

**A rizsszalma
növekedés- és csírázásgátló anyagainak
mennyiségi változása
az aerob és anaerob lebomlás során**

KÖVES ERZSÉBET és ÁCS ILONA

Tudományegyetem Növényélettani Intézete, Szeged

Gabonatarló talajokban található növényi maradványok növekedésgátló, illetve toxikus anyagait évtizedek óta számosan vizsgálták és nagyobb részüknek kémiai szerkezetét is felderítették [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12]. Ezek majdnem kivétel nélkül fenolkarbonsavaknak, vagy azok származékainak bizonyultak. A vizsgálatok kiterjedtek arra, hogy ezek az anyagok milyen növényekre, azoknak mely szerveire hatnak és részben arra is, hogy milyen tényezők befolyásolják hatásosságukat, illetve a talajban való felhalmozódásukat. Eme tényezők között említi SCHREINER a talaj szellőzőtségét, amelynek hiánya a hatás fokozódásával jár együtt [11]. E régi megfigyelés újabb vizsgálati módszerekkel való ellenőrzése és kiegészítése céljából megvizsgáltuk az aerob és anaerob viszonyok hatását a rizs tarlómaradványokból származó és a talajban felhalmozódó fenolos jellegű gátlóanyagok mennyiségére. E célból papírkromatográfiai eljárással időközönként elemeztük az aerob és anaerob viszonyok között rizstarló talajban bomló szalma gátlóanyag tartalmát.

Anyag és módszer

Célunk elérésére két kísérletsorozatot állítottunk be. Az egyik sorozatban 1959. évi aratású *Oryza sativa* L. „Dunghan Shali” szalmát aerob a másikban anaerob viszonyok között rizstarlóból származó savanyú réti agyag talajban bonttattuk el a talaj természetes mikroflórája által. Az aerob viszonyok között elbontandó szalmát 15 cm Ø Petri-csészébe, 72 % vízkapacitású talajrétegre helyeztük, amelyet a vízkapacitás 70 %-ának megfelelő mennyiségű vízzel öntöttünk meg. Az anaerob viszonyokat a vizsgálati anyagnak két talajréteg közé helyezése és vízzel való elárasztása révén valósítottuk meg. A vizsgálati anyagot a kísérlet ideje alatt 25 °C hőmérsékletű termosztátban tartottuk. A vizsgálatok során öt héten keresztül hetenként egy-egy mintából éteres extraktumot készítettünk, melynek savas frakcióját i-propanol-ammónia-víz 10 : 1 : 1 keverékében kromatografáltuk [8]. A kromatogramokat *Sinapis alba* L. magvakkal tesztelve megállapítottuk, hogy a gátló foltok hol helyezkednek el s a gátló hatás nagyságából a gátlóanyagok mennyiségére következtítettünk. A csírázásgátló hatás nagyságát az R_f -értékek függvényében hisztogramokon ábrázoltuk. A kromatogramok előhívására fenol reagensként $FeCl_3$ és p-nitroanilinnel való permetezést alkalmaztunk. A kísérleteket 3 parallelben kétszeri ismétléssel végeztük el.

Vizsgálati eredmények és azok értékelése

A gátlóanyagok mennyiségi változását aerob viszonyok között az 1. ábra baloldali hisztogram sorozata mutatja. Ha a kiindulási állapotot jelző, száraz szalmából készült kromatogramnak megfelelő hisztogramot megfigyeljük, azon három jelentős gátló zónát találunk. Az I. zóna R_f 0—0,45, a II. 0,60—0,85, a III. a II.-vel többé-kevésbé összeolvadva a front mögött 0,85—1,0 között foglal helyet. A hisztogram I. zónájában a gátlás maximuma viszonylag kicsi (35%), a II.-ban a legnagyobb és legmélyebb (100% gátlás), a III. zóna mélysége szintén jelentős (50% gátlás). Korábbi vizsgálataink szerint (6,7) az I. gátló zónában a kisebb hatású p-oxi-benzoészav, p-oxi-fahéjsav és a ferulasav helyezkednek el, a II.-ban legalább is részben a nagy hatásúnak ismert szalicilsav, a III.-ban feltehetően illó olajok és kísérő anyagai foglalnak helyet. A gátló zónák szélén található kisebb serkentés annak tulajdonítható, hogy a szóban forgó anyagok kis mennyiségben serkentő hatásúak s a foltok szélén az anyagok valószínűleg ilyen kis mennyiségben jelentkeznek.

