

**VESZPRÉMI EGYETEM  
GEORGIKON MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR  
KESZTHELY**

**NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS KERTÉSZETI TUDOMÁNYOK  
DOKTORI ISKOLA**

Iskolavezető:  
Dr. Gáborjányi Richard  
egyetemi tanár, az MTA doktora

**A *CENTAUREA SOLSTITIALIS* L. ÉS A *SALSOLA TRAGUS* L.  
ELLENI BIOLÓGIAI VÉDEKEZÉSRE ALKALMAS GOMBAFAJOK  
KUTATÁSA MAGYARORSZÁGON**

**DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS**

**SULYOKNÉ SCHWARCZINGER ILDIKÓ**

Témavezető:  
Dr. VAJNA LÁSZLÓ  
tudományos tanácsadó, az MTA doktora és  
Dr. Gáborjányi Richard  
egyetemi tanár, az MTA doktora

Keszthely  
2006

**A *CENTAUREA SOLSTITALIS* L. ÉS A *SALSOLA TRAGUS*  
ELLENI BIOLÓGIAI VÉDEKEZÉSRE ALKALMAS GOMBAFAJOK  
KUTATÁSA MAGYARORSZÁGON**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében  
a Veszprémi Egyetem Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskolájához tartozóan

Írta:  
Sulyokné Schwarczinger Ildikó

Témavezető: Dr. Vajna László és Dr. Gáborjányi Richard

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

.....

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton ..... % -ot ért el,  
Keszthely, 2005. december.1.

.....

a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: ..... igen /nem

.....

(aláírás)

Bíráló neve: ..... igen /nem

.....

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján .....% - ot ért el

Keszthely,

.....

a Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....

