



Növényi hatóanyagok gyepnövényeinkben

Szabó László Gy.

Pécsi Tudományegyetem,

Növénytani Tanszék és Botanikus Kert, Pécs

ÖSSZEFOGLALÁS

Gyepérték szempontjából különösen a következő vegyülettípusok hatásosak: 1. Fenoloidok: polifenolok, fenolsavak, 2. Terpenoidok: monoterpének, seszkviterpén-laktonok, diterpének, triterpén szaponinok, 3. Poliínek vagy poliacetilének, 4. Azotoidok: alkaloidok, kromoalkaloidok, cianogén glikozidok, 5. Glikozinolatok (izotiocianátok). Mindig figyelembe kell venni, hogy a hatás mértéke leginkább egy-egy hatóanyagcsoport koncentráció-viszonyaitól függ.

SUMMARY

From a grassland point of view the following substance types are especially effective: 1. Phenoloids: polyphenols, phenolic acids, 2. Terpenoids: monoterpenes, sesquiterpenoid lactones, diterpenes, triterpene saponins, 3. Polyines or polyacetilenes, 4. Azotoids: alkaloids, chromoalkaloids, cyanogenic glucosides, 5. Glucosinolates. It has to be taken into consideration that the degree of effect always depends on the concentration-relations of a given bioactive substance-group.

BEVEZETÉS

Fitokémiai szempontból a másodlagos növényi anyagcserét ma már inkább speciális metabolizmusnak nevezzük, főleg azért, mert egyre több vegyületről vagy vegyületcsoportról derül ki, hogy élettani vagy ökológiai szerepük van a növény életében, vagyis a másodlagos jelző használata nem kifejező. Egy taxon fenotípusa a genomban megszabott öröklött tulajdonságok megnyilvánulása. Ilyen öröklött tulajdonság akkor a legszembetűnőbb, ha látni lehet. Például egy virág pártalevelei vagy lepellevelei nemcsak változatos alakúak, hanem jellegzetes színűek. Gyakran illatosak, de nem egyszer számunkra vagy gazdasági állataink számára taszító szagúak. A növény különféle szerveinek jellegzetes ízüik is lehet, a legtöbb fogyasztó szervezetet a keserű íz taszít, az édes íz vonz. Vagyis gazdasági állatainknak érzékszerveikkel sokféle "minőségi bélyeget" kell felfogniuk és megkülönböztetniük.

IRODALMI TÁJÉKOZTATÓ

Napjainkban a kémiai módszerek tökélesedése következtében olyan anyagokra is bőséges információt kapunk, amelyeket közvetlenül, érzékszervekkel nem tudunk megkülönböztetni. A fitokémiai analitika olyannyira fejlett, hogy természetes eredetű vegyületek sokaságát tudjuk azonosítani, sőt mennyiségüket megmérni. Reprodukálható és megbízható mérési módszerek nélkül elképzelhetetlen az élelmiszernövény- vagy a

takarmánynövény-kutatás és minősítés! Nem véletlen, hogy legjobban a haszonnövények kémiai összetételét ismerjük, hiszen az ezekre jellemző anyagok, vegyületek sokasága alakítja ki a kedvező (nutritív) vagy kedvezőtlen (antinutritív) tulajdonságokat (Szabó, 1989).

Jelenleg a Földön 10-15 ezerre becsülhető a haszonnövények száma (Wiersema és León, 1999; Wickens, 2001). Népi tapasztalatok, etnobotanikai adatok (Szabó és mtsai, 1974; Szabó, 1978, 1987, 1991, 1995, 1999) tették lehetővé a modern fitokémiai és élettani értékeléseket. Ez a feltáró, analízáló munka ma is intenzíven folyik, miközben szomorúan azt tapasztaljuk, hogy a természetes edényes flóra egyre inkább szegényedik. A termesztett és vadon élő haszonnövényeknek csak elenyésző részét használjuk fel a mindennapi életben. A legtöbb élelmiszer- és takarmánynövény azért fontos az ember és a háziállatok számára, mert értékes, energiát szolgáltató szénhidrátokat (pl. cukrokat, keményítőt), fehérjeépítő aminosavakat, fontos lipideket, makro- és mikroelemeket, valamint vitaminokat tartalmaznak. Ezekből a növényekből gyakran ipari úton kivonják a legértékesebb anyagokat, például a kukoricából nemcsak keményítőt, inwertcukrot és alkoholt gyártanak, hanem elkülönített csírájából zsírosolajat extrahálnak, vagy a szójából tiszta, tripszinhinhibitormentes fehérjét izolálnak élelmiszer- és takarmányipari célból.