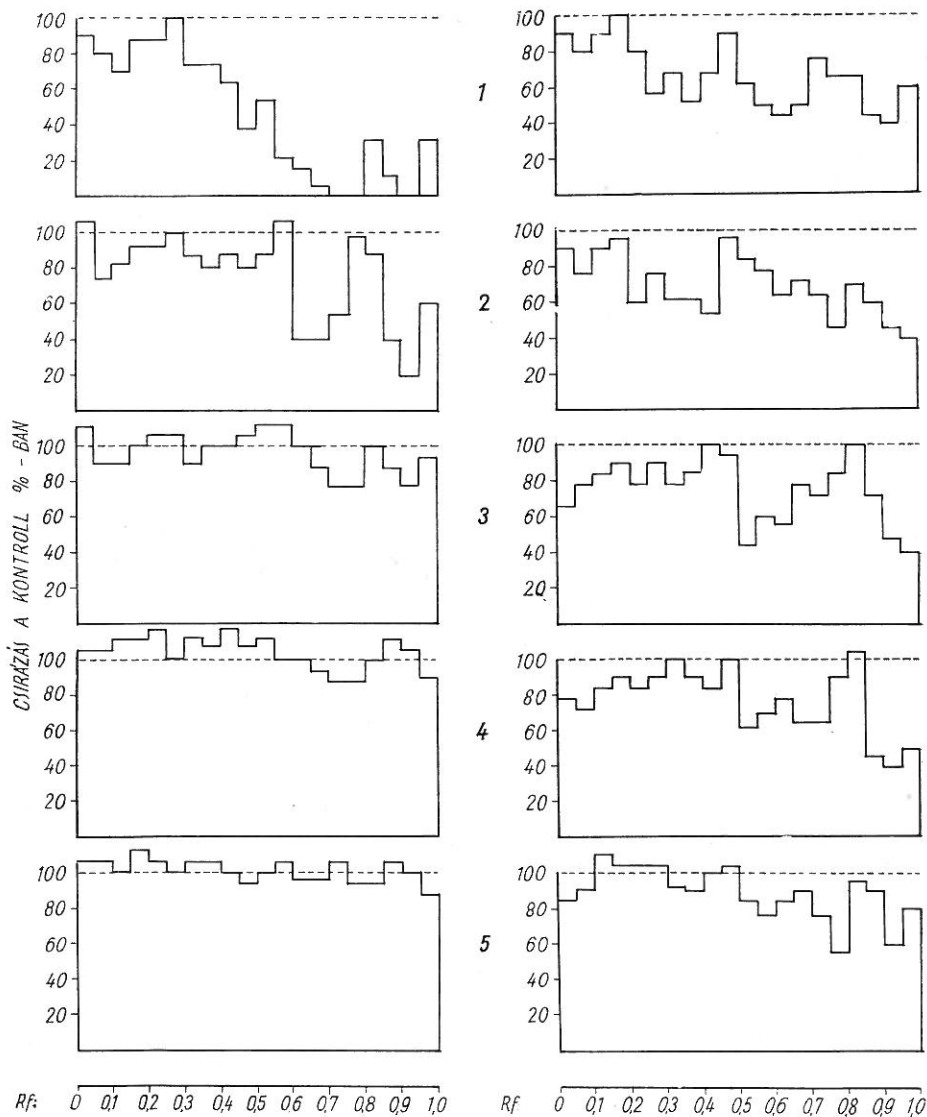
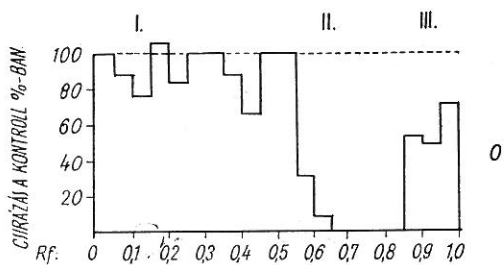
A kísérlet első hetében valamennyi gátló zóna szélesedik és mélyül, különösen a II. és III. A második, illetve harmadik héten azonban már megkezdődik a gátlóanyagok mennyiségének fokozatos csökkenése, ami különösen a kromatogramok I. és II. zónájában figyelhető meg. A negyedik héten a gátlás a II. zónában alig haladja meg a 10%-ot a kezdeti 100%-os gátlással szemben. Az 5. héten a gátlás mértéke már jelentéktelen, sőt az I. zónában már a negyedik héttől kezdve kifejezett serkentés mutatkozik. Az a jelenség, hogy a gátlóanyagok mennyisége kezdetben szaporodik, feltételezhetően annak tulajdonítható, hogy a szóban forgó anyagok részben kötött formában (glukozidos kötés) vannak jelen, s a mikroorganizmusok enzimikus úton lehetővé teszik a glukozidos kötés elbontását és a gátlóanyagok felszabadítását.