az EDT elnöke

# TARTALOMJEGYZÉK

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. KIVONATOK</b>  | <b>6</b>  |
| <b>1.1. Kivonat: - A <i>Centaurea solstitialis</i> L. és a <i>Salsola tragus</i> elleni biológiai védekezésre alkalmas gombafajok kutatása Magyarországon</b>  | <b>6</b>  |
| <b>1.2. Auszug: - Untersuchung von Pilzen, die für biologischen Pflanzenschutz gegen <i>Centaurea solstitialis</i> und <i>Salsola tragus</i> geeignet sind</b> | <b>6</b>  |
| <b>1.3. Abstract: - Research of plant pathogenic fungi on <i>Centaurea solstitialis</i> L. and <i>Salsola tragus</i> L. for biological weed control</b>        | <b>7</b>  |
| <b>2. BEVEZETÉS ÉS A TÉMA INDOKLÁSA</b>  | <b>8</b>  |
| <b>3. CÉLKITŰZÉSEK</b>   | <b>9</b>  |
| <b>4. IRODALMI ÁTTEKINTÉS</b>  | <b>10</b> |
| <b>4.1. A gyomnövények elleni biológiai védekezés</b>  | <b>10</b> |
| 4.1.1. Hol perspektivikus a gyomnövények elleni biológiai védekezés?   | 11        |
| 4.1.2. A gyomnövények elleni védekezés módszerei   | 11        |
| 4.1.2.1. Klasszikus módszer  | 11        |
| 4.1.2.2. Bioherbicid módszer   | 12        |
| 4.1.3. Gyomnövények elleni biológiai védekezés kidolgozása   | 12        |
| 4.1.4. Gyomnövények elleni biológiai védekezés kórokozó gombákkal  | 15        |
| 4.1.4.1. Klasszikus módszer  | 15        |
| 4.1.4.2. Mikroherbicid módszer   | 16        |
| 4.1.5. Biológiai gyomszabályozás helyzete  | 18        |
| 4.1.5.1. Biológiai gyomszabályozás kórokozó gombákkal Európában  | 18        |
| 4.1.5.2. Biológiai gyomszabályozás kórokozó gombákkal Magyarországon   | 19        |
| 4.1.6. Megvitatás  | 20        |
| 4.1.6.1. A bioherbicidek piacra kerülésének gátjai   | 21        |
| 4.1.6.2. A biológiai gyomszabályozás előnyei és hátrányai  | 22        |
| 4.1.6.3. A biológiai gyomszabályozás kockázata   | 23        |
| <b>4.2. <i>Centaurea solstitialis</i> L. (sáfrányos imola)</b>   | <b>25</b> |
| 4.2.1. A <i>Centaurea solstitialis</i> (sáfrányos imola) jellemzése  | 25        |
| 4.2.2. A <i>Centaurea solstitialis</i> jelentősége   | 26        |
| 4.2.3. A <i>Centaurea solstitialis</i> elleni védekezés módszerei  | 27        |
| <b>4.3. <i>Salsola tragus</i> L. (homoki ballangó)</b>   | <b>29</b> |
| 4.3.1. A <i>Salsola tragus</i> L. (homoki ballangó) jellemzése   | 29        |
| 4.3.2. A <i>Salsola tragus</i> jelentősége   | 30        |
| 4.3.3. A <i>Salsola tragus</i> elleni védekezés módszerei  | 30        |
| <b>5. ANYAG ÉS MÓDSZER</b>   | <b>32</b> |
| <b>5.1. Gombafajok azonosítása</b>   | <b>32</b> |
| <b>5.2. Patogenitás vizsgálatok</b>  | <b>35</b> |
| 5.2.1. <i>Centaurea sadleriana</i> végzett patogenitás vizsgálat   | 36        |
| 5.2.1.1. <i>Centaurea sadleriana</i> mesterséges inokulációja <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> szel   | 36        |
| 5.2.2. <i>Salsola tragus</i> on (STM) végzett patogenitás vizsgálatok  | 37        |
| 5.2.2.1. <i>Salsola tragus</i> (STM) mesterséges inokulációja <i>Microsphaeropsis olivaceaval</i>  | 37        |
| 5.2.2.2. <i>Salsola tragus</i> (STM) mesterséges inokulációja <i>Phoma salsaval</i>  | 37        |
| 5.2.2.3. <i>Salsola tragus</i> (STM) mesterséges inokulációja <i>Verticillium tenerummal</i>   | 37        |
| 5.2.2.4. <i>Salsola tragus</i> (STM) mesterséges inokulációja <i>Diplodina salsolaeval</i>   | 37        |
| 5.2.2.5. <i>Salsola tragus</i> (STM) mesterséges inokulációja <i>Alternaria alternataval</i>   | 38        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>5.3. A biológiai védekezés szempontjából ígéretes gombafajok vizsgálata</b>  | <b>38</b> |
| 5.3.1. A <i>Sclerostagonospora salsolae</i> és a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> telepnövekedési -<br>hőoptimumának vizsgálata    | 38        |
| 5.3.1.1. A <i>Sclerostagonospora salsolae</i> telepnövekedési-hőoptimumának vizsgálata  | 39        |
| 5.3.1.2. A <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> telepnövekedési-hőoptimumának vizsgálata   | 39        |
| 5.3.2. <i>Sclerostagonospora salsolaeval</i> végzett mesterséges inokulációs kísérletek   | 39        |
| 5.3.2.1. Különböző fenofázisú <i>Salsola tragus</i> (STM) növények mesterséges inokulációja<br><i>Sclerostagonospora salsolaeval</i>    | 40        |
| 5.3.2.2. <i>Salsola tragus</i> (STA) fogékonyságának vizsgálata <i>Sclerostagonospora salsolaeval</i> szemben                           | 40        |
| 5.3.3. <i>Colletotrichum gloeosporioidesszel</i> végzett mesterséges inokulációs kísérletek   | 41        |
| 5.3.3.1. <i>Salsola tragus</i> (STA) különböző biotípusainak mesterséges inokulációja <i>Colletotrichum<br/>gloeosporioidesszel</i>     | 41        |
| 5.3.3.2. Különböző fenofázisú <i>Salsola tragus</i> (STM) fogékonysága <i>Colletotrichum gloeosporioidesszel</i><br>szemben             | 42        |
| 5.3.3.3. Különböző fenofázisú <i>Salsola tragus</i> (STA) növények fogékonysága a <i>Colletotrichum<br/>gloeosporioidesszel</i> szemben | 43        |
| 5.3.3.4. Kultúrnövények mesterséges inokulációja <i>Colletotrichum gloeosporioidesszel</i>  | 44        |
| <br>  |           |
| <b>6. EREDMÉNYEK</b>  | <b>45</b> |
| <br>  |           |
| <b>6.1. A biológiai védekezés célnövényein azonosított gombafajok</b>   | <b>45</b> |
| 6.1.1. A <i>Centaurea</i> fajokon azonosított gombafajok  | 45        |
| 6.1.2. <i>Salsola tragus</i> on (STM) azonosított gombafajok  | 51        |
| 6.1.2.1. A <i>Sclerostagonospora salsolae</i> (Moesz) Schwarczinger, Vajna & Bruckart jellemzése  | 51        |
| 6.1.2.2. <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. & Sacc. jellemzése   | 53        |
| 6.1.2.3. A <i>Leptosphaeria salsolae</i> Hollós jellemzése  | 56        |
| 6.1.2.4. A <i>Phoma salsa</i> Sacc. jellemzése  | 56        |
| 6.1.2.5. Az <i>Uromyces salsolae</i> Reichardt jellemzése   | 56        |
| <br>  |           |
| <b>6.2. A patogenitás vizsgálatok eredményei</b>  | <b>58</b> |
| 6.2.1. <i>Centaurea sadleriana</i> on végzett patogenitás vizsgálat   | 58        |
| 6.2.1.1. <i>Centaurea sadleriana</i> mesterséges inokulációja <i>Colletotrichum gloeosporioidesszel</i>                                 | 58        |
| 6.2.2. <i>Salsola tragus</i> on (STM) végzett patogenitás vizsgálatok   | 60        |
| 6.2.2.1. <i>Salsola tragus</i> (STM) mesterséges inokulációja <i>Microsphaeropsis olivaceaval</i>                                       | 60        |
| 6.2.2.2. <i>Salsola tragus</i> (STM) mesterséges inokulációja <i>Phoma salsa</i> val  | 60        |
| 6.2.2.3. <i>Salsola tragus</i> (STM) mesterséges inokulációja <i>Verticillium tenerum</i> mal   | 60        |
| 6.2.2.4. <i>Salsola tragus</i> (STM) mesterséges inokulációja <i>Diplodina salsolaeval</i>  | 60        |
| 6.2.2.5. <i>Salsola tragus</i> (STM) mesterséges inokulációja <i>Alternaria alternataval</i>  | 61        |
| <br>  |           |
| <b>6.3. Biológiai védekezés szempontjából ígéretes gombafajok vizsgálata</b>  | <b>61</b> |
| 6.3.1. A <i>Sclerostagonospora salsolae</i> és a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> telepnövekedési-hőoptimumának<br>vizsgálata      | 61        |
| 6.3.1.1. A <i>Sclerostagonospora salsolae</i> telepnövekedési-hőoptimumának vizsgálata  | 61        |
| 6.3.1.2. A <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> telepnövekedési-hőoptimumának vizsgálata   | 61        |
| 6.3.2. <i>Sclerostagonospora salsolaeval</i> végzett mesterséges inokulációs kísérletek   | 63        |
| 6.3.2.1. Különböző fenofázisú <i>Salsola tragus</i> (STM) növények mesterséges inokulációja<br><i>Sclerostagonospora salsolaeval</i>    | 63        |
| 6.3.2.2. <i>Salsola tragus</i> (STA) fogékonyságának vizsgálata <i>Sclerostagonospora salsolaeval</i> szemben                           | 64        |
| 6.3.3. <i>Colletotrichum gloeosporioidesszel</i> végzett mesterséges inokulációs kísérletek   | 64        |
| 6.3.3.1. <i>Salsola tragus</i> (STA) különböző biotípusainak mesterséges inokulációja <i>Colletotrichum<br/>gloeosporioidesszel</i>     | 64        |
| 6.3.3.2. Különböző fenofázisú <i>Salsola tragus</i> (STM) fogékonysága <i>Colletotrichum gloeosporioidesszel</i><br>szemben             | 67        |
| 6.3.3.3. Különböző fenofázisú <i>Salsola tragus</i> (STA) növények fogékonysága <i>Colletotrichum<br/>gloeosporioidesszel</i> szemben   | 67        |
| 6.3.3.4. Kultúrnövények mesterséges inokulációja <i>Colletotrichum gloeosporioidesszel</i>  | 70        |
| <br>  |           |
| <b>7. KÖVETKEZTETÉSEK</b>   | <b>71</b> |
| <br>  |           |
| <b>8. ÖSSZEFOGLALÁS</b>   | <b>75</b> |