Takarmányozási szempontból különös jelentőségük van az ízesítő és illatos növényeknek. A bennük található illóolajok és ízanyagok különleges összetételűek, egyes komponensei annyira sajátosak, hogy valóban speciálisnak tekinthetők. Azaz taxonómiai értékűek, ha jelenlétük mindig igazolható, vagyis közvetlenül genotípustól függő. Sokféle kémiai szerkezetű vegyületnek van kemotaxonómiai értéke (Frohne és Jensen, 1992). Minden szerkezethez elvileg valamilyen hatás is tartozik. Ezért a kémiailag többé-kevésbé ismert szerkezetű vegyületeket hatóanyagoknak nevezzük, ha ismert hatásuk van és az élettani módszerekkel igazolható. Az erős hatású anyagokból (pl. idegrendszerre vagy keringési és érrendszerre ható vegyületekből) gyakran gyógyszereket állítanak elő, míg a viszonylag enyhébb hatású vegyületeket tartalmazó növényeket szárított formában, azaz drogként (gyógyászatban) vagy szénakomponensként (takarmányozásban) közvetlenül is fel tudunk használni.

A hatás nemcsak emberre vagy gazdasági állatra irányulhat, hanem kártevő állatokra (pl. rovarokra, rágcsálókra) vagy kórokozó mikroorganizmusokra (virusokra, baktériumokra, gombákra) is. Sok

növényi inszekticid, repellens, herbicid, fungicid, baktericid vagy rodenticid hatóanyagot ismerünk, ezek közül többet (pl. piretroidokat, juvenoidokat, ekdizonokat) a mezőgazdasági gyakorlatban is alkalmazzák (Godfrey, 1995).

A különleges növényi metabolitokat Harborne (1989) a következőképpen csoportosítja megbecsülve számukat is.

Speciális metabolitok:

Nitrogénvegyületek: alkaloidok (6500), aminok (100), nem fehérjeépítő aminosavak (400), cianogén glikozidok (30), a nitrogénen kívül még kénatomot is tartalmazó glikozinolatok, ill. izotiocianátok (75)

Terpenoidok: monoterpének (1000), szeszkviterpén-laktonok (1500), diterpenoidok (2000), szaponinok (600), limonoidok (100), kukurbitacinok (50), kardenolidok (150), karotinoidok (500)

Fenoloidok: egyszerű fenolok (200), flavonoidok (4000), kinonok (800)

Poliacetilének (650)

Látható az adatokból, hogy a legtöbb ismert vegyület az alkaloidok, diterpenoidok, szeszkviterpén-laktonok, monoterpének és flavonoidok köréből kerül ki. Ezek közül többnyire toxikusak (és bizonyos biológiai tesztekben erősen aktívak) az alkaloidok, a diterpenoidok és a szeszkviterpén-laktonok. Nem vagy alig toxikusak az illóolajok fő komponensei, a monoterpének, továbbá a sokszor színes és antioxidáns vagy szabadgyök-scavenger tulajdonságú flavonoidok.

A speciális anyagok sokfélesége, bioszintézisük összetettsége a fotoszintézissel függ össze. Minden bonyolultsága ellenére e folyamat lényege, hogy a fényenergia a kloroplasztisz tilakoidmembránjában lezajló fotoszintetikus elektrontranszport révén kémiai energiává alakul: a víz fotolíziséből származó elektron és proton sajátos szeparálódása következtében létrejön az ATP és a NADPH. Másrészt, a Calvin-ciklusban állandóan újraképződő ribulóz-1,5-biszfoszfát (primér, foszforilált pentóz) speciális adottsága révén képes „megragadni” a széndioxid molekulát (átmenetileg hexóz, valójában két trióz keletkezik), a későbbi reakciósorban (Calvin-ciklusban) a NADPH redukálja a „megkötött” széndioxidot, miközben számos cukormetabolit jön létre. Közülük kerülnek ki azok a primér kiindulási vegyületek, amelyekből minden „különleges” (speciális) vegyület származtatható (Szabó, 1996).

Mínél bonyolultabb egy speciális vegyület szerkezete (pl. a mérgező kolchiciné), annál több enzimreakció megy végbe a növényi sejten vagy differenciálódott szövetben. Jól ismert, hogy minden enzim szintézise adott gének expresszáldásának következménye. Mivel sokféle növényfaj van (a genotípusok változatossága felmérhetetlen!), ennek megfelelően még több a különleges vegyületek száma (Szabó, 2000a).