Anaerob viszonyok között — mint az 1. ábra jobboldali hisztogram-sorozata mutatja — a lebomlás menete eltér az aerob viszonyok között végbemenőktől. Itt a gátlóanyagok mennyisége az első héten csak a kromatogram I. zónájában nő, a II. és II.-ban inkább csökken. A csökkenés mértéke azonban a továbbiak során kisebb, üteme lassúbb, mint aerob viszonyok között. Ott a negyedik héten a hisztogram I. gátló zónájában már jelentős a serkentés s a II. és III. zónában 10—12%-os gátlás mutatkozik, itt a hibahatárt meghaladó serkentés jóformán nincs, a gátlás pedig a II. és III. zónában 58—68%-os maximumot ér el.

Ha az eredményeket az ötödik hét végén összehasonlítjuk, azt állapíthatjuk meg, hogy aerob viszonyok között csaknem teljesen elbomlottak a gátlóanyagok, míg anaerob viszonyok között még ebben az időpontban is jelentős mennyiségű gátlóanyag halmozódik fel. Ha a lebomlás ütemét hasonlítjuk össze, megállapíthatjuk, hogy itt is jelentős különbségek vannak, amennyiben aerob viszonyok között kezdeti szaporodás után a gátlóanyagok gyors ütemben

1. ábra

A talajban bomló rizsszalma éteres extraktumának hatása *Sinapis alba* L. magvak csírázására. Baloldali hisztogramokon: aerob, jobboldali hisztogramokon: anaerob bomlásából származó anyag kromatogramjain kapott csírázási erély az R_f -érték függvényében. ($s = \pm 3,41$; $s^0/0 = 3,5$). 0 = kiindulási állapot, 1, 2, 3, 4, 5 = a kísérlet kezdetétől eltelt hetek száma.



elbomlanak, míg utóbbi esetben kezdeti felhalmozódás nincs, azonban a lebomlás üteme lassúbb az előbbinél. Anaerob viszonyok között lebomlott szalma extraktumából készült kromatogramokon a gátlás végighúzódik, a gátló foltok egybeolvadnak, ami azt jelenti, hogy a lebomlás során újabb és újabb gátlóanyagok szabadulnak fel vagy keletkeznek. Aerob lebomlásnál a kromatogram foltjai jobban elkülönülnek, újabbak nem keletkeznek.

Valamennyi kromatogramot fenol reagenssel permeteztünk, hogy a fenol jellegű gátlóanyagok jelenlétéről meggyőződjunk. A kémiai előhívással kapott eredmény megerősíti a biológiai tesztek eredményeit, ugyanis aerob körülmények között bomlott szalma kivonatából készült kromatogramokon az első 3 hét fokozatos csökkenése után a 4. héten fenolreakciót már nem kaptunk, míg az anaerob viszonyok között bomlott szalma kivonatából készült kromatogramok II. zónájában még az 5. héten is elég erőteljes fenolreakciót figyelhettünk meg.

A kísérleti eredmények megegyeznek azokkal a megfigyelésekkel, amelyek a dolgozat kiindulópontjaként szerepeltek [10]. A kísérletek alapján megerősíthetjük, hogy az anaerob viszonyok valóban kedveznek a gátló hatású anyagok felszaporodásának, amelyek ilyen esetekben károsan befolyásolhatják a talajba kerülő gazdasági növények csírázását vagy növekedését is. Nyilvánvaló, azonban, hogy természetes körülmények között a vizsgáltakon kívül más tényezők is befolyásolják a lebomlás menetét és ütemét, ezekre természetesen tekintettel kell lennünk a további következtetések levonásánál. A gátlóanyagokban végbemenő kémiai átalakulások tanulmányozása további vizsgálatokat igénylő feladat.

Összefoglalás

1. Rizsszalma tarlómaradványainak savas karakterű, fenolos gátlóanyag-tartalmát, illetve a gátlóanyag tartalomban bekövetkező változásokat vizsgáltuk aerob és anaerob bomlási körülmények között.