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>8.1. Tudományos előzmények</b>    | <b>75</b> |
| <b>8. 2. Célkitűzések</b>            | <b>76</b> |
| <b>8.3. Új tudományos eredmények</b> | <b>76</b> |
| <b>9. SUMMARY</b>                    | <b>78</b> |
| <b>9.1. Introduction</b>             | <b>78</b> |
| <b>9.2. Objectives</b>               | <b>78</b> |
| <b>9.3. New scientific results</b>   | <b>79</b> |
| <b>10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS</b>       | <b>81</b> |
| <b>11. IRODALOMJEGYZÉK</b>           | <b>82</b> |

## 1. KIVONATOK

### 1.1. Kivonat: - A *Centaurea solstitialis* L. és a *Salsola tragus* elleni biológiai védekezésre alkalmas gombafajok kutatása Magyarországon

Egy amerikai-magyar tudományos együttműködés keretén belül kórokozó gomba felmérést végeztünk a *Centaurea solstitialis* L. (sáfrányos imola), és a *Salsola tragus* L. (homoki ballangó) hazai populációiban. A kutatás célja, az Amerikai Egyesült Államok két invazív gyomnövénye: a *Salsola tragus*, és a *Centaurea solstitialis* elleni biológiai védekezés lehetőségeinek tisztázása hazai, növényi kórokozó gombák felhasználásával. Feladatunk a *Centaurea pannonica* Heuff. (alföldi imola), *Centaurea micranthos* Gmel. (kiszéskü imola), *Centaurea sadleriana* Janka (budai imola), *C. solstitialis* és a *Salsola tragus* kórokozó gombáinak felmérése, azonosítása, és a szükséges patogenitás vizsgálatok elvégzése. Vizsgálataink során klasszikus mikológiai módszereket alkalmaztunk.

Összesen 31 gombafajt azonosítottunk: a *Centaurea* fajokon 13 fajt, a *Salsola tragus*on 18 fajt. Az azonosított 31 fajból 21 gombafaj magyarországi előfordulásáról elsőként számoltunk be. Kimutattunk egy új, a *Salsola tragus*on eddig nem ismert gombafajt: a *Colletotrichum gloeosporioides*t, amelyről igazoltuk, hogy gazdanövényének agresszív kórokozója. A *Colletotrichum gloeosporioides*szel folytatott vizsgálataink eredményei alapján megállapítható, hogy e gombafaj alkalmas lehet az Észak-Amerikába behurcolt *Salsola tragus* „A”-biotípusa elleni biológiai védekezésre. Az amerikai partnernek átadott *C. gloeosporioides* törzssel további vizsgálatok folynak az USA-ban.

### 1.2. Auszug: - Untersuchung von Pilzen, die für biologischen Pflanzenschutz gegen *Centaurea solstitialis* und *Salsola tragus* geeignet sind

Wir haben - im Rahmen einer amerikanisch-ungarischen wissenschaftlichen Kooperation - Untersuchungen die pathogenen Pilzen in den heimischen Populationen von *Centaurea solstitialis* und *Salsola tragus* gemacht. Das Ziel der Forschung ist klarzustellen, ob und wie der biologische Pflanzenschutz gegen zwei invasive Unkräuter der USA, *C. solstitialis* und *S. tragus* mit Anwendung von heimischen pathogenen Pilzen möglich sind. Zu unseren Aufgaben zählten, die Abmessung und Identifizierung der vorkommenden Pilze von *Centaurea pannonica* Heuff., *Centaurea micranthos* Gmel., *Centaurea sadleriana* Janka, *C. solstitialis* és a *Salsola tragus* und die Durchführung der nötigen Pathogenitätstests. Während der Untersuchung haben wir klassische, mikologische Methoden angewendet.

Wir haben insgesamt 31 Pilzarten identifiziert: 13 Arten von *Centaurea ssp.* und 18 Arten von *Salsola tragus*. 21 von den 31 Pilzarten sind neue Angaben in Ungarn. Wir haben eine neue, an dem *Salsola tragus* bisher unbekannte Pilzart; das *Colletotrichum gloeosporioides* gefunden und wir haben es bewiesen, dass es ein aggressives Pathogen des *Salsola tragus* ist. An Hand unserer Forschungsdaten können wir behaupten, dass dieser Pilzart für den biologischen Pflanzenschutz gegen den Biotyp-A von dem nach Nord-Amerika eingeschleppten *Salsola tragus* geeignet sein kann. Der dem amerikanischen Partner übergebene Stamm wird in den USA weiter untersucht.

### **1.3. Abstract: - Research of plant pathogenic fungi on *Centaurea solstitialis* L. and *Salsola tragus* L. for biological weed control**

Mycobiota was studied and identified on *Centaurea spp.* (Yellow starthistle) and *Salsola tragus* L. (Russian thistle) within the framework of an American-Hungarian cooperative research project in Hungary. The objective of this research was to find plant pathogenic fungi for biological control of two invasive weed species in the United States (USA); *Centaurea solstitialis* L. and *Salsola tragus*. The object of our investigations was collection, identification and testing of pathogenicity of fungal species occurring on *Centaurea pannonica* Heuff., *C. micranthos* Gmel., *C. sadleriana* Janka, *C. solstitialis*, and *Salsola tragus*.

Altogether 31 species of fungi, (13 species on the *Centaurea* species, and 18 species on the *Salsola tragus*) were identified during surveys for plant pathogenic fungi. 21 species are new records for Hungary. *Colletotrichum gloeosporioides* was discovered and described as a new, aggressive pathogen of *Salsola tragus*. Studies of *C. gloeosporioides* suggest that this fungus might be a suitable candidate for biological control of introduced *Salsola tragus* Type-A in North America. Additional studies of this species are being conducted in the USA.

## 2. BEVEZETÉS ÉS A TÉMA INDOKLÁSA

Az eurázsiai származású *Centaurea solstitialis* L. (sáfrányos imola), és a Közép-Ázsiában őshonos *Salsola tragus* L. (homoki ballangó) feltehetően a XIX. században hurcolták be Észak–Amerikába, ahol napjainkra több millió hektárnyi területet gyomosítanak és ezzel súlyos gazdasági károkat okoznak.