SPECIÁLIS NÖVÉNYI HATÓANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA

Kutatási eredményeimet is figyelembe véve (Szabó, 1996, 1997) a speciális növényi hatóanyagokat a következőképpen csoportosítom:

1. **Alkánok, alkének, poliének (poliacetilének)** – utóbbiak főleg a gyökérben található antimikrobiális vegyületek
2. **Terpenoidok** (mevalonát-úton képződő izoprenoidok)
 - **monoterpének** (2 izoprén = 10 szénatomosak) – illóolajok fő komponensei
 - **szeszkviterpén-alkoholok, -észterek, -laktonok** (3 izoprén = 15 szénatomosak) - rendszerint keserű ízű vegyületek, ide tartozik még a mag- és rügynyugalma, valamint a levél- és termésöregedést (szeneszcenciát) előidéző (hosszú ideig tartó stresszhatást kivédő) fitohormon, az abszcizinsav vagy más néven dormin
 - **diterpének** (4 izoprén = 20 szénatomosak) – ide tartoznak a növekedést és fejlődést (csírázást, virágzást) szabályozó fitohormonok, a gibberellinek
 - **triterpének** (6 izoprén = 30 szénatomosak) – szteroidok (pl. növényi ekdizonok), szaponinok, utóbbiaknak szerepük van a betegség-ellenállóképességben
 - **tetraterpének** (8 izoprén = 40 szénatomosak) – karotinoidok: karotinok, xantofilok
3. **Fenoloidok** (fenilalaninból, acetyl-koenzim-A-ból és cukrokból képződő aromás vegyületek)
 - **fenolsavak, fenilpropanoidok**
 - **flavonoidok:** flavanok, flavonok, katechinek, antocianinok stb.
 - **polifenolok, tanninok** (kondenzált és hidrolizálható típusok)
 - **kinonok, naftokinonok, antrakinonok** (ciklusos poliketidek)
4. **Azotoidok** (ezekben a szén-, a hidrogén- és oxigénatom mellett már jelen van a nitrogénatom is, vagyis aminosavakból keletkeznek)
 - **alkaloidok** - keserűek, többnyire erős hatásúak
 - **cianogén glikozidok** - keserűek
5. **Glikozinolatok (izotiocianát-glikozidok)** – az előbbi atomokon kívül a kénatom is megtalálható a vegyületekben – csípős ízűek, szúrós szagúak

A HATÓANYAGOK NÖVÉNYÉLETTANI SZEREPE

A növények ellenállóképessége a kórokozó mikroorganizmusokkal (vírusok, baktériumok, gombák) és kártevő állatokkal (főleg rovarokkal) szemben nagyrészt éppen speciális metabolitok jelenlétének köszönhető.

Emiatt ezeket az anyagokat kémiai rezisztencia- vagy toleranciafaktoroknak szoktuk nevezni (Goodman és mtsai, 1991).

Nem ritka az allelopátiás hatás sem, noha in vivo körülmények között a hatóanyagok jelentősen átalakulhatnak vagy lebomlásuk miatt hatásukat veszítik (Szabó és mtsai, 1997, 2000; Szabó, 2000b).

Sokkal általánosabb több molekulatípus antioxidáns és a szabadgyök (főleg szuperoxid, peroxil, hidroxil) hatástalanító tulajdonsága. Különféle szerkezetű vegyületek és hatócsoportok (atomcsoportok vagy akár ciklusban lévő heteroatomok) lehetnek ilyenek. Bonyolítja a hatásértelmezést, hogy a növényekben található szervesetlen elemek könnyen képezhetnek komplexeket a hatócsoportokkal, de az sem ritka, hogy makromolekulákká polimerizálódnak vagy egyes étereket és észtereket képeznek egymással bonyolult szerkezetű „konjugátumokat” alkotva.

A fotoszintetikus elektrontranszport reakcióterében, a kloroplasztisz tilakoidmembránjában teljesen általános az aszkorbát, a legfontosabb hidrofil antioxidáns, azaz a „C-vitamin” és a tokoferolok, a legfontosabb lipofil antioxidánsok, azaz az „E-vitaminok”, továbbá a citoprotektív tulajdonságú és fényenergiát továbbító karotinoidok előfordulása. Ugyancsak kiemelkedő a többnyire sárga színű flavonoidok szuperoxid- és hidroxil-szabadgyököket hatástalanító aktivitása (Szabó, 1996).

A flavonoidok változatossága (taxonspecifikus előfordulása) már jóval nagyobb mértékű, mégis növényélettani szerepük sok vonatkozásban hasonló. Néhány érdekes és fontosabb példa: 1. *Citoprotektív (sejtvédő)*: a káros UV-B sugárzás hatására a

flavonoidok bioszintézise nem csökken, hanem fokozódik. Különösen a bőrszövet legkülső sejtsorában (főleg az epidermiszsejtek vakuolumában) koncentrálódik, elnyeli a kloroplasztiszt károsító UV-sugárzást, hatástalanítja többek között a képződő szuperoxid- és egyéb szabadgyököket. 2. *Viráglevelek, terméshéjak, maghéjak színét határozzák meg*: a flavonoidok többsége sárga, azonban az ide tartozó antocianin-pigmentek a sejtndev kémhatásától függően kék, ibolya vagy piros színűek. Védelmi szerepükön kívül vonzzák a különböző hullámhosszúságú fényre érzékeny rovarokat, ezáltal „utat mutatva” nekik elősegítik a beporzást. 3. *Stressztényező*: különösen a sóképző és fémkelátokat alkotó antocianinok nagyobb mennyiségben növelik a sejtek vízmegtartó sajátosságát, ezzel csökkentik a vízpotenciált. Ezáltal a növény szárazságtűrő képessége nő. 4. *Rezisztencia- vagy toleranciafaktor*: közülük sok antivirális, antibakteriális, antimikotikus vagy allelopátiás hatású (pl. a héjkeletekben, rügypikkelyekben különösen sok flavonoid található. Nem véletlen, hogy a méhszurok fő anyagai hasonlóak a nyárfarügyéhez, hiszen a házimehek nálunk elsősorban a nyárfarügy ragadós pikkelyleveleiről gyűjtik a mikroorganizmusokat gátló propoliszt. (A „bebalzsamozott”, idegen rovar tetem így nem fertőzi be a kaptárt.) 5. *Szignáltényező*: sejtmembrán szinten szabályozzák a nitrogén-fixáló baktériumok (pl. Rhizobium) és a gyökérkapcsolt (mikorrhízis) gombák gazdanövényhez való kötődését.

IRODALOM

- Frohne, D.-Jensen, U. (1992): Systematik des Pflanzenreichs unter besonderer Berücksichtigung chemischer Merkmale und pflanzlicher Drogen. G. Fischer Verlag, Stuttgart – Jena – New York, pp. 344.
- Godfrey, C.R.A. (1995): Agrochemicals from Natural Products. M. Dekker, Inc., New York – Basel – Hong Kong, pp. 418.
- Goodman, R.N.-Király Z.-Wood, K.R. (1991): A beteg növény biokémiája és élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 829.
- Harborne, J.B. (1989): Introduction to Ecological Biochemistry. Academic Press, London, pp. 356.
- Szabó L. Gy. (1978): Újabb adatok termesztett növényeink népgyógyászati felhasználásához. *Herba Hungarica* 17. 8. 81-96.
- Szabó L.Gy. (1987): Az etnomedicina és a herbáriumok jelentősége a gyógynövénykutatásban. *Gyógyszerészet* 31. 381-383.
- Szabó L.Gy. (1989): Hatóanyagok szerepe a növényekben – újabb szempontok a gyógynövényismeretben. *Gyógyszerészet* 33. 171-176.
- Szabó L.Gy. (1991): Fontosabb gyógynövények a magyar népi állatorvoslásban. In: Halász P. (szerk.): A Duna menti népek hagyományos műveltsége. Tanulmányok Andrásfalvy B. tiszteletére. Magyar Néprajzi Társaság, Budapest, p. 233-240.
- Szabó L.Gy. (1995): Népi megfigyelések és a biopesticid-kutatás. *Orvostud. Értesítő (az Erdélyi Múzeum-Egyesület Orvostud. Szakosztályának Közleményei)* 67. 17-19.
- Szabó L.Gy. (1996): Növényélettan (növényélettani és fitokémiai alapok), JPTE TTK, Pécs, pp. 631.
- Szabó L.Gy. (1997): Allelopathy – Phytochemical Potential – Life Strategy. JPTE TTK, Pécs, pp. 129.
- Szabó L.Gy. (1999): Népi tapasztalatok növényi rovarriasztók használatáról. *Olaj, Szappan, Kozmetika* 48. 6. 260-262.
- Szabó L.Gy. (2000a): Allelopátia mesterséges és természetes körülmények között – az allelopátia értelmezése. *Gyógyszerészet* 44. 301-306.
- Szabó L.Gy. (2000b): Juglone-index, a possibility for expressing allelopathic potential of plant taxa with various life strategies. *Acta Botanica Hung.* 42. 304-313.
- Szabó L.Gy.-Botz L.-Walcz I. (1997): In vitro effect of *Aspergillus niger* and *Penicillium expansum* on stability of some allelopathic metabolites. *Allelopathy* J. 4. 1. 207-208.
- Szabó L.Gy.-Botz L.-Walcz I. (2000): Effect of microfungi on stability of allelochemicals. *Acta Botanica Hung.* 42. 315-330.
- Szabó L.-Horváth Zs.-Pintér I. (1974): A természetes flóra gántartalékai Magyarországon. *Agrobotanika* 15. 57-80.
- Wickens, G.E. (2001): Economic Botany – Principles and Practices. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht – Boston – London, pp. 535.
- Wiersma, J.H.-León, B. (1999): World Economic Plants – a Standard Reference. CRC Press, Boca Raton – London – New York – Washington, D. C., pp. 74.