2. Az aerob lebomlás során a gátlóanyagok mennyisége kezdetben kissé megnő, később viszonylag gyorsan csökken. A vizsgálat kezdetétől számított ötödik héten a gátlóanyagok mennyisége jelentéktelen, csírázásgátlás helyett a kromatogram több helyén serkentés tapasztalható. Ez a gátlóanyagok ama tulajdonságával hozható összefüggésbe, hogy azok alacsony koncentrációi serkentő hatásúak, Anaerob viszonyok között a lebomlás lassúbb, még az ötödik hét végén is számottevő gátló hatás figyelhető meg. Anaerob lebomlás során újabb, a kiindulási anyagban jelen nem levő gátlóanyagok keletkezése valószínű.

3. A kísérletek alapján elmondható, hogy a talaj rossz szellőzőtsége kedvez a tarlómaradványokban levő gátlóanyagok felhalmozódásának, esetleg újabb gátló hatású anyagok keletkezésének.

Érkezett: 1962. május 6.

Irodalom

- [1] BÖRNER, H.: Untersuchungen über phenolischen Verbindungen aus Getreidestroh und Getreiderückständen. Naturwiss. **42**. 583. 1955.
- [2] BÖRNER, H.: Der papierchromatographische Nachweis von Ferulasäure in wässrigen Extrakten von Getreidestroh und Getreiderückständen. Naturwiss. **43**. 129. 1956.
- [3] BÖRNER, H.: Die Abgabe organischer Verbindungen aus den Karyopsen, Wurzeln und Ernterückständen von Roggen (*Secale cereale* L.), Weizen (*Triticum aestivum* L.) und Gerste (*Hordeum vulgare* L.) und ihre Bedeutung bei der gegenseitigen Beeinflussung der höheren Pflanzen. Dissertation. Wuppertal-Eberfeld. 1956.

- [4] KNÖSEL, D.: Über die Wirkung aus Pflanzenresten freiwerdender, phenolischer Substanzen auf Mikroorganismen des Bodens. I. Der Einfluss von p-Oxi-benzoessäure auf die Entwicklung von Pilzen, Actinomyceten und Bakterien. Z. PflErnähr. Düng. **80**. 225—237. 1958.
- [5] KNÖSEL, D.: Über die Wirkung aus Pflanzenresten freiwerdender, phenolischer Substanzen auf Mikroorganismen des Bodens. II. Versuche mit p-Cumarsäure, Ferulasäure und Vanillinsäure. Z. PflErnähr. Düng. **85**. 58—66. 1959.
- [6] KÖVES, E.: Papierchromatographische Untersuchungen der ätherlöslichen keimungs- und wachstumshemmenden Stoffe der Haferspelze. Acta Biol. Szeged. **3**. 179—187. 1957.
- [7] KÖVES, E. & VARGA, M.: Growth-inhibiting substances in rice straw. Acta Biol. Szeged. **4**. 13—16. 1958.
- [8] LARSEN, P.: In PEACH, K., TRACEY, M. V.: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse. III. 365—625. Springer. Berlin. 1955.
- [9] SCHMIDT, O. TH.: In PEACH, K. & TRACEY, M. V.: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse. III. 517—548. Springer. Berlin. 1955.
- [10] SCHREINER, O. & REED, H. S.: The toxic action of certain organic plant constituents. Bot. Gaz. **45**. 73—102. 1908.
- [11] SCHREINER, O. & SKINNER, J. J.: The toxic action of organic compounds as modified by fertilizer salts. Bot. Gaz. **54**. 31—48. 1912.
- [12] WINTER, A. G. & SCHÖNBECK, F.: Untersuchungen über den Einfluss von Stickstoff auf den Abbau von Hemmstoffen aus Getreidestroh und -stoppeln. Z. PflErnähr. Düng. **79**. 132—142.

Изменение содержания веществ, тормозящих рост и всхожесть растений, в зависимости от аэробного анаэробного процесса разложения соломы риса

Э. КЕВЕШ и И. АЧЬ

Институт физиологии Растений Университета г. Сегед (Венгрия)

Резюме

1. Как показали предыдущие исследования, пожнивные остатки риса содержат много ингибиторов фенолкарбонкислотного характера. Попадая в почву, эти вещества могут оказывать вредное влияние на всхожесть семян и на рост проростков. Анаэробные условия способствуют накоплению ингибиторов.

2. В ходе исследований авторы поставили задачу выяснить влияние аэробных и анаэробных условий разложения стерни риса на образование ингибиторов. Методом хроматографического распределения на бумаге исследовали содержание ингибиторов в соломе при разложении ее в различных условиях аэрации. Применялись так же различные биологические тесты.