Bár e gyomfajok rendszertanilag távol állnak egymástól, mégis sok közös vonás található közöttük: a *Salsola* fajok csakúgy, mint a *C. solstitialis* keserű, szúrós, mérgező gyomnövények, így az általuk fertőzött területek még legeltetésre is alkalmatlanná váltak. Gyors terjedésükben élettani tulajdonságaik mellett (pl. „ördögsekérként” való terjedésük), természetes ellenségeik korlátozó hatásának hiánya egyaránt fontos szerepet játszik. Az ellenük való küzdelemben sem a hagyományos mechanikai, sem a kémiai védekezési módszerek nem nyújtottak elég hatásos, hosszú távú, környezetbarát és főként gazdaságos megoldást, ezért szükségessé vált új, alternatív védekezési módszerek vizsgálata. Az Amerikai Egyesült Államokban több évtizede folynak kutatások, amelyek e gyomnövények elleni biológiai védekezés kidolgozására irányulnak.

E gyomnövények elleni védekezés megoldását tűzte ki célul az a tudományos együttműködés is, amely 1994-ben a USDA ARS Foreign Disease-Weed Science Research Unit, (Frederick, Maryland) és a Magyar Tudományos Akadémia Növényvédelmi Kutatóintézete kutatói között jött létre. E közös kutatómunka célja az Észak-Amerikába behurcolt *Salsola tragus* és a *Centaurea solstitialis* elleni biológiai védekezés kidolgozása növényi kórokozó gombák segítségével. E program keretében kezdtem hozzá Dr. Vajna László irányításával, e gyomnövényeken előforduló kórokozó gombák magyarországi felkutatásához. Feladatunk a *Centaurea pannonica* Heuff. (alföldi imola), *C. micranthos* Gmel. (kiszéskü imola), *C. sadleriana* Janka (budai imola), *C. solstitialis* L. (sáfrányos imola), és a *Salsola tragus* L. (homoki ballangó) kórokozó gombáinak felmérése, azonosítása, tisztatenyészetek előállítása, patogenitás vizsgálatok elvégzése. Kutatómunkánk távlati célja e gyomnövények elleni biológiai védekezés lehetőségeinek tisztázása hazai kórokozó gombák felhasználásával.



### 3. CÉLKITŰZÉSEK

Kutatómunkánk során a következő kérdésekre kerestük a választ:

- Mely kórokozó gombák fordulnak elő Magyarországon egyes vadon élő *Centaurea* fajokon (*Centaurea pannonica* Heuff. (alföldi imola), *C. micranthos* Gmel. (kisfészkü imola), *C. sadleriana* Janka (budai imola), *C. solstitialis* L. (sáfrányos imola) és a hazai *Salsola tragus* L. (homoki ballangó)?
- Van-e olyan gombafaj a kimutatottak között, amely alkalmas lehet az Egyesült Államokban súlyos károkat okozó *Salsola tragus* L. és a *Centaurea solstitialis* elleni biológiai védekezés alapjainak megteremtésére?
- A védekezés célnövényei (*Centaurea solstitialis*, *Salsola tragus*) fogékonyak-e az adott kórokozóval szemben és a kórokozó által kiváltott betegség súlyossága alkalmassá teheti-e a kiválasztott gombafajt a biológiai védekezésre
- A kiválasztott kórokozó gombafaj biztonságosan alkalmazható-e a biológiai védekezés során? Nem jelent-e veszélyt őshonos, vagy termesztett növényekre?

## 4. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 4.1. A gyomnövények elleni biológiai védekezés

A gyomnövények elleni küzdelem egyidős a növénytermesztéssel. A gyomok számlájára írható a világ termésvesztésének egyharmada (Strobel 1991). Jelentős gazdasági kárt okoznak azért, hogy a termesztett növényvel vízárt, tápanyagokért és a napfényért vívott versenyben gyakran a kultúrnövény marad alul. A gyomnövények nemcsak a termés mennyiségét, hanem minőségét is rontják (pl. a termés szennyezésével), gyakran nehezítik meg a talajművelést, az öntözést, vagy a betakarítást. A gyomnövények számos növényi kártevőnek és kórokozónak gazdanövényei, vagy köztes gazdái. A rétek, legelők gyakran válnak használhatatlanná szúrós vagy mérgező gyomnövények miatt.

Napjainkig a gyomirtás iránti világméretű igényt - az agrotechnikai módszereket kiegészítve - főként a vegyipar herbicidekkel elégítette ki. A gyomirtó szerek széleskörű használatát követően a herbicidrezisztens, vagy toleráns gyombiotípusok megjelenésével a gyomtársulások összetétele drasztikusan megváltozott. A kémiai védekezés azonban számos esetben nem nyújt kielégítő eredményt, ezért szükség van új, hatásos módszerekre. Az utóbbi évtizedekben a biológiai védekezés terén elért eredmények azt igazolják, hogy a gyomnövény populációk szabályozása biológiai módszerrel hatékony, környezetbarát és könnyen hozzáférhető alternatívát jelenthet az ökológiai szemléleten alapuló, komplex gyomszabályozás megvalósításához.

Biológiai gyomszabályozáson értjük azt az eljárást, amikor a védekezés célnövénye ellen, a növény természetes ellenségét (kártevőjét, kórokozóját) használjuk fel arra, hogy a gyompopulációt az ökonómiai kártétel küszöb szintje alá csökkentsük. A gyom szelektált, természetes ellenségét, amely természetes adottságainál fogva csökkenti a gyomnövény növekedését, magtermelését, vagy a növény teljes pusztulását okozza, a biológiai védekezésre alkalmazott mikroszervezetnek (angolul: biocontrol agent, rövidítve BCA) (Hasan 1988), vagy kontrollszervezetnek nevezzük (Béres és Mikulás 2000).

#### 4.1.1. Hol perspektivikus a gyomnövények elleni biológiai védekezés?

Azokon a területeken, ahol a hagyományos agrotechnikai módszerek, illetve a gyomirtószeres kezelések (például: herbicidrezisztencia miatt) nem biztosítottak kielégítő eredményt, a biológiai védekezési módszerek jó megoldást nyújthatnak.

Fokozottan kerül az érdeklődés középpontjába a biológiai védekezés azokon a területeken (pl. lakott területeken, nemzeti parkokban, környezetvédelmi területeken), ahol a gyomirtó szerek ökotoxikus hatásuk miatt nem, vagy csak korlátozott mértékben használhatók.

A kutatások harmadik, fő iránya azokra az alacsony termőértékű területekre irányul (pl. rétek, legelők, vizek, ruderalis területek), ahol a védekezés célnövénye nagy területen, elszórtan fordul elő, ennek következtében az adott gyomnövényre szelektív gyomirtó szer kifejlesztésének, illetve a gyomirtószeres kezelések költségeinek megtérülése nagyon alacsony (Schwarczinger és Polgár 1999).

#### 4.1.2. A gyomnövények elleni védekezés módszerei

A biológiai gyomszabályozás kezdete feltehetően az 1860-as évek elejére tehető, amikor India egyes területein elszaporodó *Opuntia vulgaris* Miller fügekaktusz faj megfékezésére egy pajzstetűfajt, a *Dactylopius ceylonicus* Green használtak fel (Strobel 1991).

A gyomnövények elleni biológiai védekezés több, mint egy évszázados múltja során két módszer alakult ki.

##### 4.1.2.1. Klasszikus módszer

A klasszikus módszer lényege, hogy a célnövény egy kiválasztott természetes ellenségét csak kis egyedszámban juttatják ki a védendő terület egy részére, ahol az további emberi beavatkozás nélkül fejti ki a kívánt gyomszabályozó hatást. A módszer sikere a kontrollszervezet azon tulajdonságain alapul, hogy a védendő területen addig még nem volt jelen, az adott gyomnövényre specifikus, tehát csak a célnövény támadja meg, azon súlyos betegséget vált ki, képes az adott környezeti feltételek mellett fennmaradásra, szaporodásra és továbbterjedésre. Ennek következtében további emberi beavatkozás nélkül a gyompopulációt a kívánt mértékre csökkenti (Hasan 1980, Evans et al. 2001). A klasszikus stratégia

alkalmazása esetén általában rovarokat és gombákat használnak, de más élőlényekkel (pl. halak, férgek, baktériumok, vírusok) is folynak kísérletek.

#### **4.1.2.2. Bioherbicid módszer**

E módszer a szakirodalomban „inundatív”, azaz elárasztásos módszerként is szerepel (Templeton et al. 1979). Nevét onnan kapta, hogy a kiválasztott természetes ellenséggel az egész gyomirtásra szoruló területet kezelik, mintegy elárasztják vele a területet. E módszer esetében elsősorban fitopatogén gombákat alkalmaznak. A kórokozó gomba szaporítóképletét mesterségesen felszaporítják, majd formulázzák, amit végül a hagyományos gyomirtó szerekhez hasonlóan juttatnak ki. Ezért e módszert mikroherbicid módszernek is nevezik (Templeton et al. 1979).

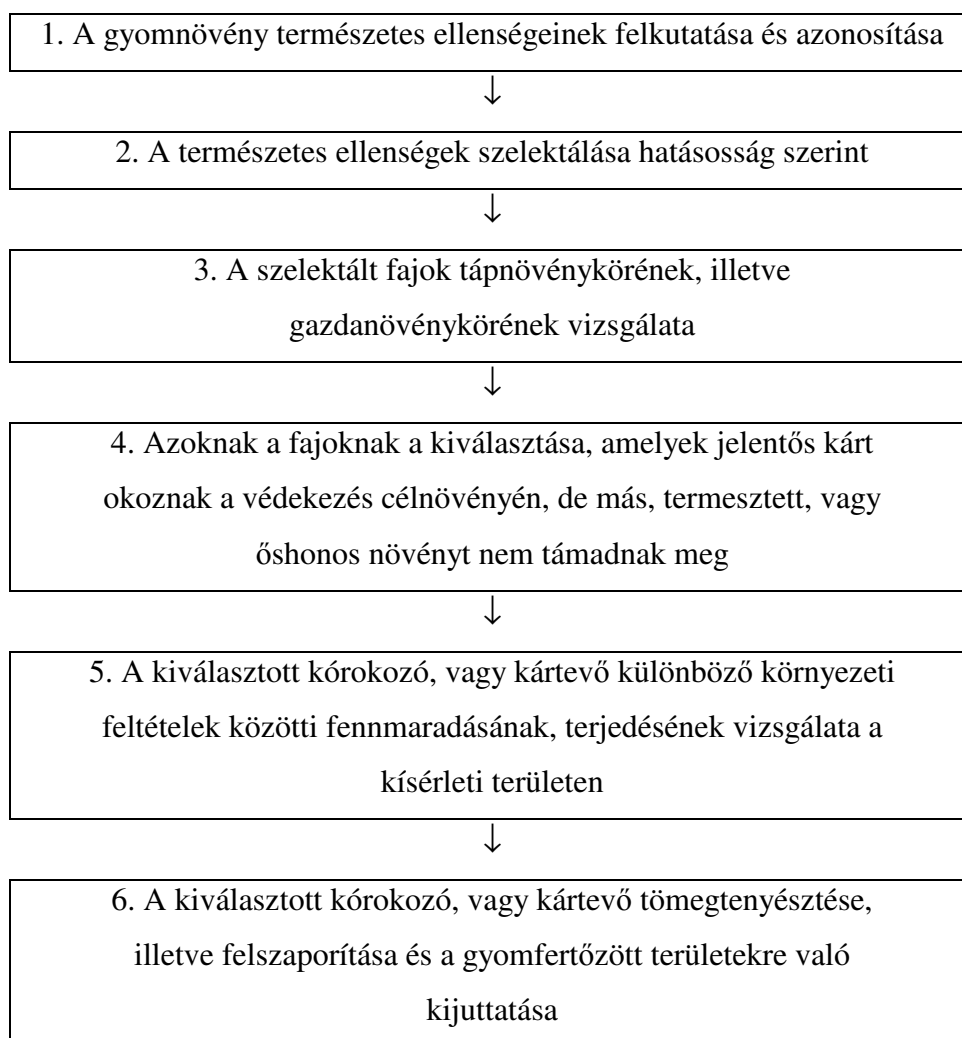
#### **4.1.3. Gyomnövények elleni biológiai védekezés kidolgozása**

A kutatóknak szigorú előírásokat kell követniük a biológiai védekezésre használt mikroszervezet (BCA) kiválasztásakor, vagy betelepítésekor. Ennek lényeges lépéseit Hasan (1980) munkáját kiegészítve az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A biológiai védekezés kidolgozásának első lépése az adott gyomnövény természetes ellenségeinek felmérése. A kutatást általában a növény őshazájában kezdik, ahol határos kórokozói, illetve kártevői nagyobb valószínűséggel fordulnak elő. Közülük kell a továbbiakban kiválasztani azt, vagy azokat, amelyek hatásosan, ugyanakkor biztonságosan alkalmazhatók az adott gyomnövény elleni biológiai védekezéshez. Például a mikrogombák esetében a hatásosságot patogenitás vizsgálatokkal ellenőrzik, azaz a növényt mesterségesen fertőzik a vizsgált kórokozóval, majd felmérik a növényen okozott kárt. A növényen okozott kár jellemezhető a növény biomassza tömegének, magtermelésének, csírázási százalékának, csíranövény életképességének, stb. csökkenésével a kezeletlen kontroll növényekhez képest. A hatásosság ugyanakkor azt is jelenti, hogy a kórokozónak, vagy kártevőnek ugyanolyan környezeti igényekkel kell rendelkeznie, mint a védekezés célnövényének. Tehát a védendő területen hasonló határfokkal kell irtania a gyomnövényt, mint az előzetes vizsgálatok során, kontrollált körülmények között. A kontrollszervezet biztonságosságán értjük azt, hogy a védekezés célnövényén kívül más növényt nem veszélyeztet, tehát szűk gazdanövénykörrel rendelkezik. Erről az úgynevezett „centrifugális filogenetikai teszteléssel” győződnek meg, ami azt jelenti, hogy a védekezés célnövényével egyre távolabbi rokonságban lévő növényfajokat inokulálnak mesterségesen a kiválasztott kórokozóval. Előfordulhat polifágok

alkalmazása is kontrollszervezetként. Ebben az esetben csak bizonyos megkötésekkel használható a bioherbicid (pl. a BioChon esetében), ami nem ismeretlen a kémiai herbicideknél sem. A következő lépés a kontrollszervezet kijuttatásának kidolgozása (klasszikus módszer esetén a kontrollszervezet felszaporítása, mikroherbicid esetén tömegtenyésztésének, formulázásának kidolgozása), és végül a védekezési technológia kifejlesztése. Ezután a bioherbicid a kémiai herbicidekhez hasonló engedélyeztetési eljáráson megy át. Nem hagyható el a már alkalmazott kontrollszervezetek (BCA) ökológiai hatásának vizsgálata alkalmazásukat követően sem, hiszen csak így kaphatunk pontos képet hatásukról (pl. a klasszikus stratégia esetén több év is eltelik, mire elérjük a kívánt gyomirtó hatást).

### 1. táblázat. A gyomnövények elleni biológiai védekezés kidolgozásának lépései



A gyomnövények elleni biológiai védekezés kidolgozásánál három fő alapelvnek kell érvényesülnie, ezek a hatásosság, biztonságosság és gazdaságosság.

### **Hatásosság**

Hatásosság alatt értendő a biológiai védekezés során használt szervezet magasfokú virulenciája a célnövényvel szemben:

- A kiválasztott kórokozó képes legyen ökonómiailag elfogadható szintre csökkenteni az adott gyompopuláció egyedszámát.
- A fertőzés hatására legyengült gyomnövényvel szemben a kultúrnövény versenyképessége növekedjen.
- Gátolja meg a mag beérését, szétszóródását, csökkentve ezzel a gyom magkészletét a talajban.
- A kórokozó a védekezés célnövényével hasonló környezeti igényű legyen, tehát képes legyen a védendő területen való fennmaradásra, szaporodásra és fertőzésre. Populációjának növekedését ugyanazon környezeti tényezők váltsák ki, mint a gyomnövényét (pl. hőmérséklet, páratartalom, csapadék, stb.).

### **Biztonságosság**

E kritérium a kiválasztott szervezet (BCA) szűk gazdanövénykörére utal. Használatának elsődleges feltétele, hogy kizárólag a védekezés célnövényét fertőzze meg, a természetben vagy vadon élő, őshonos növényfajokra ne jelentsen veszélyt. Ezenkívül biztonságos használatán értjük genetikai stabilitását.

### **Gazdaságosság**

A gazdaságosság elve egyrészt a védekezés kidolgozásának és a biológiai védekezés költségeinek megtérülésére utal. Például a mikroherbicidek esetében fontos szempont a védekezés során használt gombafaj könnyen megvalósítható és olcsó szaporítása, tömegtenyésztése. Ezenkívül lényeges szempont, hogy a biológiai védekezés gazdaságosabb legyen, mint a hagyományos kémiai, vagy agrotechnikai módszerek alkalmazása.

#### 4.1.4. Gyomnövények elleni biológiai védekezés kórokozó gombákkal

Az utóbbi években a közvélemény egyre növekvő aggodalma a kémiai növényvédő szerek környezetre és a humán egészségre kifejtett káros mellékhatása miatt a figyelmet a biológiai védekezés felé fordította. Bár növényi kórokozó gombák biológiai gyomirtásra való felhasználásának gondolata csaknem egyidős a növénykórtan tudományával (Wilson 1969, Templeton et al. 1979), gyakorlatban való alkalmazásuk mégis újkeletű. Az erre irányuló kutatómunka az 1940-es évek végén, az 1950-es évek elején kezdődött, a biológiai gyomirtás kezdetét mégis 1971-től számítjuk, amikor növényi kórokozó első ízben került tudatosan betelepítésre egy idegen országba (Cullen et al. 1973). Az elmúlt csaknem négy évtizedben világszerte több sikeres próbálkozás történt kórokozó gombák gyomnövények elleni leküzdésére. Ez idő alatt két módszer alakult ki a fitopatogén gombák biológiai védekezésben való felhasználására.

##### 4.1.4.1. Klasszikus módszer

A biológiai védekezés klasszikus stratégiájának legsikeresebben alkalmazott gombafajai a rozsdagombák köréből kerültek ki. Sikerük titka az általuk kiváltott súlyos betegségben, járványtani sajátosságaikban, nagy távolságra is hatékonyan terjedő spóráiban és gazdaspecifikusságukban rejlik. E tulajdonságokból következik, hogy elég néhány mesterségesen fertőzött növényt a kezelni kívánt területre kiültetni ahhoz, hogy a kórokozó súlyos, járványos betegséget váltson ki, csökkentve ezzel a gyomnövény egyedszámát, anélkül, hogy további emberi beavatkozásra lenne szükség. A kórokozó várhatóan évről-évre fennmarad a kezelt területen, így hosszú távú hatást biztosít.

##### Példák a klasszikus módszer alkalmazására

A növénypatogénnel folytatott gyomirtás klasszikus módszerének kezdetét 1971-től számítják, amikor Ausztráliában - Olaszországból származó - *Puccinia chondrillina* Bubak & Sydenham sikeresen védekeztek a kontinens DK-i részét gyomosító *Chondrilla juncea* L. (nyúlparéj) ellen. Feltehetően ez volt az első eset, amikor tudatosan vittek be kórokozót egy másik országba gyomirtás céljából (Cullen et al. 1973, Burdon et al. 1981).

Az 1970-es években sikeresen védekeztek Chilében az ország legfontosabb gyomnövényei: az Európából származó vadszeder fajok (*Rubus constrictus* Lef. et M. és a *R. ulmifolius* Schoff) ellen. E gyomnövények 1973-ra mintegy 5 millió hektárnyi területet

borítottak el, és a hajdani NSZK-ból származó *Phragmidium violaceum* (Schulz.) Wint. rozsdagomba betelepítésével bízató eredményeket értek el mindkét behurcolt szederfaj ellen (Oehrens és Gonzalez 1974, 1977, Oehrens 1977).

1975-ben Hawaii egyik legkellemetlenebb gyomnövénye ellen, az 1920-as években Mexikóból behurcolt ködvirág (*Ageratina riparia* (Regel) K. & K.(= *Eupatorium riparium* Regel) ellen sikeresen védekeztek Jamaikából betelepített *Entyloma compositarum* Farlow. üszöggomba betelepítésével. 1972-re e gyomnövény 52 ezer hektárnyi legelőterületet és ligetes erdőt hódított meg a csendes-óceáni szigetcsoporton, de a gomba hatásának köszönhetően a gyompopuláció egy év alatt 5%-ra csökkent (Trujillo 1976, 1985, Trujillo et al. 1988). Azóta 1989-ben Dél-Afrikában, kilenc évvel később pedig Új-Zélandon használták e gombát sikeresen (Morris 1991, Morin et al. 1997, Anon 1999)

Szintén rozsdagomba (*Puccinia canaliculata* (Schw.) Lagerh.) „hatóanyagú” a Dr. BioSedge néven regisztrált készítmény, amelyet az Egyesült Államokban *Cyperus esculentus* L. (mandulapalka) ellen használtak fel (Charudattan 1998a). Ez a készítmény a klasszikus és a bioherbicid módszer közötti átmenet, az úgynevezett „augmentatív” módszer jó példája.

1987-től Dél-Afrikában sikeresen védekeztek a természetes ökoszisztémákat gyomosító akáciafaj, az *Acacia saligna* (Lab.) Wend. ellen Ausztráliából betelepített *Uromycladium tepperianum* (Sacc.) McAlpine rozsdagombafajjal (Morris 1997).

#### 4.1.4.2. Mikroherbicid módszer

A biológiai gyomirtás másik módja valamely gomba szaporítóképletének (pl. konídiumainak) mikroherbicidként való alkalmazása. Napjaink regisztrált mikroherbicidjei közül három a *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. egy bizonyos növényfajra specializálódott formáját tartalmazza. A mesterségesen felszaporított gomba konídiumait tartalmazó készítményt a hagyományos növényvédő szerekhez hasonlóan juttatják ki a védendő kultúra egész területére, ahol a célnövényen okozott antraknózis végül a gyomnövény pusztulásához vezet.



## Példák a mikroherbicidek alkalmazására

A *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler tartalmazó **DeVine**-t 1981 óta használják a *Morrenia odorata* Lindl. (illatos fojtófű) ellen a floridai citrus ligetekben (Kenney 1986). A *Morrenia odorata* dísznövényként vitték be Dél-Amerikából, azonban csakhamar a citrus ligetek nehezen irtható gyomnövényévé vált. A védekezést megelőzően e gyomnövény kb. 120 000 hektárt borított el Floridában. Beteg *Morrenia odorata* növényekről izolált *Phytophthora palmivora*-val történt mesterséges inokulációt követően a gyomnövény 96%-a pusztult el tíz héten belül a kísérleti területen, Orange-megyében (Burnett et al., 1973).

A DeVine piaci megjelenése után egy évvel (1982-ben) az Amerikai Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatala egy újabb mikroherbicidet engedélyezett. A *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. f. sp. *aeschinomenet* tartalmazó **Collego**-t post-emergens mikroherbicideként használják az *Aeschynomene virginica* L. (csomósbükköny) ellen Arkansas, Mississippi és Louisiana államokban (Boyette et al. 1979, Bowers 1986). Az *Aeschynomene virginica* Észak-Amerika őshonos növénye, amely szójában és rizsföldeken való nagy tömegű előfordulásával sok bosszúságot okozott a farmereknek. Becslések szerint az általa okozott kár 7,6 millió dollárt tett ki évente (Templeton et al. 1981). E gyomnövény csökkenti a rizs hozamát, és szennyezi a betakarított rizstermést. A fenoxi-vegyületek, amelyeket a farmerek a csomósbükköny ellen általában használnak, tökéletesen kiirtják ugyan a gyomot, de ha elővigyázatlanul alkalmazzák őket, kárt tehetnek a rizsben, a szójában, vagy a szomszédos földeken termő gyapotban is (Strobel 1991). E mikroherbicidek szakszerű alkalmazásával több, mint 90%-os gyomirtó hatás érhető el anélkül, hogy a bioherbicidek bármiféle kárt tennének a termesztett kultúrában (Bowers 1986). A gomba képes áttelelni a fertőzött növényi maradványokon és a gyommagvakon (TeBeest and Brumley 1978), amelyek a következő évben újabb fertőzési forrást jelentenek.

Ugyancsak *Colletotrichum gloeosporioides* „hatóanyagú” a **BioMal** is, amely a gomba *Malva pusillara* Sm. (apró mályvára) specializálódott törzsét a *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvaet* tartalmazza. 1992 óta használják Kanadában különféle szántóföldi kultúrában apró mályva ellen (Mortensen 1996, Mortensen és Makowski 1997). A konídiumszuszpenzióval kezelt apró mályva növények 17-20 napon belül elpusztulnak a gomba által kiváltott súlyos tüneteknek köszönhetően (TeBeest 1993).

A **Lubao** márkanévű *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *cuscutae* hatóanyagú mikokerbicidek használatát 1966-tól engedélyezték Kínában, *Cuscuta chinensis* Lam. és *C. australis* R. Br. ellen szójában (Gao és Gan 1992).

Dél-Afrika regisztrált mikroherbicide a **StumpOut**, amelynek hatóanyaga egy endemikus gombafaj, a *Cylindrobasidium leavea* (Pers. & Fr.) Chamois, ami gátolja kivágott akáciák újrasarjadzását (Morris et al. 1998).

Az eddig elért eredmények a tudósokat további intenzív kutatómunkára ösztönzik, amelynek köszönhetően újabb és újabb tudósítások jelennek meg biológiai védekezés szempontjából ígéretes mikroszervezetekről.

#### **4.1.5. Biológiai gyomszabályozás helyzete**

##### **4.1.5.1. Biológiai gyomszabályozás kórokozó gombákkal Európában**

A biológiai gyomirtási kutatások kezdetén Európában a kutatások főként olyan nemzetközi tudományos együttműködésre korlátozódtak, amelyben valamely tengerentúli országba behurcolt, eurázsiai származású gyomnövény elleni biológiai védekezés kidolgozását tűzték ki célul (például az első sikeres biológiai gyomirtásnál használt *Puccinia chondrollina* Bubak & Syd. rozsdagomba törzse, amit 1971-ben telepítettek be Ausztráliába, Olaszországból származott). Napjainkban azonban egyre növekszik azoknak a kutatási programoknak a száma, amelyek Európa „problémás” gyomnövényeinek irtását biológiai módszerrel kívánja megoldani. E programok összehangolására, nemzetközi tudományos kutatási együttműködések ösztönzésére, jött létre 1994-ben a 816-os számú „Biological Control of Weeds in Crops” COST (European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research) program. E kutatási program szorosan kapcsolódott az EU „Agricultural and Horticultural Production Systems” és az „Input for Crop Protection” keretprogramjaihoz. A program Európa gazdaságilag legjelentősebb gyomnövényei elleni biológiai védekezés lehetőségeinek vizsgálatát tűzte ki célul. A védekezés célnövényei: *Amaranthus* spp., *Convolvulus arvensis* L., *Calystegia sepium* R. Br., *Chenopodium album* L., *Senecio vulgaris* L., *Orobanche* spp. voltak (Frantzen and Hatcher 1997, Scheepens et al 1997, Müller-Scharer 1998, Müller-Scharer et al. 1999).

Európában jelenleg egy mikroherbicid jutott el gyakorlati alkalmazásig: a **BioChon**. Ezt a *Chondrostereum purpureum* (Pers. ex Fr.) Pousar „hatóanyagú” mikroherbicidet 1991 óta alkalmazzák Hollandiában a *Prunus serotinia* Ehr. ellen erdőkben, hogy megakadályozzák a kivágott fák tönkjeinek újrasarjadzását (Scheepens and Hoogerbrugge 1988, Ravensburg 1998)).

#### 4.1.5.2. Biológiai gyomszabályozás kórokozó gombákkal Magyarországon

Az elmúlt évtizedekben számos biológiai alapú növényvédő szer került forgalomba Magyarországon. Ezek sikeresen alkalmazhatók egyes növényi kórokozók, illetve állati kártevő ellen (pl. *Baccillus thuringiensis* Berliner, *Encarsia formosa* Gahan, *Streptomyces griseoviridis* Anderson, Ehrlich, Sun, and Burkholder, *Coniothyrium minitans* Campbell, *Trichoderma harzianum* Rifai hatóanyagú biológiai növényvédő szerek). Ezzel szemben hazánkban a gyomnövények elleni biológiai védekezésre irányuló kutatások és eredmények igen szerények. Magyarországon a 70-es évek végétől folynak olyan kísérletek, amelyek egy-egy hazánkban súlyos gondot okozó gyomnövény biológiai módszerrel történő irtására irányulnak, azonban ezek a kutatások elegendő anyagi támogatás nélkül főként a célnövény hazai természetes ellenségeinek felkutatására, illetve előzetes hatékonysági vizsgálatokra korlátozódnak (Hódosy 1980, Hódiné és Ilovai 1996, Béres et al. 1998, 1999, 2000, Fischl et al. 1996, 1997, 1999, Fischl 2000, Mikulás et al. 1993, 1997, 1998a, 1998b, 1999).

Hazánkban, a biológiai védekezés célnövényeinek rangsorában az első helyet az *Ambrosia artemisiifolia* L. (ürömlevelű parlagfű) foglalja el (Ilovai 1995). A parlagfű nemcsak a mezőgazdaságban okoz gondot, mint gyomnövény, hanem egyike a legjelentősebb pollenallergén növényeknek. Európába feltehetően a 19. században, észak-amerikai gabonamag szállítmánnyal hurcolták be, de tömeges elszaporodása Magyarországon az 1989-es rendszerváltást követően következett be, amikor a mezőgazdasági területek rendezetlen tulajdonviszonyainak következtében a parlagon hagyott területek nagysága ugrásszerűen megnőtt, ideális körülményeket biztosítva a parlagfű gyors térhódításának (Kiss et al. 2003). Tóth (2003) szerint a parlagfű 1997-óta hazánk legelterjedtebb gyomnövényfaja lett. E gyomnövény szántóföldi kultúrákban (a napraforgó kivételével) jól kontrollálható a hagyományos mechanikai és kémiai védekezési módszerekkel, de a gyom irtása máshol (lakott területeken, ipari létesítmények telephelyein, természetvédelmi területeken és az általában bolygatott, de nem szakszerűen művelt területeken) az állami költségvetésből elköltött évi több százmillió forintos kiadások ellenére sem eredményezte a gyomnövény visszaszorulását, vagy a levegő pollenkoncentrációjának csökkenését (Kiss et al. 2003). Az

MTA Növényvédelmi Kutatóintézetében 1995 óta végeznek a kutatók módszeres kórokozó gomba felméréseket a magyarországi parlagfű populációkban azzal a céllal, hogy megvizsgálják e gyomnövény elleni biológiai védekezés lehetőségét. Vizsgálataik során kilenc kórokozó gombafaj jelenlétét mutattak ki hazánkban e gazdanövényen (Bohár és Vajna 1996, Bohár és Schwarczinger 1999, Bohár és Kiss 1999, Vajna et al. 2000, Bohár et al. 2000, Vajna 2002, Kiss et al. 2003). Ezen kórokozók felhasználása a parlagfű elleni biológiai védekezésben kérdéses (pl. széles gazdanövénykörük, vagy obligát biotróf életmódjuk miatt). Megfelelő, őshonos, biológiai védekezésre ígéretes kórokozó hiányában Bohár (1996), később pedig Kiss és munkatársai (2003) a parlagfű ellen Észak-Amerikából, a parlagfű egyik rozsdagombáját a *Puccinia xanthii* Schwein betelepítését javasolják. A *P. xanthii* f. sp. *ambrosia-trifidae* