mátrakeresztes, Regéc, stb.) egy-egy fajhoz több kemovariáns („illatváltozat”) ill. virágszín-változat is tartozott. Több faj együttes előfordulása a legtöbb esetben a *T. pannonicus* mellett egy másik faj (TGL, TSE, TPR, TPU) megjelenését jelentette, de a *T. glabrescens* is előfordult más fajokkal (TPA, TPR, TPU) egy termőhelyen.

1. táblázat. A vizsgált termőhelyek, az előforduló kakukkfű fajok és növénytársulások áttekintése (*: védelemre javasolt, **: fokozott védelemre javasolt társulás Borhidi és Sánta, 1999 szerint)

Tájegység	Termőhely	Faj (agg.)	Alapközet	Talaj	Növénytársulás
1. Mecsek	1. Kis-Tubes	TPR	permi szürke mészkő	rendzina	<i>Serratulo radiatae-Brometum pannonicum</i> **
2. Somogyi-ds.	1. Nagybjom, homokp.	TSE	savanyú homok	futóhomok	<i>Thymo serpylli-Festucetum pseudovinae</i>
	2. Köröshegy, löszdomb	TPA	homokos lösz	hum. homok	<i>Cleistogeni-Festucetum sulcatae</i> **
3. Balaton-felv. és Keszthelyi-hg.	1. Keszth.-hg., Vár-völgy	TGL	homok	hum. homok	<i>Cleistogeni-Festucetum sulcatae</i> **
	2. Zalasántó, Pap-rét	TPU	patakp. hordalék	régi talaj	<i>Cirsio cani-Festucetum pratensis</i> *
	3. Szentbékállá, Kőhegy	TPU, TGL	pannon homokkő	vázatalaj	<i>Genisto pilosae-Quercetum</i>
	4. B.füred, Tamás-h	TPR	dolomit	rendzina	<i>Stipo eriocauli-Festucetum pallentis</i> **
	5. B.almádi: Megye-h.	TPA	lösz	vázatalaj	<i>Potentillo arenariae-Festucetum pseudovinae</i> *
4. Bakony-hg.	1. Fenyőfő: Legelő-dűlő	TPA, TSE	meszes homok	hum. homok	<i>Festuco vaginatae-Pinetum sylvestris</i> **
	2. Csesznek, Várhegy	TGL	dachst. mészkő	rendzina	<i>Cleistogeni-Festucetum sulcatae</i> **
	3. Várpalota, Nagy-Mező	TPR, TGL	dolomit	vázatalaj	<i>Stipo eriocauli-Festucetum pallentis</i> **
	4. Öskü: Péti-h.	TPA, TGL	dolomit	vázatalaj	<i>Seseli leucospermi-Festucetum pallentis</i> **
	5. Litér: Mogyorós-h.	TPA, TGL	dolomit	vázatalaj	<i>Cotino-Quercetum pubescentis</i> **
5. Velencei-hg.	1. Pákozdi, Ingókővek	TGL	gránit	vázatalaj	<i>Filagini-Vulprietum</i>
6. Vértes-hg.	1. Várgesztes, Som-h.	TPA, TGL	dachst. mészkő	rendzina	<i>Cleistogeni-Festucetum sulcatae</i> **
7. Gerecse-hg.	1. Tardosbánya	TPA, TGL	dachst. mészkő	rendzina	<i>Quercetum pubescenti-cerris</i>
8. Budai-hg.	1. Csíki-hegyek: Odvas-h.	TPA, TPR	dolomit	rendzina	<i>Chrysopogono-Caricetum humilis</i> *
	2. Újlaki-h.	TPA, TPR	dachst. mészkő	rendzina	<i>Mahalebo-Quercetum pubescentis</i> *
	3. Vörös-kővár	TPA	Hársh. homokkő	rendzina	<i>Festucion pseudovinae</i>
	4. Homok-hegy	TPA, TPR	dolomit	rendzina	<i>Chrysopogono-Caricetum humilis</i> *
	5. Nagy-Szénás	TPA, TPR	dolomit, lösz	rendzina	<i>Festuco pallenti-Brometum pannonicum</i> ** <i>útmenti gyep</i>
	6. Sas-hegy	TPR	dolomit	rendzina	<i>Seslerietum sadlerianae</i> **
	7. Tétényi-fenns., Érd	TGL	szarmata mészkő	rendzina	<i>Stipo eriocauli-Festucetum pallentis</i> **
	8. Tétényi-fenns., Diósd	TPR	szarmata mészkő	rendzina	<i>Stipo eriocauli-Festucetum pallentis</i> **
9. Visegrádi-hg.	1. Dömös, Vadálló-kövek	TPU	andezit	vázatalaj	<i>Poëtum scabrae</i> **
10. Börzsöny-hg.	1. Szent-Mihály-h.	TPU	andezit	erubáz	<i>Minuartio-Festucetum pseudodalmaticae</i> **
11. Gödöllői-ds.	1. Veresegyház	TPA	homok	rb. erdőtalaj	<i>Festucetalia valesiaca</i>
	2. Szada	TPA	homok	rb. erdőtalaj	<i>Festucetalia valesiaca</i>
	3. Zsófiaú	TPA	vasúti törmelék	vázatalaj	<i>Festucetalia valesiaca</i>
	4. Ceglédbercel, L.mélyút	TPA	lösz	hum. homok	<i>Festucetum vaginatae</i> **
	5. Ceglédbercel, Park	TPA	meszes homok	hum. homok	<i>Festucetum vaginatae</i> **
12. Medves-hg.	1. Salgó-h.	TGL	bazalt	erubáz	<i>Minuartio-Festucetum pseudodalmaticae</i> **
13. Mátra-hg.	1. Pásztó: Köves-bérc	TGL	andezit	vázatalaj	<i>Potentillo-Festucetum pseudodalmaticae</i> *
	2. Mátrakeresztes: Nagy-rétek	TPU	andezit	régi talaj	<i>Violion caninae</i>
	3. Sirok: Várhegy	TPA	riolittufa	vázatalaj	<i>Minuartio-Festucetum pseudodalmaticae</i> **
14. Bükk-hg..	1. Szarvaskő	TGL	agyagpala-törm.	vázatalaj	<i>Potentillo-Festucetum pseudodalmaticae</i> *
15. Zempléni-hg.	1. Regéc előtti rét	TPU	pannon riolit	vázatalaj	<i>Festuco ovinae-Rhacomitrietum</i>
	2. Regéc, kaszálórét	TPA, TPU	szarmata andezit	vázatalaj	<i>Anthyllido-Festucetum rubrae</i> *
	3. Bózsai-kő	TPA	szarmata riolit	vázatalaj	<i>Festuco ovinae-Polytrichetum</i>
	4. Vágáshuta, útm. rézsű	TPA, TPU	bádeni andezit	vázatalaj	<i>Anthyllido-Festucetum rubrae</i> *
16. Vajdaság/Bácska	1. Zenta	TPA	lösz	mészleped. csernozjom	<i>Festucion rupicolae</i>
	2. Topolya	TPA	lösz	mészleped. csernozjom	<i>Festucion rupicolae</i>
	3. Ada	TPA	vasúti töltés	vázatalaj	<i>ruđerális</i>
17. Erdély Mezőség, Sóvidék, Hargita-fennsík	1. Magyarszovát, Bánffy-h.	TPA, TSE	triász mészkő	rendzina	<i>Carici montanae-Brachypodietum</i>
	2. Kolozsvár, Hajtás-vgy.	TPA	triász mészkő	rendzina	<i>Carici montanae-Brachypodietum</i>
	3. Sóvidék, Szováta	TPU	sódiapír	podzol	<i>Asplenio-Festucetum pallentis</i>
	4. Hargita-m., Szeltersz	TPU	patakp. hordalék	régi talaj	<i>Alopecuro-Arrhenatheretum</i>

A talajmintákat a kakukkfű gyökérszónájából vettük, a kemotaxonómiai elemzésekhez pedig virágzó hajtások begyűjtésére került sor. Mintavételezéskor a populációk fennmaradását nem vélyeztettük, a kemovariánsok stabilitásának vizsgálatához maggyűjtésre pl. csak akkor és ott került sor, ahol igen nagy egyedszámú populációt találtunk.

2. A honos kakukkfű fajok értékelése termőhelyi viszonyok és cönológiai szempontok szerint

2. 1. *Thymus pannonicus* All. – Magas kakukkfű: termőhelyek és társulások

A magas kakukkfű a vizsgált termőhelyeken széles körben előfordult. Az alapkőzet szempontjából elsősorban a mésztartalmúakat (dachsteini mészkő, dolomit, meszes homok, lösz) részesítette előnyben, de egyes esetekben a vulkanikus szubsztrátumokon (riolituffa, szarmata riolit, szarmata és bádeni andezit), hárshegyi homokkövön, vagy ruderalis környezetben, vasúti töltések környezetében ill. erdőszélen útmenti, művelt területen is előfordult. Érdekes megfigyelést tettünk arra vonatkozólag, hogy ruderalis, degradált gyepekben, ahol más fajok számára kedvezőtlenül alakulnak a környezeti feltételek, a *T. pannonicus* jelentős mértékben felszaporodhat, nagy párnaszerű foltokat alkothat, tehát kompetíciós előnyre tehet szert. Ez a jelenség pl. a Nagy-Szénás tövében, útmenti gyepekben, Zsófiaaligeten és Adán vasúti sínek mentén élő populációknál volt tapasztalható (1. táblázat).

Az említett meszes alapkőzeteken vázталajok, jobb esetben rendzina, pszeudorendzina ill. humuszos homoktalaj alakult ki, de a Gödölői-ds. két termőhelyén rozsdabarna erdőtalajon ill. a bácskai termőhelyeken mészlepedékes csernozjom talajokon is megjelentek a *T. pannonicus* populációi.

A homoki társulások közül a faj megtalálható volt homoki erdőfenyvesben, homoki legelőn és homokpusztai gyepekben. Dolomiton előfordult nyílt dolomit sziklagyepekben, dolomit sziklafüves lejtőn és cserszömörccés bokoredőben. A triász mészköveken kialakult társulások közül megtaláltuk pusztafüves lejtősztyepréten, sajmeggyes bokoredőben és hegyi sásos szálkaperjegygyepekben. A vulkanikus kőzeteken nyílt szilikát sziklagyepekben, verescsenkesz-réteken, juhcsenkeszes szőrmohatársulásban jelent meg (1. táblázat).

A talajminták vizsgálata nyomán megállapítottuk, hogy a valódi szerkezettel nem rendelkező, köves-sziklás vázталajok és törmelék talajok mellett a könnyű homoktalajoktól (pl. Fenyőfő: $K_A < 30$) a nehéz agyagig (pl. Vörös-Kővár: $K_A = 81 <$) a legkülönbözőbb kötöttségű talajokon előfordulhat a *T. pannonicus*.

2. 2. *Thymus glabrescens* Willd. (syn. *T. odoratissimus* Mill.)– Közönséges kakukkfű: termőhelyek és társulások

A közönséges kakukkfű a legkülönbözőbb alapkőzetű termőhelyeken előfordult: az igen savanyú gránittól a meszes aljzatú dolomit- és mészkővegetációig megtalálható volt. A Ca-tartalmú szubsztrátumok közül populációi megjelentek meszes homokon, dolomiton, dachsteini és szarmata mészköveken, a vulkanikus kőzetek közül pedig bazalton, andeziten és grániton. A szentbékállai kőtengerben savanyú pannon homokkövön, a bükki Szarvaskő Várhegyén pedig agyagpala-törmeléken is ezt a fajt határoztuk meg (1. táblázat).

Az említett termőhelyeken gyakran csak köves-sziklás vázталaj, ill. vékony termőrétegű erubáz vagy rendzina fejlődött ki. Extrém száraz, kitett, sziklai környezetben, a talajképző kőzet kémhatásától függetlenül e kakukkfű faj előfordulására lehetett számítani.

A közönséges kakukkfű populációit tartalmazó asszociációk is igen széles spektrumot fogtak át. A dolomitvegetáció társulásai közül előfordult cserszömörccés bokoredőben, nyílt és árvalányhajas dolomit sziklagyepekben, dachsteini mészkövön megjelent pusztafüves lejtősztyepréten és molyhos tölgyes bokoredőben, szarmata mészkövön pedig árvalányhajas sziklagyepekben. A szentbékállai kőtenger eredeti növénytársulása a középhegységi rekettyés

tölgyes volt, az ennek helyén kialakult gyepekben a *T. glabrescens* a *T. serpyllum*-mal együtt fordult elő. A Pákozdi Ingókövek környezetében cserjésedő egéscsenkesz-társulásban, míg a Salgó-hegy bazaltján nyílt szilikát sziklagyepekben, a pásztói Köves-bérc andezitjén és a bükki Szarvaskő mellett pedig - agyagpala-felszínen kialakult - mészkőrű lejtősztyeprét fajaként jelent meg (1. táblázat).

A talajvizsgálati eredmények alapján megállapítottuk, hogy a *T. glabrescens* a legtöbb esetben valódi szerkezettel nem rendelkező vázталajokon, valamint agyagos vályog és agyag fizikai féleségű talajokon fordult elő. Tágűrűsű, pionír jellegű fajnak tekinthető.

2. 3. *Thymus pulegioides* L. – Hegyi kakukkfű: termőhelyek és társulások

A *T. pulegioides* ökológiai igényei nem teszik lehetővé az előbbi fajokhoz hasonló széleskörű előfordulást. Az általunk vizsgált termőhelyek közül ott jelent meg, ahol az alapkőzet lehetővé tette a savanyú, vagy közel semleges talajok kialakulását.

Ennek megfelelően patakok savanyú öntéstalajain, továbbá andeziten kialakult erubáz, réti, vagy vázталajokon, pannon rioliton és pannon homokkővön kifejlődött vázталajokon, valamint az erdélyi Sóvidéken, Szováta mellett sódiapír bázison létrejött podzolon jelentek meg populációi (1. táblázat).

Cönológiai szempontból a hegyi rétek (verescsenkesz rét, ecsetpázsitos franciaperjerét) és kaszálók (csenkeszes nedves kaszálórét), szőrfügyepek (*Violion caninae*) a szilikát sziklagyepek (juhcsenkeszes hamuszínűmoha-társulás, nyílt szilikátsziklagyep, magyar perjés sziklagyep) és a rekettyés tölgyes növényeként értékelhető (1. táblázat).

A vizsgált sziklai felszínek és öntések nem mindig engedik a szerkezetes talajok kialakulását, ha viszont létrejöhetnek, a homoktól (pl. Vágáshuta: $K_A < 30$) az agyagos vályogtalajig (pl. Regéc előtti rét: $K_A = 43$) többféle fizikai talajféleség adott lehetőséget a *T. pulegioides* populációinak megjelenéséhez.

2. 4. *Thymus praecox* Opiz – Korai kakukkfű: termőhelyek és társulások

A vizsgált termőhelyek közül a korai kakukkfű csak a mésztartalmú alapkőzeteken (pannon szürke lemezes mészkő, szarmata mészkő, dachsteini mészkő és dolomit) fordult elő, egyes esetekben a tágűrűsű *T. pannonicus* (pl. a Budai-hg. termőhelyein) ill. *T. glabrescens* (pl. a Bakony dolomitfelszínein) populációival azonos termőhelyen.

Az alapkőzetnek megfelelően a *T. praecox* termőhelyein kialakuló talajtípusok a köves-sziklás vázталaj és a fekete rendzina voltak.

A korai kakukkfűvet magukban foglaló társulások a dolomit sziklagyepek (árvalányhajás dolomit sziklagyep, zárt dolomit sziklagyep, ill. a budai nyúlfarkfüves dolomitsziklagyep), valamint a mészkő-és dolomit lejtősztyepek (mecseki sziklafüves lejtő, dolomit sziklafüves lejtő) voltak.

E társulások közül a dolomit sziklafüves lejtő védelemre a többi pedig fokozott védelemre javasolt növénytársulás Borhidi és Sánta (1999) szerint.

2. 5. *Thymus serpyllum* L. – Keskenylevelű kakukkfű: termőhelyek és társulások

A keskenylevelű kakukkfű a mészkőrű homokpusztagyepek növényeként volt ismert, ennek ellenére nemcsak savanyú homoktalajon (Nagybajom, homokpuszta), hanem meszes homokon (Fenyőfő) és triász mészkővön (Magyarszováta, Bánfy-hegy) is megtalálható volt.

Talajai a futó-és humuszos homoktalajok, valamint, az erdélyi termőhelyen az agyagos vályog kötöttségű pszeudorendzina voltak.

A somogyi termőhelyen a fajról elnevezett *Thymo serpylli-Festucetum pseudovinae* társulásban, míg Fenyőfőnél a hazánkban fokozottan védett homoki erdeifenyvesben, Magyarszováta mellett pedig hegyi sásos szálkaperjerét asszociációkban volt jelen.

2. 6. Védelemre és fokozott védelemre javasolt, hazai *Thymus* fajokat tartalmazó növénytársulások

Figyelemre méltó, hogy kakukkfű fajokat magukban foglaló, általunk vizsgált társulások igen jelentős része védelemre (6 társulás) ill. fokozott védelemre (12 társulás) javasolt (Borhidi és Sánta, 1999).

Az általunk vizsgált és beazonosított, fentiekben ismertetett asszociációk közül **védelemre** javasoltak a következők: csenkeszes nedves keszálórét (*Cirsio cani-Festucetum pratensis*), verescsenkeszrét (*Anthyllido-Festucetum rubrae*), homoki legelő (*Potentillo arenariae-Festucetum pseudovinae*), mézskerülő lejtősztyeprét (*Potentillo-Festucetum pseudodalmaticae*), dolomit sziklafüves lejtő (*Chrysopogoni-Caricetum humilis*) és a sajmeggyes bokorerdő (*Mahalebo-Quercetum pubescentis*).

Fokozott védelemre javasolt növénytársulásaink közül pedig a következőkkel találkoztunk munkánk során: nyílt évelő homokpusztagyep (*Festucetum vaginatae*), magyar perjés sziklagyep (*Poëtum scabrae*), nyílt szilikátsziklagyep (*Minuatio-Festucetum pseudodalmaticae*), budai nyúlfarkfüves dolomitsziklagyep (*Seslerietum sadlerianae*), pusztafüves lejtősztyeprét (*Cleistogeni-Festucetum sulcatae*), árvalányhajas dolomitsziklagyep (*Stipo eriocauli-Festucetum rupicola*), magyar rozsnokos dolomitsziklagyep (*Seseli leucospermi-Brometum pannonicum*), nyílt dolomitsziklagyep (*Seseli leucospermi-Festucetum pallentis*), zárt dolomitsziklagyep (*Festuco pallenti-Brometum pannonicum*), mecseki sziklafüves lejtő (*Serratulo radiatae-Brometum pannonicum*), cserszömörccés karsztbokorerdő (*Cotino-Quercetum pubescentis*) és a homoki erdefenyves (*Festuco vaginatae-Pinetum sylvestris*).

2. 7. A kakukkfű fajok és temőhelyeik értékelése talajjellemzők alapján

A talajvizsgálatok kiterjedtek a talajok kötöttségének, kémhatásának, humusz-, makro (N, P, K, Ca, Mg)- és mikroelem (Cu, Mn, Zn, Fe), mész és só tartalmának megállapítására. Ezek közül a pH, h%, NO₃⁻, P₂O₅ és K₂O kiértékelésével foglalkoztunk részletesebben, mivel ezen adatok szinte minden vizsgált termőhelyre vonatkozóan rendelkezésünkre álltak.

Először a vizsgált tájegységek közötti különbségek kimutatására törekedtünk. Egytényezős varianciaanalízis segítségével megállapítottuk, hogy a termőhely-csoportok között -95 %-os valószínűségi szinten - szignifikáns különbségek mutathatók ki a talajok kémhatása (p=0,024), humusztartalma (p=0,001) és nitrogén-ellátottsága (p=0,000) tekintetében, mely jelentősen befolyásolhatja, hogy az adott termőhelyen mely kakukkfű faj előfordulására lehet számítani (2. táblázat).

A legalacsonyabb (pH=4,38) átlagos pH-t a Velencei-hg. gránitján kialakult váztalajban mértük, míg a legmagasabb (pH=7,82) a Vajdasági Bácska termőhelyein, mészlepedékes csernozjom talajokon fordult elő. Az előbbi helyzethez a TGL alkalmazkodott, míg az utóbbi termőhelyeken a TPA fordult elő. A talaj humusztartalma a kakukkfű lelőhelyeken igen szélsőséges értékek között változott: a legalacsonyabb átlagértéket (0,87 %) a Mátrában, míg a legmagasabbat (12,4) a Mecsek rendzinájában mértük. A legmagasabb N-szintet a Salgó-hegyen (122 mg/kg, TGL), míg a legalacsonyabbat (0,3 mg/kg) az erdélyi termőhelyek talajaiban állapítottuk meg. A vizsgált talajok átlagos P₂O₅-tartalma 15,8 (igen alacsony: Velencei-hg.) és 303 mg/kg (magas: Medves-hg.) között alakult. A felvehető kálium mennyisége a legalacsonyabb átlagértéke a Gerecsében, Tardosbányánál (110 mg/kg: alacsony) míg a legmagasabb a Zemplén termőhelyein (486 mg/kg: igen magas) volt mérhető, de a legtöbb termőhely megfelelően, vagy jól ellátottnak bizonyult (2. táblázat).

Megállapítottuk, hogy a vizsgált termőhelyeken a kakukkfűvek pH 4,06 és 8,22 mellett, 0,61 és 13,8 % humusztartalom, 0,11 és 122 mg/kg nitrogén-, 10,5 és 582 mg/kg

foszfor-, illetve 27,9 és 627 mg/kg kálium-szélsőértékek mellett fordulhatnak elő, ezen belül az egyes fajok preferenciái eltérőek lehetnek (2. táblázat).

2. táblázat A vizsgált tájegységek talajaiban kimutatható pH, h% és makrotápelem értékek
Vizsgált talajtulajdonságok

Tájegység	pH <i>p=0,024</i>			h% <i>p=0,001</i>			NO ₃ <i>p=0,000</i>			P ₂ O ₅ <i>p=0,720</i>			K ₂ O <i>p=0,265</i>		
	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.
				%			mg/kg			mg/kg			mg/kg		
Mecsek	6,73	6,73	6,73	12,40	12,40	12,40	14,8	14,80	14,80	33,2	33,2	33,2	399,0	399,0	399,0
Somogyi-ds.	6,48	5,07	7,89	1,295	0,61	1,98	0,9	0,72	1,150	19,9	16,7	23,0	121,0	10,0	232,0
B.felvidék	5,49	4,06	7,76	3,52	3,14	3,77	1,2	0,13	3,05	112,9	18,1	298,0	206,6	27,9	459,0
Bakony	7,24	6,14	7,84	5,48	1,64	7,84	5,3	0,11	14,90	94,7	21,1	582,0	251,0	126,0	352,0
Velencei-hg.	4,38	4,38	4,38	4,09	4,09	4,09	1,5	1,53	1,53	15,8	15,8	15,8	125,0	125,0	125,0
Vértes	6,97	6,57	7,37	3,49	0,79	6,20	2,7	1,07	4,28	16,1	15,4	16,7	135,0	100,0	170,0
Gerecse	6,14	6,14	6,14	5,65	5,65	5,65	9,7	9,69	9,69	37,2	37,2	37,2	110,0	110,0	110,0
Budai-hg.	6,44	4,32	7,22	5,62	3,89	10,10	8,2	1,80	25,70	102,2	36,1	228,6	297,2	87,7	596,1
Visegr.-hg.	5,57	5,57	5,57	2,41	2,41	2,41	2,1	2,10	2,10	26,3	26,3	26,3	295,0	295,0	295,0
Börzsöny	5,24	5,24	5,24	3,70	3,70	3,70	26,0	26,00	26,00	137,7	137,7	137,7	290,6	290,6	290,6
Gödöllői-ds.	7,15	6,30	7,77	2,60	1,49	4,39	12,6	0,12	27,60	16,7	16,7	16,7	232,0	232,0	232,0
Medves-hg.	6,24	6,24	6,24	12,20	12,20	12,20	122,0	122,00	122,00	303,0	303,0	303,0	259,0	259,0	259,0
Mátra	6,38	6,38	6,38	0,87	0,87	0,87	1,9	1,91	1,91	158,0	158,0	158,0	255,0	255,0	255,0
Bükk	5,45	5,45	5,45	4,24	4,24	4,24	1,3	1,29	1,29	41,4	41,4	41,4	209,0	209,0	209,0
Zemplén	6,14	4,81	7,45	4,30	1,99	9,61	0,7	0,14	1,44	83,9	21,4	125,0	486,0	239,0	627,0
Vajdaság	7,82	7,61	7,99	2,16	1,64	2,55	4,2	2,55	5,25	79,1	31,3	118,7	157,2	69,2	229,0
Erdély	7,36	5,92	8,22	6,50	4,15	13,08	0,3	0,21	0,65	21,3	10,5	25,5	163,9	116,5	188,5
Főátlag	6,56	4,06	8,22	4,43	0,61	13,08	7,3	0,11	122,00	83,4	10,5	582,0	249,4	27,9	627,0

Annak eldöntésére, hogy a modellterületeken az egyes fajok milyen extremitások elviselésére képesek, ill. milyen termőhelyi preferenciákkal rendelkeznek, szintén egytényezős varianciaanalízissel értékeltük - a termőhelyek átlagában - a fent említett talajjellemzőket, fajonként. Ennek eredményeképpen azt kaptuk, hogy a fajok termőhely preferenciája tekintetében a termőhely talajának pH értéke ($p=0,007$) és humusztartalma ($p=0,018$) alapján lehet jelentős különbséget kimutatni (3. táblázat). A legalacsonyabb átlagos pH érték (5,51) a TPU, míg a legmagasabb a TPA (6,97) fajok esetében volt mérhető. A TSE termőhelyei voltak tápanyagban legszegényebbek, itt kaptuk a legalacsonyabb átlagos humusz- (2,22 %), nitrogén- (0,39 mg/kg), foszfor- (24,93 mg/kg) és kálium-értéket (138,83 mg/kg). A TGL fordult elő a legmagasabb nitrogéntartalmú (14,23 mg/kg) talajokon, míg a talajok humusz- (6,20 %), foszfor- (111,30 mg/kg) és káliumtartalma (314,10 mg/kg) szempontjából a TPR volt a legigényesebb.

A szélsőértékek tanulmányozását is fontosnak tartottuk. Megállapítottuk, hogy a *T. pannonicus* az erősen savanyú és bázikus kémhatású talajokon is előfordulhat, ugyanakkor a humusztartalom az igen gyengétől az igen magasig változhat (3. táblázat). A vizsgált talajokban mérhető nitrogén mennyisége az alacsonytól az igen magasig, a foszforé az alacsonytól a magasig, a káliumé pedig az igen alacsonytól az igen magasig vehet fel értékeket. A kapott eredmények alátámasztják a faj generalista jellegét (Borhidi, 1995), de a szakirodalommal csak részben egyeznek. A Mártonfi et al. (1996) által vizsgált kárpáti és pannóniai területeken a talaj pH-ja az általunk tapasztaltaknál szűkebb tartományban (pH 6,5-7,65) változott, emellett a felvehető foszfor mennyisége pl. mindenütt alacsony, míg a humusztartalom közepes, vagy magas, a kálium mennyisége pedig változó volt.

A *T. glabrescens* szintén generalista faj és a korábbi források is jelzik, hogy a legkülönbözőbb termőhelyi feltételekhez képes alkalmazkodni, mégis azokat a talajokat

preferálja, ahol a pH közel neutrális és magas a felvehető N-tartalom (Mártonfi et al, 1996). Hazai szerzők az enyhén savanyú (Zólyomi, 1967) ill. semleges (Soó, 1968) talajokon való előfordulását írták le. Az általunk vizsgált termőhelyeken a pH értékek az enyhény savastól (6,34) az enyhén bázikusig (7,84) terjedtek, míg a humusz % és makroelemek mennyisége az igen alacsonytól az igen magas értékekig igen széles skálán mozogtak (3. táblázat). Az általunk nyert talajvizsgálati eredmények a korábbi szerzőkénél szélesebb intervallumot feltételeznek, a korábbi ismeretekhez képest jelentősebb toleranciát jeleznek.

A *Thymus praecox* Borhidi (1995) specialistaként írta le, ami a mi kísérleteinkben is megnyilvánult. A differenciális tulajdonságként kimutatott pH és h%, valamint a makroelemek e fajnál az előzőekénél szűkebb tartományba tartoztak. A korábbi közleményekkel megegyező pH-tartományt állapítottunk meg, de a rendzinára általában jellemző magas tápanyagtartalom mellett (pl. Tétényi-fennsík), makrotápelemekkel gyengébben ellátott talajokon (pl. Budai-hg.: Homok-hegy) is felleltük e fajt.

Mártonfi et al. (1996) a *T. pulegioides* a talajok alacsony N-és pH értékeit is elviselő fajok közé sorolta, mely viszonylag alacsony foszfortartalom mellett fordul elő. Az általunk vizsgált populációk termőhelyein legtöbb esetben valóban enyhén savanyú, mészmentes talajokat találtunk, melyekben a humusz-tartalom inkább alacsony (kivéve: Szeltersz, Hargita megye) volt (3. táblázat). A N-tartalom alacsony (kivéve: Szt. Mihály-h.), a P mennyisége az igen gyengétől (pl. Zalasántó, Pap-rét) a közepes értékekig (pl. Mátrakeresztes, Nagy-rétek), míg a K mennyisége az igen alacsonytól (pl. Zalasántó, Pap-rét) az igen magas értékekig (pl. Vágáshuta) terjedt.

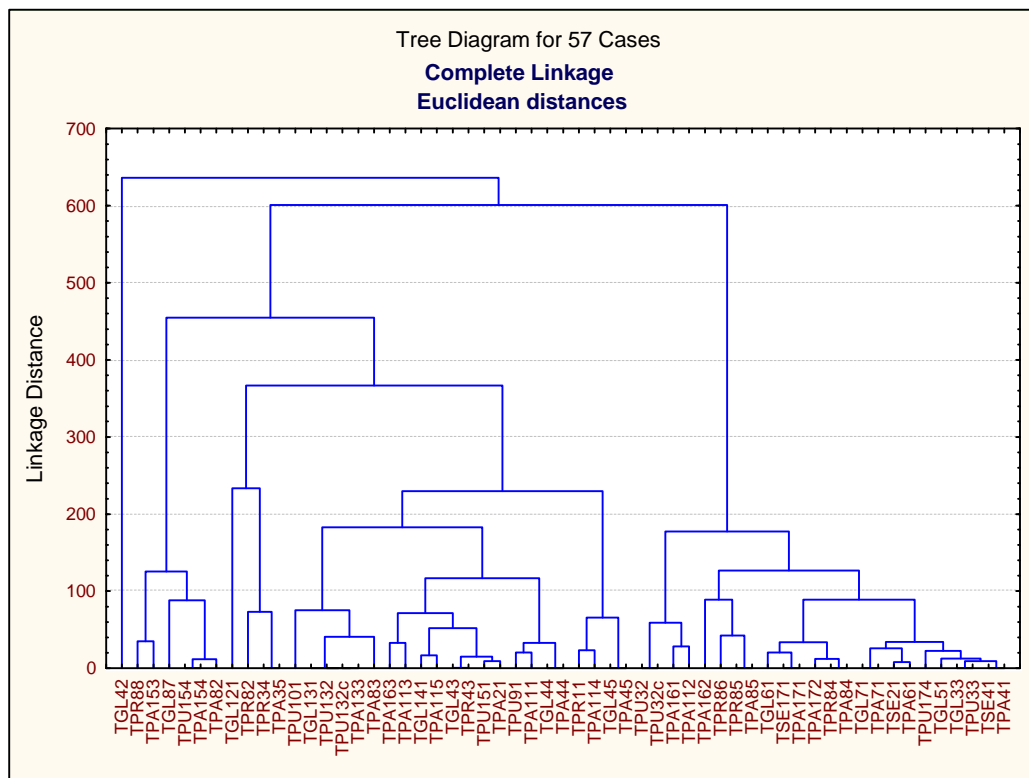
A *T. serpyllum*-ot Borhidi (1995) természetes kompetitorként írja le, mely Soó (1968) szerint kifejezetten savanyú talajokon fordul elő. Mártonfi (1996) ezeken kívül a faj alacsony pH-t és N-tartalmat toleráló tulajdonságát emelte ki. Az általunk vizsgált három termőhely közül csak a nagybajomi homokpuszta felel meg egyértelműen a fenti paramétereknek (3. táblázat). Ezzel szemben a fenyőfői és a magyarorszáti meszes alapközeteken a talajok kémhatása az enyhén bázikus, a humusz- és kálium értékei közepes ellátottságról tanuskodtak, a nitrogén-és foszfortartalom viszont – az irodalomnak megfelelően – mindhárom termőhelyen igen alacsonynak bizonyult. A faj enyhén bázikus talajokon való előfordulását korábban még nem jelezték.

3. táblázat Az egyes kakukkfű fajok termőhelyein kimutatható pH, h% és makrotápelem értékek

Faj	Vizsgált talajtulajdonságok														
	pH			h%			NO ₃ -N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.
TPA	6,97	4,32	8,22	3,62	0,79	9,61	5,58	0,12	27,60	73,59	15,40	298,00	258,72	69,16	627,00
TPR	6,89	6,30	7,76	6,20	3,66	12,40	9,74	1,80	25,70	111,13	28,10	298,00	314,10	87,70	596,10
TPU	5,51	4,06	7,45	3,66	0,87	13,08	3,39	0,13	26,00	69,58	10,50	158,00	217,89	27,90	539,00
TGL	6,34	4,06	7,84	6,09	0,87	12,20	14,23	0,11	122,00	110,83	15,80	582,00	241,33	110,00	503,00
TSE	6,80	5,07	7,69	2,22	0,61	4,40	0,39	0,22	0,72	24,93	23,00	27,30	138,83	102,00	188,50
Főátl.	6,56	4,06	8,22	4,44	0,61	13,08	7,33	0,11	122,00	83,43	10,50	582,00	249,35	27,90	627,00

A fajok és termőhelyeik együttes klasszifikációját cluster analízissel végeztük el, melynek során kombinált kódokat használtunk: a faj betűkódja után közvetlenül a tájegység és azon belül termőhely sorszámának számkombinációja következik (pl. a TSE171 kód jelentése: a 17. tájegység –Erdély- 1. termőhelyéről –Magyarorszátról- származó *T. serpyllum*). A kapott diagram alapján megállapítottuk, hogy a rendezés elsősorban a talajok foszfor és káliumtartalma alapján történt, első lépésben a TGL42 cseszneki termőhelye különült el, ahol a legmagasabb foszfortartalom (582 mg/kg) volt mérhető a talajban, közepes káliumtartalom (257 mg/kg) mellett (2. ábra). A második lépésben két nagy csoportra osztotta

a program a termőhelyeket: az egyik csoport (az ábrán a jobb oldali) tartalmazta a legalacsonyabb kálium szintekkel (10-173,6 mg/kg) jellemezhetőket, míg a másikba a magas és közepes (209-596) káliumszintűek tartoztak. Ez utóbbi csoporton belül a pedig a foszfortartalom volt a kisebb alcsoportok differenciáló tényezője, ennek először elkülönülő csoportjába pl. a legmagasabb felvehető káliumtartalommal (503-596 ppm) rendelkező budai és zempléni termőhelyek kerültek. Egy-egy alcsoporton belül a fajok közül 2-3 (pl. meszes alapkőzeteken: TPR-TPA-TGL, vagy neutrális talajon: TGL-TPU-TPA) is szerepelt, tehát a komplex elemzés kimutatta, hogy egy-egy termőhely/tájegység több faj számára is kedvező talajadottságokat biztosíthat.



2. ábra A vizsgált termőhelyek és fajok együttes rendezése cluster-analízissel a termőhelyi paraméterek (pH, h%, N, P, K tartalom) alapján

3. A honos kakukkfű fajok értékelése kemotaxonómiai szempontból

3.1. A fellelt mikrotaxonok meghatározása és jellemzése

Nemcsak hazai ill. saját tapasztalatok, hanem külföldi szakírók is utalnak arra, hogy az általunk vizsgált *Serpyllum* sectio-ban az evolúciós folyamatok és a fajkeletkezés még nem zárult le (Morales, 2002). Ezt jelzi az a tény is, hogy azonos subspeciesen belül sokféle, gyakran nemcsak az alapkromoszómaszám többszörösének megfelelő kromoszómaszám mérhető. A fajfogalom értelmezése e taxonómiai csoportban még változni fog, valószínűleg a mai gyűjtőfajok körébe tartozó egyes kislejtők, vagy fajhibridek önálló fajjá alakulása várható.

Az öt hazai gyűjtőfajhoz –a jelenlegi, Jalas (1972) munkáján alapuló felfogás szerint - egyenként 2-3 kislejtő tartozik, de a hibridek keletkezése sem kizárt az azonos termőhelyen előforduló gyűjtő- ill. kislejtők között. A terepi munka során a gyűjtőfajok megadása egyszerűbbnek tűnik, bár gyakran tapasztaltuk, hogy az élőhely ökológiai extrémításai igen szélsőséges morfológiai bélyegeket alakíthatnak ki, mely alapján az ott jelenlevő fajok igen nehezen meghatározható alakváltozatai jöhetnek létre. Ez egyes esetekben jelentős izkőzrövidülést és törpenövést, máskor erőteljes megnyúlást és levélalakváltozást okozhat.

Mindez elengedhetetlenné teszi, hogy a terepi adatok feldolgozása során a kakukkfű taxonokat – herbáriumi példányok alapján - újra beazonosítsuk, ami nem mindig könnyű feladat. Az öt faj közül nagyobb fenotipikus plaszticitást természetesen a generalista fajoknál tapasztaltunk, a meghatározás pedig gyakran a kisfajokon keresztül vezetett eredményre. Ehhez azonban a legutóbb kiadott növényhatározó (Simon, 2000) nem nyújt elegendő támpontot, így gyakran felhasználtuk Jávorka-Csapody (1975) Iconographia c. művét ill. az erdélyi termőhelyeken előforduló fajok meghatározásához a Gusuleac (1961) által szerkesztett Román Flórát.

A fentiek alapján a *Thymus pannonicus* agg. esetében két kisfaj: a *Thymus marschallianus* Willd. és a *T. kosteleckyanus* Opiz beazonosítására került sor (4. táblázat). Az előbbinél a köröshegyi, a tardosbányai és a nagy-szénási termőhelyeken a subsp. *auctus* alfajt, a Kolozsvár melletti Hajtás-völgyben pedig a subsp. *tosevii* alfajt határoztuk meg. A *T. kosteleckyanus* a Regéc melletti kaszálóréten ill. a bácskai Topolya mellett volt megtalálható, a többi termőhelyen viszont a *T. marschallianus* volt jelen.

4. táblázat A *T. pannonicus* All. természetes élőhelyein előforduló mikrotaxonok és az illóolaj jellemzői

Élőhely (termőhely ssz.)	Mikrotaxon	Illóolaj- tartalom, ml/100g	Kemotípus: fő összetevők aránya (%)		
			1. komponens	2. komponens	3. komponens
Somogyi-ds. 1. Köröshegy	<i>T. marschallianus</i> subsp. <i>auctus</i>	0,36	timol (67,5)		
Balaton-felvidék 1. B.alm.Megye-h.	<i>T. marschallianus</i>	0,55	timol (63,7)	p-cimén (11,5)	
Bakony-hg. 1. Fenyőfő 2. Litér: Mogy.-h. 3. Öskü: Péti-h.	<i>T. marschallianus</i> <i>T. marschallianus</i> <i>T. marschallianus</i>	0,50-1,71 0,14 0,54	timol (40,0) germ.-D (43,4) timol (27,7)	γ-terpinén (20,2) β-kariofillén (15) linalil-acetát (18,8)	p-cimén (14,7) γ-terpinén (18,6)
Gerecse-hg. 1. Tardosb. (3.)	<i>T. marschallianus</i> subsp. <i>auctus</i>	0,27	p-cimén (53,7)	geraniol (15,8)	
Budai-hg. 1. Csíki/ Odvas-h. 2. Vörös-k. (3.) 3. Újlaki-h. (3.) 4. Homok-h. 1-2 5. Nagy-Szénás (1.)	<i>T. marschallianus</i> subsp. <i>auctus</i> <i>T. marschallianus</i> <i>T. marschallianus</i> <i>T. marschallianus</i> <i>T. marschallianus</i> subsp. <i>auctus</i>	0,28 0,22 1,10 0,48-2,27 0,70-1,10	timol (38,3) timol (36,5) timol (41,3) geraniol (25,3) ?szkvt (53,5)	p-cimol (17,2) p-cimol (27,3) p-cimol (19,2) γ-terpinén (24,7) geraniol (18,8)	
Gödöllői-dombs. 1. Veresegyház 2. Szada 3. Zsófiaiget 4. Ceglédb., L 5. Ceglédb., P	<i>T. marschallianus</i> <i>T. marschallianus</i> <i>T. marschallianus</i> <i>T. marschallianus</i> <i>T. marschallianus</i>	0,36-1,08 0,54-1,76 0,75 0,9-1,28 0,4-0,57	timol (32-56) timol (43-60) timol (38,9) timol (48-53) timol (32-56)	p-cimén (9,8-21,5) p-cimén (6,9-21,1) p-cimén (8,9) p-cimén (5,9-15,8) p-cimén (2,4-6,3)	γ-terpinén (5,9-15,4) γ-terpinén (7,3-18,5) γ-terpinén (11,1) γ-terpinén (7,1-11,0) γ-terpinén (6,7-7,8)
Mátra-hg. 1. Sirok: Várhegy	<i>T. marschallianus</i>	0,32	timol (41,9)	p-cimén (20,2)	borneol (10,3)
Zempléni-hg. 1. Regéc, kaszáló 2. Bózsivai-kő 3. Vágáshuta, ú. r.	<i>T. kosteleckyanus</i> <i>T. marschallianus</i> <i>T. marschallianus</i>	0,15 0,17 0,38	?szkvt (48,7) kar-oxid (45,1) β-kubeb.(24,5)	β -kubebén (19,9) β -kubebén (15,7) linalool (7,59)	timol (7,9) linalool (13,8) linalil-ac.(7,41)
Vajdaság/Bácska 1. Zenta (1-5.) 2. Topolya (1-5.) 3. Ada (4.)	<i>T. marschallianus</i> <i>T. kosteleckyanus</i> <i>T. marschallianus</i>	1,75 1,50 1,03	timol (42,7) timol (42,0) lin.-ac. (36,2)	p-cimén (23,5) p-cimén (23,8) ger.-ac. (20,2)	
Erdély, Kolozs m. 1. Magyarorszávat 2. Kolozsvár	<i>T. marschallianus</i> <i>T. marschallianus</i> subsp. <i>tosevii</i>	0,66 0,19	timol (28,6) -	p-cimén (20,9) -	γ-terpinén (20,9) -

A *T. glabrescens* agg. esetében minden esetben, a rendkívül sok termőhelyi feltételhez alkalmazkodni képes alaptípus, subsp. *glabrescens* volt jelen, melyet korábban *T. austriacus* Bernh.-ként írtak le (5. táblázat).

5. táblázat A *T. glabrescens* Willd. természetes élőhelyein előforduló mikrotaxonok és az illóolaj jellemzői

Élőhely (termőhely ssz.)	Mikro- taxon	Illóolaj- tartalom, ml/100g	Kemotípus: fő összetevők aránya (%)		
			1. komponens	2. komponens	3. komponens
Balaton-felvidék 1. Szentbék.: Kőhegy (2.)		nyom.	timol (32,9)	β-kariofillén (16,5)	germakrén-D (13,5)
Bakony-hg. 1. Csesznek: Várhegy (2.) 2. Litér: Mogyorós-h. (1.) 3. Öskü: Péti-h. 4. Várpalota: Nagy-Mező		1,28-2,14 0,107 0,067 0,122	timol (34,0) germ.-D (55,4)	p-ciménl (22,9) β-kariofillén (14,8)	
Vértes-hg. 1. Várgesztes, Som-h. (3.)		0,181	geraniol (49,0)	germakrén-D (13,6)	
Gerecse-hg. 1. Tardosbánya (3b.:szőr.)		0,302	p-cimén (45,0)	geraniol (13,6)	linalil-acetát (9,9)
Velencei-hg. 1. Pákozd, Ingó-kövek		nyom.	-	-	-
Budai-hg. 2. Tétényi-fennsík: Érd, Fundoklia-vgy.		nyom.	-	-	-
Karancs-Medves hg. 1. Salgó-h. (2.)		0,054	timol (14,4)	germakrén-D (12,1)	geraniol (10,8)
Mátra-hg. 1. Pásztó: Köves-bérc (1-2.)		0,054- 0,108	timol (29,3)	germakrén-D (14,2)	
Bükk-hg. 1. Szarvaskő, Várhegy		0,107	germakr-D (9,4)	β-kariofillén (6,9)	cisz-ocimén (6,0)

A *T. pulegioides* agg. esetében több esetben sikerült a mikrospecieket is meghatározni. A *T. montanus* W et K. és a *T. chamaedrys* auct. körülbelül egyforma arányban volt beazonosítható (6. táblázat). A *T. montanus* Zalaszántó és Szentbékálla mellett, valamint a mátrakeresztesi Nagy-réteken és a Hargita közelében található Vargyas-patak menti Szeltersznél volt megtalálható, míg a *T. chamaedrys* a Zempléni hegység 3 termőhelyén volt fellelhető. Mindkét kistípusnál megfigyeltük a kaszálóréteken a citromillatú és az ettől eltérő, ún. fenolos illatú – később ált. timolos és karvakrolos kemovariánsként leírt - típusokat. Jellemző volt továbbá az eltérő virágszín (világos és sötétrózsaszín) azonos termőhelyen való megjelenése és ugyanott a fenofázisok eltolódása. Ez utóbbi jelenség adódhat a mikrodomborzati/mikroklimatikus eltérésekből is, de mindenképpen a biztos beporzásra és magképzésre nyújt lehetőséget ezekben a nagy kiterjedésű, üde gyepekben megjelenő, nagy egyedszámú hegyi kakukkfű populációkban.

A *T. praecox* agg. esetében csak a *T. praecox* Opiz subsp. *badensis* (H.Br.) Ronn. borzas szörzetű mikrotaxonnal találkoztunk a Nagy-Szénás egyik felvételi négyzetében (7. táblázat).

A *T. serpyllum* keskenylevelű alfaját (subsp. *angustifolium*) a somogyi savanyú homokon találtuk meg a róla elnevezett asszociációban (8. táblázat).

3. 2. A vizsgált termőhelyeken előforduló kemotípusok illóolajának jellemzése

A hazai, természetes élőhelyeken előforduló kakukkfű fajokat a Magyar Gyógyszerkönyv (PhHg. VIII., 2004) és a többi európai gyógyszerkönyv előírásai alapján a

Serpylli herba nevű drog előállításához – faji megkülönböztetés nélkül, mezei kakukkfű néven - egybegyűjtik. Vizsgálataink alapján nem minden kakukkfű faj és nem minden termőhelyen alkalmas a gyógyszerkönyv által megkövetelt –korábban min. 0,2, ma min. 0,3 ml/100 g – illóolajtartalom elérésére. Ezért fontosnak tartottuk, hogy az egyes termőhelyeken pontosan meghatározzuk, milyen kakukkfű faj gyűjthető és hogy a fajok milyen termőhelyi adottságok mellett érik el az előírt akkumulációs szintet.

A *T. pannonicus* volt képes a legmagasabb illóolaj-tartalom (max.: 1,75 ml/100 g, átl.: 0,69) elérésére a vizsgált fajok közül, ezt követte az átlagértékek tekintetében a *T. serpyllum* (0,55 ml/100 g), valamint a *T. pulegioides* (0,41 ml/100 g) (4., 5., 6. és 9a táblázat). Ezek alapján megállapítottuk, hogy e három faj alkalmas biztonsággal jó minőségű mezei kakukkfű drog előállítására. A *T. glabrescens* a vadontermő populációkban a maximálisan elérhető illóolaj-mennyiség tekintetében ugyan a *T. pannonicust* követte (1,21 ml/100 g), de mivel e faj gyakran szélsőséges termőhelyeken fordul elő, nagyobb arányban jelentkeznek nála a gyenge illóolaj-szintek is. A *T. praecox* etekintetben jóval elmarad a többi fajtól, ami részben a sziklai, kőzetközeli előfordulásnak és részben talán a legkorábbi (ápr.) virágzási időnek tudható be, amikor a hőmérséklet még nem segíti elő az illóolaj-akkumulációt (7. és 9a. táblázat).

6. táblázat A *T. pulegioides* L. természetes élőhelyein előforduló mikrotaxonok és az illóolaj jellemzői

Élőhely (termőhely ssz.)	Mikrotaxon	Illóolaj- tart., ml/100g	Kemotípus: fő összetevők aránya (%)			
			1. komponens	2. komponens	3. komponens	4. komponens
Balaton-felvidék 1. Zalasántó, Pap-rét 2. Szentbékálla, Kőhegy (1.)	<i>T. montanus</i> -citromillatú -nem citr. ill. <i>T. montanus</i>	0,547 0,594 nyom.	szeszk.? (48,0) karvakrol (32,2) β-kariofillén (24,5)	tim.-met.é.(14,2) tim.-met.é.(12,1) timol (17,4)	γ-terpinén (9,3) germakrén-D (16,8)	
Visegrádi-hg. 1. Vadálló kövek		0,109	germakrén-D (21,7)	β-kariofillén (13,8)	γ-murolén (10,3)	
Börzsöny-hg. 1. Szt. Mihály-h.(1-4)		0,09- 1,50	p-cimén (18,7)	spatulenol (16,1)	geraniol (14,0)	
Mátra-hg. 1. Mátrakeresztes, Nagy-rétek	<i>T. montanus</i> : -citromillatú -nem citr. ill.	0,324 0,756	geraniál (22,2) timol (56,2)	linalil-ac. (19,8) γ-terpinén (10,4)	nerál (14,3) tim.-metilé. (9,9)	linalool (14,2)
Zempléni-hg. 1. Regéc előtti rét 2. Regéc, kaszálórét 3. Vágáshuta, ú. gyep	<i>T. chamaedrys</i> <i>T. chamaedrys</i> -citromillatú -nem citr. ill. <i>T. chamaedrys</i> -citromillatú	0,22 0,64 0,07 0,55	szeszkvi.? (53,2) linalool (38,1) szeszkvi.? (34,4) geraniol (27,5)	β -kubebén(19,2) geraniol (23,9) β -kubebén(27,2) linalil-ac. (20,2)	 linalil-ac. (14,4) tim-metilé. (13,5)	
Erdély 1. Hargita megye, Szeltersz 2. Maros megye, Szováta (1-5.)	<i>T. montanus</i>	0,108 0,17- 1,05	- karvakrol (23,9-34,9)	- timol (8,8-26,7)	-	-

7. táblázat A *T. praecox* Opiz természetes élőhelyein előforduló mikrotaxonok és az illóolaj jellemzői

Élőhely (termőhely ssz.)	Mikrotaxon	Illóolaj- tartalom, ml/100g	Kemotípus: fő összetevők aránya (%)		
			1. komponens	2. komponens	3. komponens
Mecsek-hg. 1. Kis-Tubes-h. (4.)		0,109	kariofillén-oxid (28,5)	β -kubebén (18,0)	
Balaton-felvidék 1. B.füred, Tamás-h.		0,08	β -kubebén (27,8)	kariofillén-oxid (20,29)	β-kariofillén (14,7)
Bakony-hg. 1. Várpalota, Nagy-Mező		0,06	germakrén-D (43,9)	β-kariofillén (10,6)	
Budai-hg. 1. Csíki-h./ Odvas-h. 2. Újlaki-h. (1.) 3. Homok-hegy (3-4.) 4. Nagy-Szénás (2.,3.,4.) 5. Sas-hegy (1-5.) 6. Tétényi-fennsík (1-4.)	subsp. <i>badensis</i> (2.)	0,11 0,01 0,07 0,13 0,12 0,18	geraniol (23,2) geraniol (18,2) germakrén-D (31,7) germakrén-D (31,9) germakrén-D (39,9) kariofillén-oxid (16,0)	germakrén-D (14,7) germakrén-D (16,6) β-kariofillén (21,2) β-kariofillén (22,3) β-kariofillén (21,6) β-kariofillén (11,7)	β-kariofillén (12,2)

8. táblázat A *T. serpyllum* L. természetes élőhelyein előforduló mikrotaxonok és az illóolaj jellemzői

Élőhely (termőhely ssz.)	Mikrotaxon	Illóolaj- tartalom, ml/100g	Kemotípus: fő összetevők aránya (%)		
			1. komponens	2. komponens	3. komponens
Somogyi-dombság 1. Nagybajom, homokpuszta	subsp. <i>angustifolium</i>	0,65	transz-kadinol (11,8)	kariofillén- oxid (11,2)	β -kubebén (8,1)
Bakony-hg. 1. Fenyőfő: Legelő-dűlő (3.)		0,31-0,43	geranil-izobutirát (44,0)	1,8-cineol (16,9)	
Erdély, Kolozs megye 1. Magyarsovát, Bánffy-h. (3.)		0,64	timol (34,4)	p-cimén (15,3)	γ-terpinén (11,0)

Annak érdekében, hogy tisztázzuk, vajon az **illóolaj-termelő képességet** inkább a genetikai adottságok és a taxonómiai okok vagy inkább a termőhelyi adottságok befolyásolják-e elsősorban, először *egytényezős varianciaanalízist* végeztünk, 95 %-os valószínűségi szinten. Ennek eredményeképpen bebizonyosodott, hogy a taxon alapvetően ($p=0,000$) meghatározza, hogy mennyi illóolaj képződésére van lehetőség (9a táblázat).

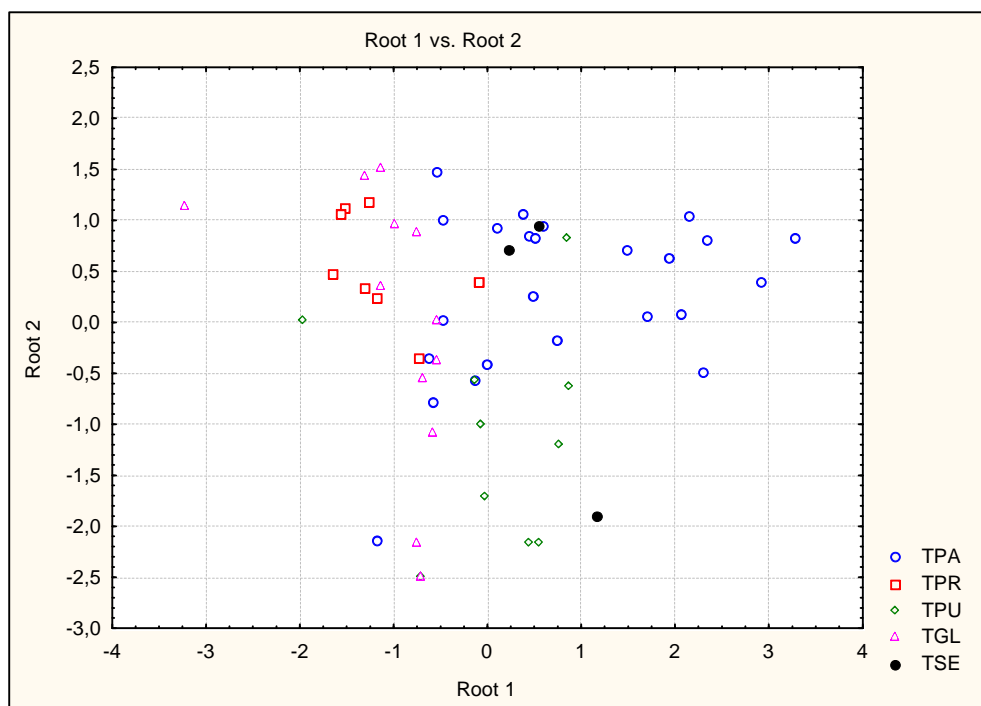
Ennek pontosítására a többváltozós módszerek közül *diszkriminancia-analízissel* fajok több termőhelyről származó mintáinak illóolaj-szintje és a termőhelyek korábban már megvitattott jellemzőinek segítségével végeztünk elemzést. Az eredmények áttekintésekor szembeült, hogy a pH ($p=0,0231$) és a fajok illóolaj-szintje ($p=0,0026$) voltak a legfontosabb differenciális tényezők, melyeknél szignifikáns elkülönülés mutatkozott a fajok között, de az analízis eredménye összességében is szignifikánsnak tekinthető ($p=0,0028$). A fajok elkülönülése jelentősnek a következő esetekben bizonyult: a TPA-tól a fenti tulajdonságok együttes vizsgálata alapján a TPR ($p=0,0049$), a TPU ($p=0,0241$) és a TGL ($p=0,0014$) egyértelműen különbözött és hasonló eredményt kaptunk a TPR-TPU ($p=0,0209$) fajok viszonylatában is. Az eredmények arra is rámutattak, hogy az eredeti faji besorolás csak a TPA esetében igazán korrekt, mert e fajnál a csoport elemeinek 83,33 %-a azonos, a többitől jól elkülönülő pontfelhőbe sorolható, míg a felxibilis TPU és TGL elemei egymás között elvegyülnek, kicserélődnek. A TSE esetében csak három ismétlésünk volt, melyek különböző jellegű termőhelyekről származtak így e pontok eloszlottak más fajok pontfelhőiben, a faj jelentős elkülönítésére pedig nem kerülhetett sor. Mindezek vizuális megjelenítését követhetjük nyomon a 3. ábrán.

9a. táblázat Az illóolaj-tartalom (ml/100 g) és a fajonként előforduló fő illóolaj-összetevők átlagos aránya (színes jelölés: szignifikáns különbség, 95 %-os szinten)

faj	illó%			Illóolaj-főkomponensek, %											
	Átl.	Min.	Max.	timol p=0,270			p-cimén p=0,409			γ-terpinén p=0,481			linalool p=0,183		
	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.
TPA	0,69	0,140	1,750	41,57	7,90	67,50	19,06	4,40	53,70	15,06	7,30	24,70	10,69	7,59	13,80
TPR	0,09	0,010	0,180												
TPU	0,41	0,001	0,795	30,46	17,40	56,20	18,70	18,70	18,70	9,85	9,30	10,40	26,60	14,20	38,10
TGL	0,19	0,001	1,210	27,65	14,40	34,00	33,95	22,90	45,00						
TSE	0,55	0,370	0,650	34,40	34,40	34,40	15,30	15,30	15,30	11,00	11,00	11,00			
Főátl.	0,45	0,001	1,750	37,72	7,90	67,50	20,41	4,40	53,70	13,85	7,30	24,70	20,24	7,59	38,10

9b. táblázat A fajonként előforduló fő illóolaj-összetevők átlagos aránya

faj	Illóolaj-főkomponensek, %														
	linalil-acetát p=0,691			geraniol p=0,918			β-kariofillén p=0,637			germakrén-D p=0,640			kariofillén-oxid p=0,114		
	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.	Átl.	Min.	Max.
TPA	20,80	7,41	36,20	27,23	15,80	49,00	15,00	15,00	15,00	28,50	13,60	43,40	45,10	45,10	45,10
TPR				20,70	18,20	23,20	16,33	10,60	22,30	29,78	14,70	43,90	21,59	16,00	28,50
TPU	18,13	14,40	20,20	18,95	14,00	23,90	19,15	13,80	24,50	19,25	16,80	21,70			
TGL	9,90	9,90	9,90	24,47	10,80	49,00	12,73	6,90	16,50	19,70	9,40	55,40			
TSE													11,20	11,20	11,20
Főátl.	18,10	7,41	36,20	23,78	10,80	49,00	15,83	6,90	24,50	24,53	9,40	55,40	24,22	11,20	45,10



3. ábra A kakukkfű fajok elkülönítése diszkriminancia analízissel a termőhelyi jellemzők és az illóolaj-akkumulációs szintek alapján.

A termőhelyek/tájegységek hatását is vizsgáltuk egytényezős varianciaanalízissel, a fajok átlagában (10. táblázat). Ez az elemzés igazolta, hogy bár a fajok illóolaj-felhalmozó képességét elsősorban a genetikai adottságok befolyásolják - és ez a legtöbb esetben meghatározza az élőhely-preferenciákat is - ugyanakkor a fajnak az illóolaj-tartalmára az előfordulási hely is jelentős hatást gyakorol ($p=0,008$). A legalacsonyabb illóolaj-szintek a

sziklás felszíneken, pl. a Mecsek mészkövén (TPR), a Velencei-hg. gránitján (TGL), a Visegrádi-hg. andezitjén (TPU), a Salgó-h. bazaltján (TGL), és a bükki Szarvaskő (TGL) agyagpaláján kialakuló, vékony termőrétegű, a kőzet által jelentősen befolyásolt ökoszisztémákban jelentkeztek. Az utóbbi három helyen a kitértség, a lejtő meredeksége is extrém éleltfeltételnek számított, ahol a kakukkfű fajok megáltek, megkapaszkodtak, de életük fenntartása elsődleges volt az illóolaj-felhalmozáshoz képest. Az is szembevetendő, hogy a TGL volt képes e helyekhez legjobban alkalmazkodni, de a széles ökológiai amplitudó a jelentősebb illóolaj-felhalmozás ellen hatott. Ez az első pont, ahol megállapítható, hogy a kakukkfű fajok illóolaj-termelő képessége zavartalanabb környezetben, még gyakran igen fajgazdag gyepekben –a kompetíció fokozódása mellett- is jelentősebb, mint a szélsőséges pH és szubsztrátumok nyújtotta életkörülmények között. Következésképpen az illóolaj nem tekinthető e fajnál stressz hatására nagymértékben képződő szekunder anyagnak.

10. táblázat Az illóolaj-tartalom (ml/100 g) és a tájegységenként előforduló fő illóolaj-összetevők átlagos aránya (színes jelölés: szignifikáns különbség, 95 %-os szinten)

tájegység	Illóolaj-tartalom ml/100 g	Fő illóolaj-összetevők aránya, %						
		p-cimén	γ -terpinén	timol	geraniol	β -kariofillén	germakrén-D	linalil-acetát
<i>p-érték</i>	<i>0,008</i>	<i>0,000</i>	<i>0,037</i>	<i>0,033</i>	<i>0,000</i>	<i>0,272</i>	<i>0,018</i>	<i>0,285</i>
Mecsek	0,109							
Somogyi-ds.	0,505			67,500				
B.felvidék	0,296	11,500	9,300	38,000		18,567	15,150	
Bakony	0,413	18,800	19,400	33,900		13,467	47,566	18,800
Velencei-hg.	0,001							
Vértes	0,181				49,000		13,600	
Gerecse	0,286	49,350			14,700			9,900
Budai-hg.	0,375	21,233	24,700	38,700	21,375	17,800	26,960	
Visegr.-hg.	0,109					13,800	21,700	
Börzsöny	0,795	18,700			14,000			
Gödöllői-ds.	0,983	10,780	10,220	45,720				
Medves-hg.	0,054			14,400	10,800		12,100	
Mátra	0,370	20,200	10,400	42,467			14,200	19,800
Bükk	0,107					6,900	9,400	
Zemplén	0,311			7,900	23,900			14,003
Vajdaság	1,427	23,650		42,350				36,200
Erdély	0,442	18,100	15,950	26,933				
All Grps	0,447	20,411	13,850	37,724	23,782	15,831	24,525	18,101

Elemeztük az egyes vadkakukkfű fajoknál meghatározható kemotípusok megjelenését is, hiszen a hazai és külföldi, gyógyszerészek által gyakran forgatott, elismert szakkönyvekben többféle főkomponensű – pl. karvakrol, p-cimén, geraniol - kemotípusokat írtak le a *Serpylli herba* címszó alatt. A szakirodalomban jelentkező ellentmondások valószínűleg abból adódnak, hogy az egyes országokban/régiókban eltérő taxonok gyűjthetők és az egyes fajoknál tapasztalható infraspecifikus variabilitás is nagyfokú lehet. A kemotípusok leírásakor a legtöbb esetben azt az egy, két, három vagy négy vezető komponenszt vettük figyelembe, melyek min. 10 %-ban voltak jelen az illóolaj gázkromatográfiás elemzése nyomán kapott spektrumban.

A GC-analízis során kimutattuk, hogy a *T. pannonicus* esetében igen gyakori a timolt jelentős arányban felhalmozó kemovariánsok megjelenése. A timol mellett a képződéséhez vezető bioszintézis út két másik vegyülete – a p-cimén és a γ -terpinén - is részt vehet a kemotípus kialakításában, de megjelenhet szeszkviterpén vezető komponensekkel (pl. β -kubebén, stb.) együtt is (4. táblázat). A geraniol, mint a ciromos illatjelleg kialakítója a p-

ciménnel, γ -terpinénnel vagy szeszkviterpén vegyületekkel – germakrén-D ill. azonosítatlan szeszkviterpének - alakított kemotípust. Érdekes, monoterpén-észterekkel (linalil-acetát/geranil-acetát) jellemzett kemovariáns jelent meg a vajdasági Ada mellett, de a linalil-acetát a timol (Öskü: Péti-h.) és a linalool (Vágáshuta) mellett is előfordult vezető komponensként. A szeszkviterpének monoterpén főkomponensek nélkül is alkottak kemotípust (pl. germakrén-D/ β -kariofillén).

A *T. pannonicus* gyűjtőfajon belül eddig leírt kemotípusokat tekintve a *T. marschallianus* kistípus esetében Ukrajnában a timolos (29,00-59,30 %), a karvakrolos (39,10-61,40 %), a timol+karvakrolos (19,70-26,40 % illetve 17,10-28,1 %), a geraniolos (33,70-70,20 %) és a karveolos (65,80 %) volt jellemző, míg Bosznia-Hercegovinából a timolost (13,70 %) írták le (Sur et al, 1988; Karuza-Stojakovic et al, 1989). A *T. kosteleckyianus* kistípusnál ez utóbbi helyről az α -terpinil-acetátos (31,10 %) kemovariánst, Szlovákiából a α -terpinil-acetátosat (74,90-84,50 %), a timolost (41,50-50,50 %), a linaloolosat (70,00-72,00 %), a timol+p-ciméneset (12,00-43,00 % ill. 6,50-36,70 %), valamint a p-cimén+timolost (32,60-55,20 % ill. 11,70-29,9 %) mutatták ki (Karuza-Stojakovic et al, 1989; Mechtler et al, 1994).

Az alábbiakban felsoroljuk a TPA-nál kimutatott kemovariánsokat, melyek közül a szakirodalomra nézve új adatokat vastagítva jelenítjük meg:

- timol (1) (67,5 %)
- timol/p-cimén (6) (36,5-63,7/11,5-27,3 %)
- timol/p-cimén/ γ -terpinén (6) (28,6-60,0/6,9-21,5/5,9-20,9 %)
- **timol/ γ -terpinén/p-cimén (1) (40,0/20,2/14,7 %)**
- **timol/p-cimén/borneol (1) (41,9/20,2/10,3 %)**
- **timol/linalil-acetát/ γ -terpinén (1) (27,7/18,8/18,6 %)**
- p-cimén/geraniol (1) (53,7/15,8 %)
- geraniol/ γ -terpinén (1) (25,3/25,4 %)
- geraniol/germakrén-D (1) (49,0/13,6 %)
- linalil-acetát/geranil-acetát (1) (36,2/20,2 %)
- germakrén-D/ β -kariofillén (1) (43,4/15,0 %)
- kariofillén-oxid/ β -kubebén/linalool (1) (45,1/15,7/13,8 %)
- **β -kubebén/linalool/linalil-acetát (1) (24,5/7,59/7,41 %)**
- azosítatlan szeszkviterpén/geraniol (1) (53,5/18,8 %)
- azosítatlan szeszkviterpén/ β -kubebén/timol (1) (48,7/19,9/7,9 %)

Talán az magyarázza a sok újonnan leírt kemotípust, hogy e fajjal kevesen foglalkoztak eddig, bár figyelembe vettük az ide tartozó kistípusokra vonatkozó adatokat is. E gyűjtőfaj pontus-pannóniai súlypontú előfordulása alapján, érthető módon, hazánkban igen gyakori és igen polimorfnek tűnik, melyet a fentiek is alátámasztanak.

A *T. glabrescens* esetében az irodalom nem számol be túl sok kemotípus előfordulásáról. Kustrak et al. (1990) Horvátországból leírt egy 1,8-cineolos (29,4 %) és egy timol-acetát (14,3)/karvakrol (10,7)/p-cimén (10,0 %)-es változatot, Karuza-Stojakovic et al (1989) beszámolt egy terpinil-acetátos (32 %) boszniai variánsról, Kisgyörgy et al (1983) pedig egy ismeretlen komp(21,3)/geraniol (15,5 %) típusról. Stoeva et al (2001) ezen kívül Bulgáriában kimutatták a linalool (40%)/timol /14,7)/ α -terpinil-acetát (11,7), valamint további geraniol, cirtonellol és karvakrol főkomponensű kemotípusokat is.

A mi munkánk kiterjedt a faj populációinak több vegetációtípusban történő vizsgálatára (5. táblázat) és talán ennek köszönhető, hogy az alábbi -1-1 termőhelyen kialakult- új kemovariánsok előfordulásáról számolhatunk be:

- **timol/p-cimén (34,0/22,9 %)**
- **timol/ β -kariofillén/germakrén-D (32,9/16,5/13,5 %)**
- **timol/germakrén-D (29,3/14,2 %)**
- **timol/germakrén-D/geraniol (14,4/12,1/10,8)**

- geraniol/germakrén-D (49,0/13,6 %)
- p-cimén/geraniol/linalil-acetát (45,0/13,6/9,9 %)
- germakrén-D/ β -kariofillén (55,4/14,8 %)
- germakrén-D/ β -kariofillén/cisz-ocimén (9,4/6,9/6,0 %)

A szakirodalomban eddig közöltekhez képest minden általunk leírt kemotípus újnak számít, amelyek között megtalálható az eddig még nem jelzett timol is főkomponensként. A monoterpének közül a timol mellett még a p-cimén és a geraniol jelenik meg vezető összetevőként, és ezeket - a szeszkviterpének közül - elsősorban a germakrén-D és/vagy a β -kariofillén kíséri.

A *T. pulegioides* kemotaxonómiai szempontból az eddig legtöbbet tanulmányozott az általunk vizsgált fajok közül, hiszen Európa-szerte előfordul és adaptabilitása miatt kémiai szempontból is igen polimorfnek bizonyult. Az alábbi kemovariánsokat találtuk az általunk vizsgált területek (6. táblázat) hegyi kakukkfű populációiban (a vastagon szedett új kemotípusok):

Nem citromos illatkarakterűek:

- karvakrol/timol (1) (23,9-34,9/8,8-26,7 %)
- karvakrol/timil-metiléter/ γ -terpinén (1) (32,2/12,1/9,3 %)
- timol/ γ -terpinén/ timil-metiléter (1) (56,2/10,4/9,9 %)
- p-cimén/spatulenol/geraniol (1) (18,7/16,1/14,0 %)
- β -kariofillén/timol/ γ -muurolén (1) (24,5/17,4/10,3 %)
- germakrén-D/ β -kariofillén/ γ -muurolén (1) (21,7/13,8/10,3 %)
- azonosítatlan szeszkviterpén/ β -kubebén (1) (53,2/27,2 %)

Citromos illatkarakterűek:

- linalool/geraniol/linalil-acetát (1) (38,1/23,9/14,4 %)
- geraniál/linalil-acetát/nerál/linalool (1) (22,2/19,8/14,3/14,2 %)
- azonosítatlan szeszkviterpén/ timil-metiléter (1) (48,0/14,2 %)

A nem citromos illatú hegyi kakukkfű kemotípusok között újnak bizonyult a timol és karvakrol nagyarányú együttes előfordulása (Sóvidék). A timil-metilétert, a spatulenolt és a γ -muurolént eddig még nem említették a közleményekben, ettől újak a megjelölt kemotaxonok.

A citromos illatkarakter kialakításában a geraniál (citrál B), a nerál (citrál A), a geraniol, a linalool és ez utóbbiak észterei, valamint kísérő szeszkviterpénként a β -kariofillén játszik szerepet, melyek különböző kombinációkban fordulnak elő, esetleg minor komponensként a karvakrol is megjelenhet ezekben az illóolajokban. Az általunk újként jelzett kemotípusban a linalil-acetát nagyarányú jelenléte a novum, mely a mellette előforduló főkomponensekkel együtt még nem került leírásra. Az illóolaj-analízisek alapján úgy véljük, hogy az üde citromillat kialakításában a szeszkviterpén komponenseknek nagy szerepük lehet.

A *T. praecox* hazai kemotípusairól eddig semmilyen adat nem állt rendelkezésünkre. Stahl-Biskup (1991) észak-európai eredményei alapján már jelezte e faj esetében a szeszkviterpének kemotaxonómiai jelentőségét. Munkája során elkülönítette a subsp. *arcticus* linalil-acetátos (Norvégia) linalil-acetátos és hedikariolos (Izland), linalil-acetátos és hedikariolos (Grönland) kemováltozatait. Mechtler et al. (1994) Szlovákiából jelezte a karvakrol/p-cimén/ β -kariofillén, Vermin et al (1994) pedig Dél-Franciaországtól a geranil-acetát/ β -kariofillén/geraniol kemovariánsokat. Valentini et al (1987) a subsp. *polytrichus* olaszországi populációiban kimutatta a citronellol, az izoeugenol és a cisz-nerolidol, Ausztriából pedig Bishop-Deichnik et al (2000) jelezte ugyanezen alfaj timol/geraniol/geranil-acetát és transz-szabinén-hidrát/terpinén-4-ol kemotípusait. Törökországból timolos és karvakrolos, továbbá nem-fenolos monoterpén komponenseket – geraniolt, geranil-acetátot és terpinil-acetátot- felhalmozó kemotaxonokat (Stahl-Biskup, 1991; Baser et al, 1996).

Az általunk fellelt kemovariánsok a következők voltak:

- geraniol/germakrén-D (1) (18,2/16,6 %)
- geraniol/germakrén-D/ β -kariofillén (1) (23,2/14,7/12,2 %)
- germakrén-D/ β -kariofillén (4) (31,7-43,9/10,-22,3 %)
- kariofillén-oxid/ β -kariofillén (1) (16,0/11,7 %)
- kariofillén-oxid/ β -kubebén (1) (28,5/18,0 %)
- β -kubebén/kariofillén-oxid/ β -kariofillén (1) (27,8/20,3/14,7 %)

Az általunk a hazai természetes populációkban megtalált kemovariánsok a fenti irodalmakban még nem kerültek bemutatásra, mind újak és szeszkviterpénes karakterűek voltak (7. táblázat). A geraniolt kivéve más monoterpén komponens fő összetevőként nem volt detektálható. Az általunk vizsgált termőhelyen 4 szeszkviterpén: a germakrén-D, a β -kariofillén, a β -kubebén és a kariofillén-oxid játszott jelentős szerepet a kemotípus kialakításában. Leggyakoribb a 4 dolomit alapkőzetű termőhelyen (K-Bakony: Várpalota, Budai-hg.: Nagy-Szénás, Sas-h., Homok-h.) is fellelt germakrén-D/ β -kariofillén főkomponensű változat volt. (A kemotípusok értékelésekor figyelembe veendő, hogy mindig igen csekély mennyiségű illóolaj volt a mintákból kinyerhető).

A *T. serpyllum* elnevezés a szakirodalomban gyakran előfordul, hiszen sok esetben a mezei kakukkfű fajokra általánosságban ezt a nevet használják. Így a kemotaxonomiai irodalom szempontjából széles bázison indulhattunk el, bár tudtuk, hazánkban ez a legritkábban előforduló honos faj. Stahl-Biskup (1991) finnországi populációk tanulmányozása során a subsp. *serpyllum*-nál az 1,8-cineol/kámfor és az 1,8-cineol/kámfor/germakrén-4D, a subsp. *tanaensis* esetében pedig a linalil-acetát/germakrén-4D, a linalool/germakrén-D, ill. az 1,8-cineol/ kámfor/germakrén-D változatokat jelezte. Indiából továbbá leírtak timolos és karvakrolis, Oroszországból timol/karvakrolis, Iránból pedig egy γ -terpinén/p-cimén/timolos (22,7:20,7:18,7%) kemotípust (Stahl-Biskup, 1991; Sefidikon et al, 2001). Litvániában a fehér és a rózsaszín virágú típusokban a főbb komponensek egyaránt az 1,8-cineol a mircén és a β -kariofillén voltak (Loziene et al., 1998). Fehéroroszországból jeleztek egy γ -terpinén/p-cimén (Popov és Odynets, 1977), Ukrajnából egy timol/ γ -terpinén/p-cimén és egy karvakrol/ γ -terpinén/p-cimén (Sur et al., 1988), a Kaukázus vidékéről pedig egy timolos és egy karvakrol/timolos kemovariáns (Abetisjan et al, 1988).

Ehhez képest a mi három helyről származó mintáinkban a következő illóolaj-főkomponensek voltak detektálhatók (8. táblázat):

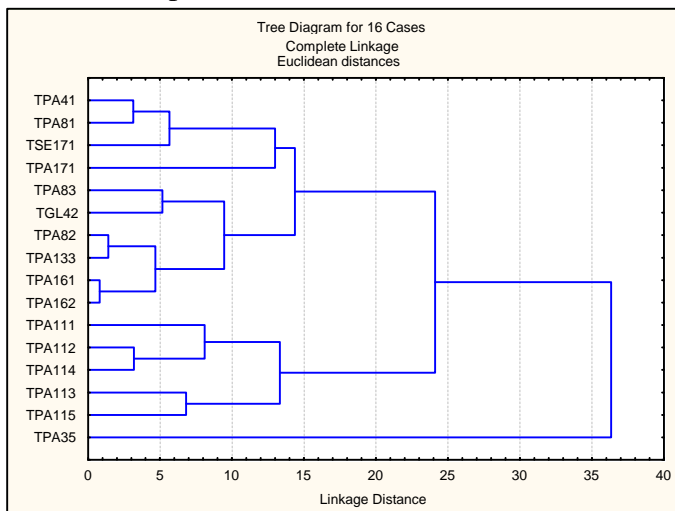
- geranil-izobutirát/1,8-cineol (44,00/16,9 %)
- t-kadinol/kariofillén-oxid/ β -kubebén (11,8/11,2/8,1 %)
- timol/p-cimén/ γ -terpinén (34,4/15,3/11,0 %)

Az utolsó kivételével, melyet nem tekintünk újnak, hanem egy régebben már ismert kemotípus modifikációjának, a másik kettő egy-egy új főkomponenst vonultatott fel. A rendelkezésünkre álló up-to-date GC/MS (Agilent Technologies) technikának köszönhetően pl. képesek voltunk beazonosítani a fenyőfői minta monoterpén-észter komponenseként a geranil-izobutirátot.

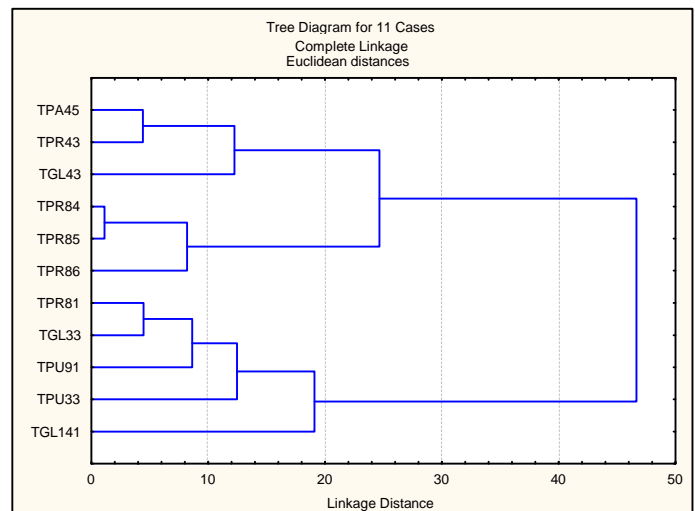
Az illóolaj leggyakoribb komponensei, mint ahogy a fenti példák is mutatják, a fajok szerint nem mutatnak szignifikáns megoszlást (9a. és 9b. ábrák), viszont több komponens esetében jelentős eltérések voltak kimutathatók az egyes termőhelyeken mérhető értékek között (10. ábra). A p-cimén ($p=0,000$), a γ -terpinén ($p=0,037$), a timol ($p=0,033$), a geraniol ($p=0,000$) és a germakrén-D ($p=0,018$) illóolajon belüli százalékos aránya függött a termőhelyi adottságoktól.

A 4 leggyakoribb kemotípust kiemelve clusteranalízist végeztünk, hogy kimutassuk, melyik kemotípus elsősorban mely fajokra jellemző.

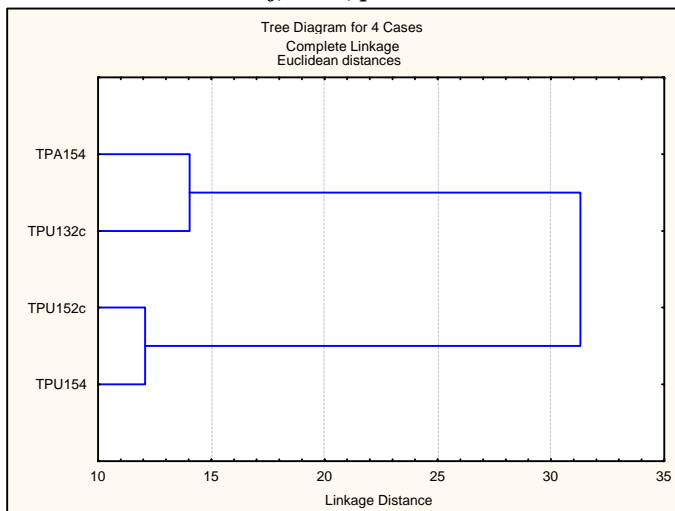
Megállapítottuk, hogy a **timol és p-cimén** fő komponenseket tartalmazó kemotípusok száma 16, ez a leggyakrabban előforduló kombináció. Elsősorban a TPA fajra jellemző a kialakulása, de esetenként a TSE és a TGL fajoknál is megjelenik. A 4a. diagramon elsősorban a timol mennyisége volt a rendező faktor: a p-cimén hiányát és a timol maximumát (63,7 %) a balatonalmádi minta (TPA35) esetében pl. az első lépésben történő elkülönítéssel jelezte a módszer, majd a 2. lépésben a gödöllői mintákat (11. termőhely) tette egy csoportba, ahol 38-51 % timol és 4,4-15,7 % p-cimén aránya. Ezt követően a timol aránya alapján alakított ki csoportokat a program. Megállapítottuk, hogy a termőhely is befolyással van a komponensek felhalmozódási szintjére: pl. a magyarszováti termőhelyen előforduló TSE és TPA közel azonos timol-szinttel rendelkezett, így az ábrán is egymás mellé kerültek mintáik és ugyanez volt tapasztalható a Gödöllői-dombság termőhelyeinél is, ahol viszont egymástól földrajzilag elkülönülő, de adottságaiban hasonló területeken nőtt a TPA, közel azonos kemotípusokat felvonultatva.



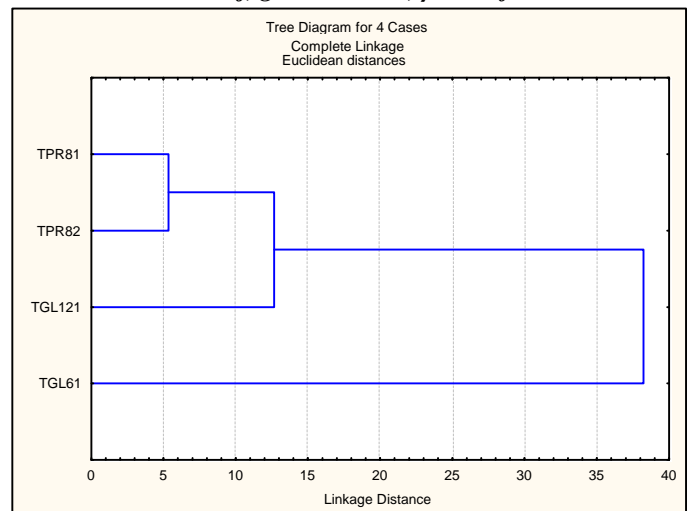
a. illóolaj, timol, p-cimén



b. illóolaj, germakrén-D, β -kariofillén



c. illóolaj, linalool, linalil-acetát



d. illóolaj, geraniol, germakrén-D

4. ábra Az illóolajtartalom és a négy fő kemotípus (a-d) alapján elvégzett clusteranalízis eredményei

A **germakrén-D/ β -kariofillén** főkomponens kombináció a TPA, TPR, TGL és TPU fajoknál, összesen 11 esetben fordult elő (4b. ábra). Első elkülönülő csoportként a magas germakrén-D (43-55 %) és ugyanakkor alacsony β -kariofillén arányt (10,6-15,0 %) mutató, a Bakony dolomitfelszíneiről származó TPA45, TPR43 és a vele egy termőhelyen növő TGL43 jelent meg. Ezzel párhuzamosan, szintén hasonló termőhelyi adottságokkal rendelkező és a

TPR taxonhoz tartozó csoport (TPR84, TPR85, TPR86) különült el, melyek a Budai-hg. dolomitjáról származtak. Ezel közös illóolaj-jellemzője a 21,2-22,3 % germakrén-D és 31,7-39,9 % közötti β -kariofillén arány volt. Az eddigiekben ismertetett dolomit-élőhelyektől az ábrán jól láthatóan elkülönült a többi, alapkőzet által jelentősen befolyásolt társulás csoportja, melyen belül az Odvas-hegyi (TPR81) még az előzőkhöz közel esik, a többi minta viszont az eltolódó főkomponens-arányok (savanyú pH-jú alapkőzet: pannon homokkő, andezit, agyagpala) miatt távolabb került. A kapott eredményekből azt szűrtük le, hogy e kemotípus a különböző sziklafelszínek vékony termőrétegű talajain kialakuló kakukkfű populációkban jellemző.

A **linalil-acetát és a linalool** főkomponensek együttes jelenléte az előzőekénél jóval ritkább, csak négy esetben fordult elő: a TPA egyetlen, zempléni, vágáshutai populációjában, illetve a TPU három (mátrakeresztesi, regéci és vágáshutai) állományában. E kemotípus tehát az általunk vizsgált termőhelyek közül az andeziteken alakult ki és jellemzően a hegyi rétek, kaszálók kemotípusa. A 4c. ábrán látható két csoportra eltérő főkomponens-arányok: az egyikre (TPA154 és TPU132c) a 13,8-14,4 % linalool és a 7,41-19,8 % linalil-acetát, a másikra (TPU 152c és TPU154) pedig a magasabb, 27,5-38,1 % linalool és a 13,5-14,4 % linalil-acetát arányok voltak jellemzőek.

A **geraniol/germakrén-D** főkomponensekkel egyaránt rendelkező illóolajokat 4 esetben és két, a 4d ábrán jól elkülönülő fajnál (TPR, TGL) találtunk. A TPR esetében a két ide tartozó termőhely a Budai-hg.-ben található, itt a 18,2-23,2 % között változó geraniol és a 14,7-16,6 % között változó germakrén-D volt jellemző. A várgesztesi minta a többitől jól elkülönült (49,0 % geraniol és 13,6 % germakrén-D-tartalmazott). Az előző mészkő és dolomit felszíneken megjelenő populációktól eltér a salgói TGL minta, melyben mindkét komponens aránya alacsony, ezért inkább az első csoporthoz állt közel, de jelentős mértékben timolt is tartalmazott, ami itt nem fejeződhetett ki. E kissé kilógó mintától eltekintve a kemotípus létrejöttéhez valószínűleg a bázikus szubsztrátumok járulnak hozzá.

3.3. A kemotípusok stabilitásuk értékelése azonos termőhelyen történő felszaporítással

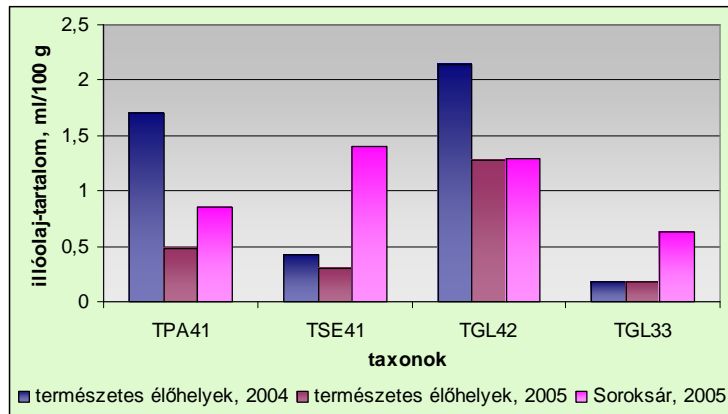
Három kísérletsorozat eredményein keresztül mutatjuk be, hogy egyes, eddigiekben is bemutatott kemotípusok a természetes élőhelyeken, eltérő években (évjárathatás), illetve Soroksáron, a Kísérleti Telepünkön, laza, meszes, humuszos homoktalajon (termőhelyi hatás) megőrzik-e illóolaj-akkumulációs képességüket. Azt is vizsgáltuk, hogy a fő komponensek aránya megváltozik-e, tehát a magról felszaporított utódállományokban, ugyanazon a genetikai alapon a természetes állományokéhoz hasonló bioszintetikus úton keletkeznek-e az illóolaj-összetevők, vagy számolhatunk-e a környezeti tényezők erősebb modifikáló hatásával.

Ennek érdekében a vadontermő kakukkfű populációkban kis mennyiségű magot gyűjtöttünk, majd a következő évben utódállományokat létesítettünk. A természetes populációkéhoz hasonlítottuk az itt előállított herbadrog illóolaj-tartalmát-és összetételét. A soroksári termőhelyen is megállapítottuk a talajjellemzőket, mely szerint a talaj enyhén bázikus, humusztartalma megfelelő, nitrát-nitrogénben szegény, felvehető foszfortartalma igen magas, káliumszintje pedig jónak volt tekinthető (11. táblázat).

11. táblázat Talajvizsgálati eredmények, Soroksár

Minta	pH	Só [%]	Humusz [%]	K_A	NO_3-N [mg/kg]	P_2O_5 [mg/kg]	K_2O [mg/kg]	Ca [%]	Mg [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Cu [mg/kg]	$CaCO_3$ [%]
Soroksár	7,7	0,022	1,08	<30	0,21	355	282	0,24	160	52,5	55,1	2,58	1,56	<1

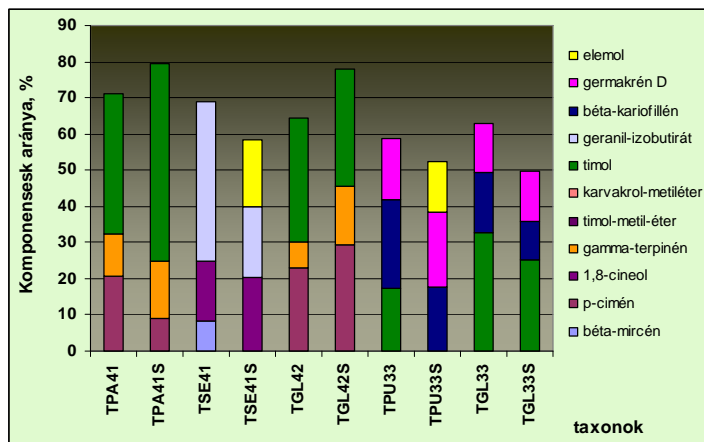
Az első kísérletsorozat a fenyőfői (TPA41, TSE41), cseszneki (TGL42) és szentbékállai (TGL33, TPU33) termőhelyekről származó kakukkfű populációkban feltárt



5. ábra. Illóolajtartalom a 33, 41 és 42 termőhelyekről származó természetes és kitermesztett állományokban

jelentősebb mértékű volt az illóolaj-felhalmozás a felszaporított utódállományokban, mint az eredeti termőhelyeken, főként a fenyőfői és szentbékállai eredetű minták illóolajára volt kedvező hatással a soroksári termőhely (5. ábra).

Az illóolaj összetételét azonos évben (2005) vizsgálva megállapítottuk, hogy a fenyőfői *T. pannonicus* (TPA41) és a cseszneki *T. glabrescens* kemotípusa (TGL42) azonosnak tekinthető (timol/ γ -terpinén/p-cimén), melyben a komponensek egymáshoz viszonyított aránya az eredetihez képest kissé eltolódott a soroksári (S jelű) utódállományokban, de ez nem tekinthető jelentős eltérésnek (6. ábra). A szentbékállai termőhelyen is azonos kemotípus alakult ki az ott meghatározott két fajnál (TPU33, TGL33), itt az eredeti termőhely determinálta a timol/ β -kariofillén /germakrén-D kemotípust, ami



6. ábra. Illóolaj-főkomponensek a 33, 41 és 42 termőhelyekről származó természetes és kitermesztett állományokban

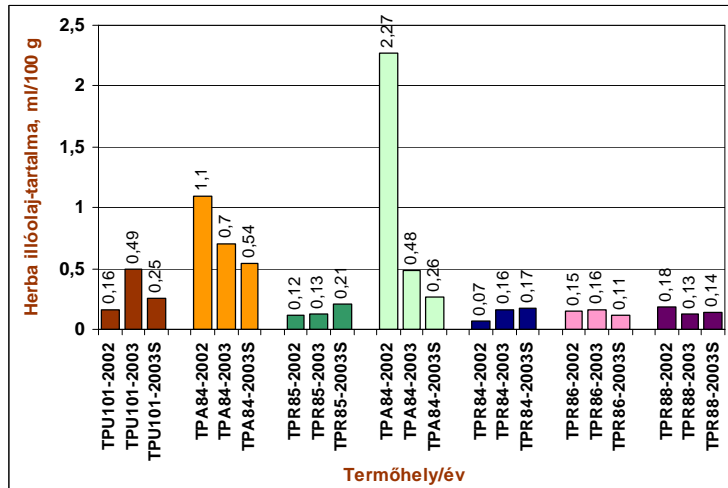
TGL33 tekinthető, míg a TSE 41 esetében csak a geranil-izobutirát és az 1,8-cineol, a TPU33-nál pedig a β -kariofillén és a germakrén-D főkomponensként való akumulációja determinált genetikai faktorok által. A kemoszindróma-képet szinte minden leírt kemotípusnál módosítják a környezeti hatások.

kemovariánsok stabilitásával foglalkozott. Megállapítottuk, hogy az illóolaj-tartalom a természetes élőhelyeken elsősorban az ott előforduló taxontól függött, de az is beigazolódott, hogy ugyanaz a faj (TGL) eltérő ökológiai feltételek mellett eltérő illóolaj-felhalmozó képességgel rendelkezhet. Az évjárat is befolyásolta az illóolaj-szinteket: a vadontermő

állományokban 2004-ben magasabb volt az illóolaj-tartalom, mint ugyanott, 2005-ben. 2005-ben viszont

viszont csak a TGL esetében bizonyult stabilnak, a TPU-nál a timol helyett az elemol jelent meg a kitermesztett állományokban. A TSE populációja viszont, bár azonos termőhelyen, Fenyőfőn fordult elő a TPA-val, attól teljesen eltérő illóolaj-összetételű (geranil-izobutirát/1,8-cineol) volt, mely komponensek az utódállományokban is stabilan megjelentek, de a geranil-izobutirát aránya az újonnan megjelenő elemol hatására lecsökkent. Mindezek alapján igazolható, hogy a vizsgált kemotípusok közül egyértelműen stabilnak a TPA41, a TGL42 és a

A **második kísérletsorozatunkban** a TPU (Börzsöny), a TPR és a TPA (Budai-hg.) szerepelt. A vadontermő állományokban 2002-2003-ban, a soroksári utódállományokban pedig 2003-ban végeztünk kemotaxonómiai elemzéseket. A fajok közötti különbség itt is megmutatkozott az illóolaj-felhalmozó képesség vonatkozásában: a TPR igen alacsony értékeket produkált, melynél szignifikáns évjárat, vagy termőhelyi hatást nem tudtunk kimutatni és a kitermesztés sem okozott ugrásszerű változást e tekintetben (7. ábra). A jelentősebb illóolaj-produkciójú TPA esetében azonban a 2003-as extrém száraz évjárat jelentős illóolaj-csökkenést okozott és ez még tovább romlott a soroksári állományokban. A TPU fajra a természetes társulásban kismértékű illóolaj-növekedés volt jellemző 2003-ban, míg Soroksáron, ugyanabban az évben az utódpopuláció gyengébben teljesített.



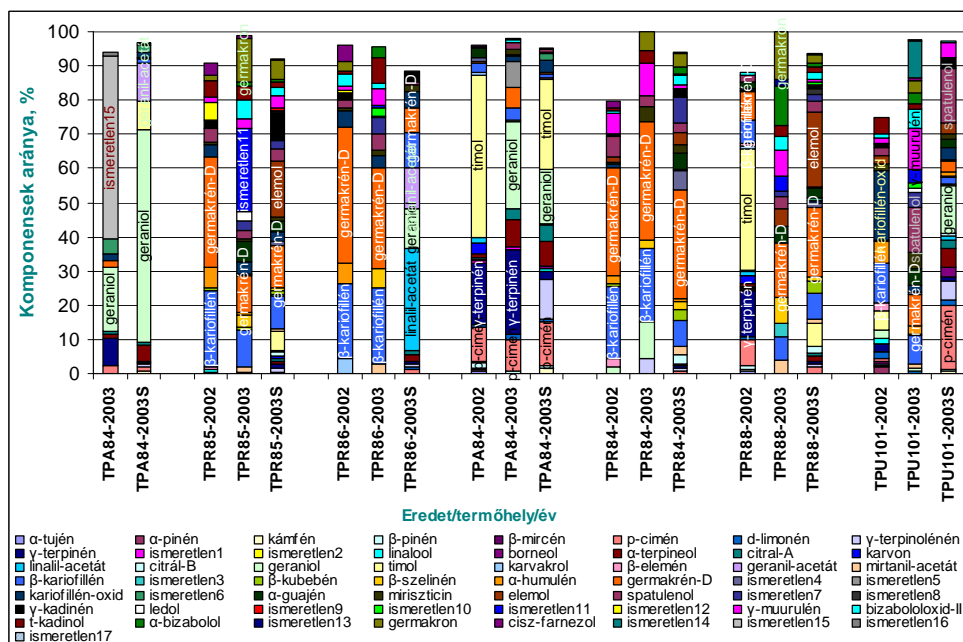
7. ábra Illóolajtartalom a 8. és 10. termőhelyekről származó természetes és kitermesztett állományokban

E taxonoknál az illóolaj-összetevők teljes spektrumát bemutatjuk.

A TPA esetében a természetes élőhelyeken a timol ill. a geraniol volt az illóolajok főkomponense, a p-cimén és γ -terpinén mellett (8. ábra). Az utódállományokban is megjelentek e komponensek, valamint megfigyelhető volt a monoterpén összetevők szélesebb spektrumának megjelenése az illóolajokban, de nem tekintjük stabilnak e kemotípusokat.

A TPU szintén, évről-évre és termőhelyről-termőhelyre

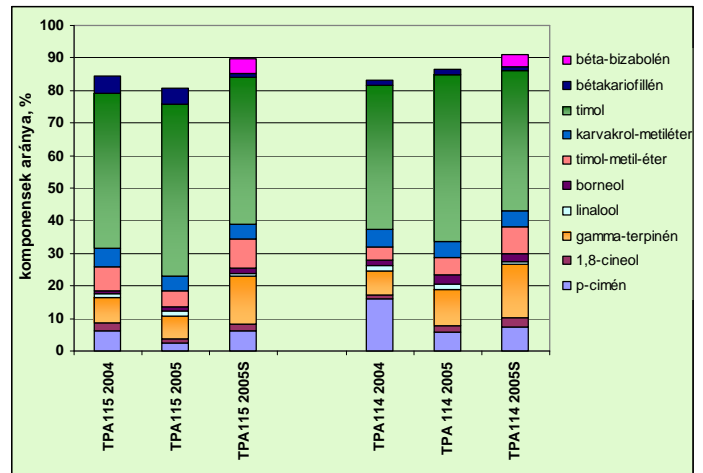
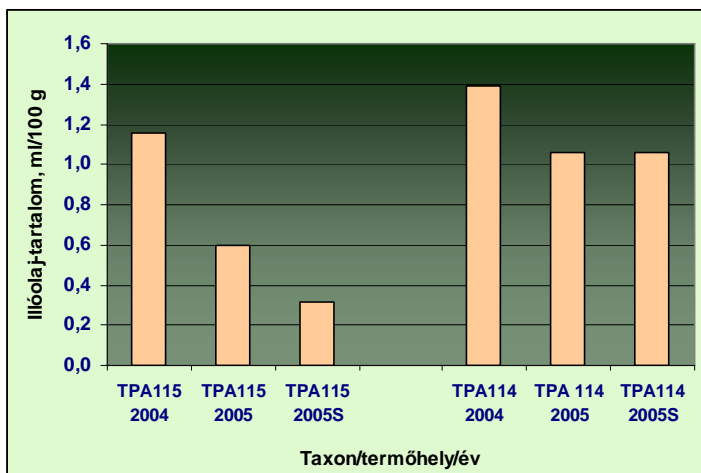
változó, elsősorban szeszkviterpénekben gazdag komponens-spektrummal rendelkezett, ahol szintén jelentkezett az illóolajon belül a monoterpének tényerése a kitermesztés hatására.



8. ábra Illóolaj-összetétel a 8. és 10. termőhelyekről származó természetes és kitermesztett állományokban

A TPR vizsgált élőhelyein szintén zömmel a szeszkviterpének (elsősorban a germakrén-D és a β -kariofillén) megjelenése volt jellemző az illóolajban. Viszonylag stabilnak a homok-hegyi TPR84 volt tekinthető, a többenél meglepő változások álltak be az illóolaj-összetétel tekintetében. Ennek okait részben a kis mennyiségben kinyerhető illóolajban kerestük, részben soroksári temőhely okozta hatásoknak tulajdonítottuk.

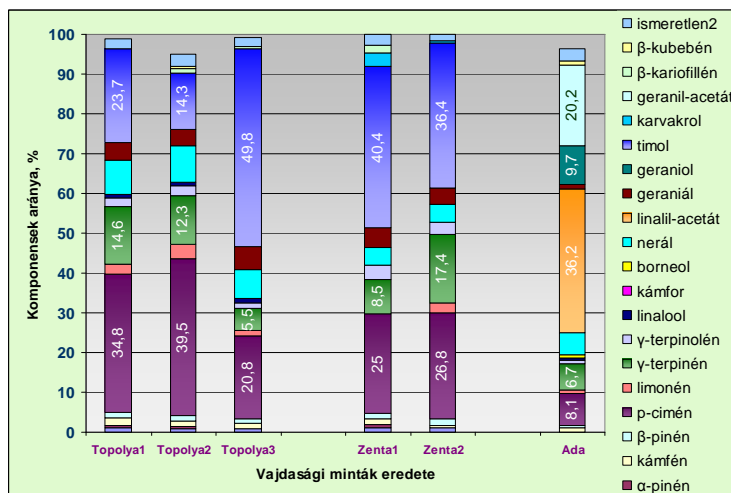
Harmadik modellkísérletünkben a *T. pannonicus* cegédberceli termőhelyéről származó és a magról felszaporított utódpopulációk mintáinak illóolaját teszteltük a kemotípusok stabilitásának értékelése céljából. Megállapítottuk, hogy az illóolaj-szintekre itt is hatással volt az évszám: 2005-ben a vadontermő és a kitermesztett állományokban egyaránt lecsökkent az illóolaj-tartalom, de még így is a korszerű (Ph.Hg. VIII.) követelményeket kielégítő maradt (9. ábra). Az illóolaj-összetétel szempontjából e populációk igen stabilnak tekinthetők: a timol főkonponens aránya szinte azonos volt évszártól és termőhelytől függetlenül (10. ábra). Soroksáron mindkét származék esetében megfigyelhető volt a γ -terpinén kismértékű növekedése és a β -bizabolén, mint új, minor szeszkviterpén megjelenése az illóolaj-spektrumban, mely azonban nem befolyásolta jelentősen a kemovariáns stabilitását.



9. ábra Illóolajtartalom a 114. és 115. termőhelyekről származó természetes és kitermesztett állományokban

10. ábra Illóolaj-összetétel a 114. és 115. termőhelyekről származó természetes és kitermesztett állományokban

4. Az elektronikus orr alkalmazásának lehetőségei a vadontermő kakukkfű kemotaxonok elkülönítésében

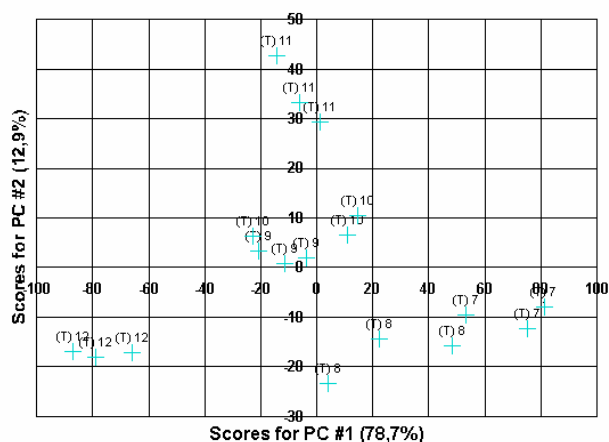


11. ábra A Vajdasági termőhelyekről származó illóolaj-minták összetétele (a GC-analízis eredménye)

Az elektronikus orr egy objektív, műszeres érzékszervi vizsgálati módszer, melyet egyre szélesebb körben alkalmaznak a különböző, aromás élelmiszeripari alapanyagok és késztermékek minősítésére, minőség-ellenőrzésére. Tanszékünkön *Mentha* és *Origanum* fajták és kemotaxonok elkülönítésével kapcsolatban - drog és illóolaj-minták alapján - már sikeresen alkalmazták e módszert és mi is kipróbáltuk

különböző kerti és vadkakukkfű kemotípusok elkülönítéséhez. E helyen a kísérletsorozat egy részének eredményeiről számolunk be.

A már GC-analízissel értékelt Vajdasági eredetű *T. pannonicus* illóolajmintákat (11. ábra) használtuk az elektronikus orr vizsgálatokhoz, melynek során egy szenzorsor fogta fel a



12. ábra A Vajdasági termóhelyekről származó illóolaj-minták csoportosítása PCA-módszerrel (az elektronikus orr által felfogott jelek alapján)

Jelmagyarázat: 7: Topolya1, 8: Topolya2, 9: Topolya3, 10: Zenta1, 11: Zenta3, 12: Ada

jeleket. Az általuk kialakított mintánkénti összképet főkomponens-analízis segítségével értékeltük egy specifikusan ehhez a módszerhez kifejlesztett szoftver segítségével.

Megállapítottuk, hogy a módszer alkalmas a különböző mezei kakukkfű kemotípusok műszeres érzékszervi elkülönítésére, mert a GC-analízis során kapott eredményeket tükrözi vissza (12. ábra). A GC-analízis során megállapított p-cimén/timol kemotípus (GC: Topolya 1-2 = nose: 7-8) elemei itt is egy pontfelhőben csoportosultak, melytől elválva, távolabb, de egy csoportban helyezkedett el a jelentősebb timol-és kisebb p-cimén arányú kemotípus (GC: Topolya 3-Zenta 1, nose: 9-10). Ez utóbbihoz közel, de elkülönülve jelenítette meg a program a növekvő mennyiségű γ -terpinént is felhalmozó

Zenta 3 származék (nose: 11) pontjait. Mindezeketől távol, a koordináta-rendszer egy másik negyedében foglal helyet - tehát eltérő illatkaraktert képvisel - az adai minta (nose: 12 szs.), mely a GC eredményei szerint is más kemotípusba (linalil-acetát/geranil-acetát) tartozott.

5. A szuperkritikus fluid extrakció alkalmazásának hatása a vadontermő kakukkfű fajok illóolajának mennyiségi és minőségi tulajdonságaira

A korábbi hazai és külföldi SFE eredmények a *T. vulgaris*ra vonatkoztak, véleményünk szerint azonban faj- és taxonspecifikus kísérleti adatokra van szükség annak megállapításához, hogy egy bizonyos extrakciós eljárás milyen hatással lehet a kivont komponensek mennyiségi és minőségi viszonyaira.

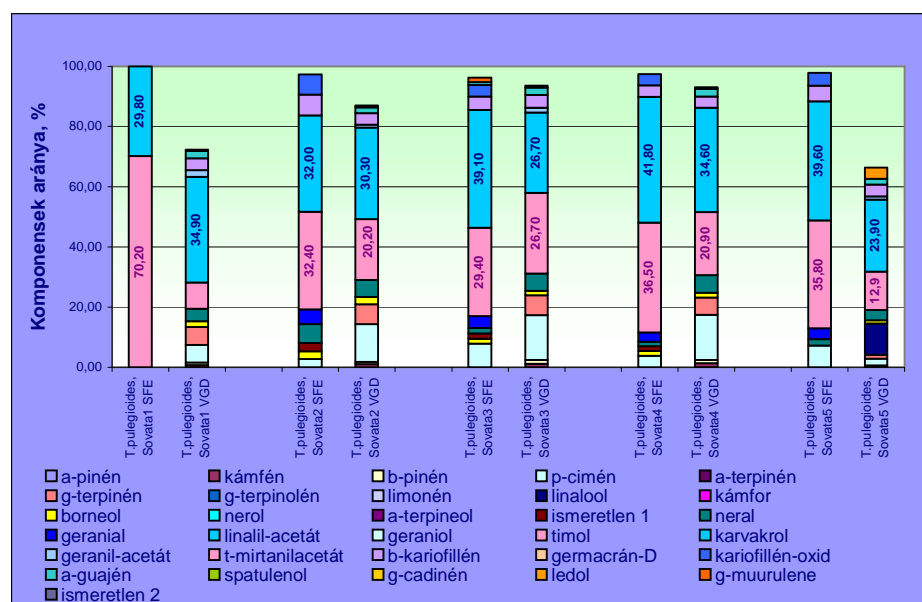
Az általunk vizsgált, természetes élőhelyekben előforduló kakukkfű populációk közül e helyen a *T. pulegioides* szovátai (Sóvidék, Erdély) 1-5 mintaterületek állományai SFE extrakciójának eredményeit mutatjuk be. A fajonkénti optimalizáció még folyik, jelen vizsgálatainkat állandó 10 MPa, 40 °C és 30 min extrakciós idő mellett végeztük, mely általában megfelelő az illóolajban gazdag kivonatok kinyeréséhez az ISCO SFX 2-10™ típusú laboratóriumi extraktor segítségével.

Kísérletünk során megállapítottuk, hogy az azonos mintából végzett vízgőzdesztillációs (VGD) izoláció – szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva- több extrahált anyagot (g/100g) eredményez, mint az SFE (12. táblázat). Az extrakciós eljárás szempontjából jelentős különbséget találtunk az SFE és VGD eljárásokkal kinyert kivonatok gázkromatográfiás analízise során kapott eredmények között. Az SFE-kivonatban több timol (29,4-70,20 %) és karvakrol (29,80-41,80 %) volt kimutatható, mint a desztillált olajban (timol: 8,80-26,70 %; karvakrol: 23,90-34,90 %) (13. ábra). Az új módszerrel kinyert kivonatok tehát a gyógyászati szempontból elsődlegesnek számító – antioxidáns ill.

antimikrobiális hatásért felelős- fenolos monoterpénekben gazdagabbnak bizonyultak, tehát értékesebb összetétellel rendelkeztek.

12. táblázat: A *T. pulegioides* szovata környéki termőhelyekről származó mintáinak vízgőzdesztilláció (VGD) és SFE extrakció során kapott extrakt-kihozatali értékei

Eredet	SFE %	VGD %
<i>T. pulegioides</i> , Sovata 1 (erdélyi)	0,09	1,05
<i>T. pulegioides</i> , Sovata 2 (erdélyi)	0,20	0,70
<i>T. pulegioides</i> , Sovata 3 (erdélyi)	0,50	0,65
<i>T. pulegioides</i> , Sovata 4 (erdélyi)	0,57	0,87
<i>T. pulegioides</i> , Sovata 5 (erdélyi)	0,22	0,11



13. ábra. Vadontermő eredetű *Thymus pulegioides* minták SFE extraktumainak és desztillált illóolajának (VGD) összehasonlítása az illó komponensek összetétele alapján

A kapott eredmények alapján arra következtettünk, hogy a kakukkfű kivonatok esetében is igazolható a különböző extrakciós eljárások hatása a kihozatalra és az illó komponensek összetételére. Korábbi, *T. vulgaris*ra vonatkozó megállapítások (Oszagyán et al., 1996) kísérleteinkben nem bizonyultak helytállóknak, hiszen ott a szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy az SFE eljárás a timol-tartalmat egyértelműen és jelentősen (48-50%-ról 10-15%-ra) csökkenti, a karvakrol-szint pedig ezzel párhuzamosan növekszik (8-10%-ról 30-35%-ra). Mi ezzel szemben azt találtuk, hogy az SFE kivonatokban a fenolos monoterpének (timol és/vagy karvakrol) mennyisége nőtt, míg a p-cimén aránya általában csökkent.

Irodalomjegyzék

1. BASER K., KIRIMER N., ERMIN N, ÖZEK, T. (1996): Composition of essential oils from three varieties of *Thymus praecox* Opiz growing in Turkey. J. of Ess. Oil Res. p. 319-321.
2. BISCHOF-DEICHIK, C., STAHL-BISKUP, E., HOLTHUIJZEN, J. 2000. Multivariate statistical analysis of the essential oil data from *T. praecox* ssp. *polytrichus* of the Tyrolean Alps. Flavour and Fragr. J. 15: 1-6.
3. BORHIDI, A. (1995): Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian Flora. *Acta Bot. Hung.* 39: 97-181.
4. BORHIDI A., SÁNTA A. (1999): *Vörös könyv Magyarország növénytársulásairól*. Természetbúvár Kiadó, Budapest. Vol. 2. pp. 3-65.
5. DOMOKOS J., HÉTHELYI É., DÁNOS B. PÁLINKÁS J. (1999): A vékony kakukkfű (*Thymus pulegioides* L.) taxon illóolajának vizsgálata. *Olaj, Szappan, Kozmetika*, (48) 1: 12-13.
6. GUŞULEAC M. (1961). Flora R.P.R. vol. III. Editura Academică R.P.R., Bucureşti. p.306-334.
7. JALAS J. (1972): *Thymus*. In: Tutin T. G. et al: Flora Europaea, Vol. 3. p. 172-182.
8. JÁVORKA S.-CSAPODY V. (1975): *Iconographia Florae Partis Austro-Orientalis Europae Centralis*. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 437-440.
9. KARUZA-STOJAKOVIC, L., PAOLOVIC, S., ZIVANOVIC, P., TODOROVIC, B. (1989): Composition and yield of essential oils of various species of the genus *Thymus* Arch. Farm. 39, 105-111.
10. KUSTRAK D., MARTINIS Z., KUFTINEC J., BLAZEVIC N. (1990): Composition of the essential oils of some *Thymus* and *Thymbra* species. Flavour and Fragrance Journal 5: 227-231.
11. LOZIENE J., VAICIUNIENÉ J., VENSKUTONIS R. (1998): Chemical composition of the essential oil of creeping thyme (*Thymus serpyllum* s. l.) growing wild in Lithuania. *Planta Medica*, 64: 772-773.
12. MAGYAR GYÓGYSZERKÖNYV VII. kiadás (1986): *Medicina Könyvkiadó, Budapest III. kötet*. pp.1684-1686.
13. MAGYAR GYÓGYSZERKÖNYV VIII. kiadás (2004): *Medicina Könyvkiadó, Budapest*.
14. MÁRTONFI, P., GREJTOVSKY, A., REPCA, M. 1994. Chemotype pattern differentiation of *Thymus pulegioides* on different substrates. *Biochemical Systematics and Ecology*, 22: 819-825.
15. MÁRTONFI P., GREJTOVSKY, A.-REPCA, M. (1996): Soil chemistry of *Thymus* species stands in Carpathians and Pannonia. *Thaiszia*, 6: 39-48. MORALES, R. (2002): The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In: Stahl-Biskup, E.-Sáez, F. : *Thyme-The genus Thymus*. Taylor and Francis, London-New York. Pp. 1-42.
16. MECHTLER, C., SCHNEIDER, A., LANGER, R., JURENITS, J. (1994): Individuelle Variabilität der Zusammensetzung des Ätherischen Öles von Quendel-Arten. *Sci.Pharm.* 62, 117.
17. OSZAGYÁN, M., SIMÁNDI, B., SAWINSKY, J., KÉRY, Á., LEMBERKOVICS, É., FEKETE, J. (1996): Supercritical Fluid Extraction of Volatile Compounds from Lavandin and Thyme, *Flavour Fragr.J.*, 11, pp.157-165.
18. SEFIDIKON F., MIRMOSTAFA A., ASKARI F. (2001): Essential oil content and composition of five *Thymus* species from Iran and study of their antimicrobial effects. 32nd Internat. Symp. On Ess. Oils. Wroclaw Abstracts p. 34.
19. SIMON T. (2000): *A magyarországi edényes flóra határozója*. Harasztok-virágos növények. Tankönyvkiadó, Budapest. pp. 377-380
20. SOÓ (1968): *A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve III*. Akadémiai Kiadó, Budapest. p. 525-528.
21. STAHL-BISKUP, E. (1991): The chemical composition of *Thymus* oils: A review of the literature 1960-1989. J. of Ess. Oil Res. 3, 61-82.
22. STOEVA T., DOBOS A., BOSSEVA Y., GENOVA E., MÁTHÉ I. (2001): Essential oil composition of *Thymus glabrescens* Willd. from Bulgaria. ISHS World Conference on Medicinal and Aromatic Plants, Hungary Abstracts p. 18.
23. SUR, S.V., TULYUPA, F.H., TOLOK, A. YA., PERESYPKINA, T.N. (1988): Composition of essential oils from the aboveground part of the thyme. *Khim. Farm. Zh.* 22, 1361-1366.
24. VALENTINI, G., HRUSKA, K., BELLOMARIA, B. (1987): Ricerche sull'olio essenziale di alcune specie del genera *Thymus* nell'Italia Centrale. *Informatore Botanico Italiano*, 19:270-279.
25. VERMIN, G., GHIGLIONE, C., PARKANYI, C. (1994): GC-MS-SPECMA bank analysis of *Thymus serpyllum praecox* (Opiz) Wollm. (wild thyme) from Hautes Alpes (France). In: G. Charalambous (ed.): *Developments in Food Science- Spices, Herbs and Edible Fungi*. Elsevier, Amsterdam, London, NY. pp. 501-515.
26. ZÓLYOMI B. (1967): Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologischen Gruppen nach TWR-Zahlen. *Fragm. Bot. Mus. Hist.-Natur. Hung.* 4: 101-142.