3. При аэробном разложении в начале количество ингибиторов немного увеличилось, затем относительно быстро снижалось. На шестой недели от начала исследований наблюдалось незначительное количество ингибиторов, которые вызывали вместо торможения некоторую стимуляцию к проростанию. Это объясняется стимулирующим действием ингибиторов при их незначительной концентрации. В анаэробных условиях разложение протекает медленнее, даже в конце пятой недели отмечается тормозящее влияние. Предполагается, что при анаэробных условиях разложения образуются такие ингибиторы, которых нет в исходном материале.

4. На основе полученных результатов можно сделать вывод, что неблагоприятные условия аэрации в почве способствуют накоплению ингибиторов, имеющихся в пожнивных остатках риса и возможно так же образование новых ингибиторов.

Рис. 1. Влияние эфирной вытяжки из соломы риса при разложении её в почве на всхожесть семян *Sinapis alba* L. Энергия проростания, в зависимости от величины Rf на хроматограммах веществ после разложения: слева — при аэробном, справа — при анаэробном разложении.

0 = исходное состояние, 1, 2, 3, 4, 5 = число недель от начала опыта. На абсциссе — величина Rf, на ординате — всхожесть в % от контроля ($s = \pm 3,41$, $s\% = 3,5$).

Über quantitative Veränderungen der Wuchs- und Keimhemmungsstoffe des Reisstrohes bei aerober und anaerober Zersetzung

E. KÖVES und I. ÁCS

Universitäts-Forschungsinstitut für Pflanzenphysiologie zu Szeged (Ungarn)

Zusammenfassung

1. Laut vorangehenden Untersuchungen enthalten die Stoppelrückstände des Reises verschiedene, phenolkarbonsäureartige Hemmstoffe, die — in den Boden gelangend — auf die Keimung der Samen und auf das Wachstum der Keimpflanzen schädlichen Einfluss ausüben können. Es liegen frühere Beobachtungen darüber vor, dass anaerobe Verhältnisse die Anhäufung solcher Hemmstoffe fördern.

2. Unsere Untersuchungen sollten die Frage klären, welchen Einfluss die aeroben, bzw. anaeroben Verhältnisse auf die Menge der Hemmstoffe ausüben, falls die Zersetzung des Strohes im Stoppel verläuft. Zu diesem Zweck wurde der Hemmstoffgehalt unter aeroben, bzw. anaeroben Verhältnissen des zersetzenden Strohes mit biologischen Testen und damit verbundenen papierchromatographischem Verfahren geprüft.

3. Im Laufe der aeroben Zersetzung zeigt die Menge der Hemmstoffe anfangs einen leichten Anstieg, nimmt aber im späteren relativ rasch ab. In der fünften Woche der Prüfzeit war die Menge der Hemmstoffe schon unerheblich und anstatt einer Keimhemmung war an mehreren Stellen des Chromatogramms eine Stimulation zu beobachten. Diese Beobachtung dürfte auf den Umstand zurückgeführt werden, dass die Hemmstoffe in schwacher Konzentration stimulierende Wirkung haben. Unter anaeroben Verhältnissen geht die Zersetzung langsamer vor sich und hier war auch noch zu Ende der fünften Woche erhebliche Hemmwirkung zu verzeichnen. Bei anaerober Zersetzung entstehen wahrscheinlich neuere, im Ausgangsmaterial noch nicht vorhandene Hemmstoffe.

4. Die Versuchsergebnisse deuten dahin, dass sich die in den Stoppelrückständen vorhandenen Hemmstoffe bei schlechter Bodenlüftung anhäufen, eventuell auch die Bildung neuer Hemmstoffe gefördert wird.

Abb. 1. Einfluss des Ätherextraktes von im Boden zersetzten Reisstroh auf die Keimung von *Sinapis alba* L.-Samen. Linkes Histogramm: aus aerober — rechtes Histogramm: aus anaerober Zersetzung stammendes Material; die auf den Chromatogrammen erwiesene Keimenergie ist in Funktion der R_f -Werte ausgedrückt. 0 = Ausgangszustand, 1, 2, 3, 4, 5 = Zahl der von Versuchsbeginn verstrichenen Wochen. Abszisse: R_f -Werte; Ordinate: Keimung im % der Kontrolle ($s = \pm 3,41$; $s\% = 3,5$).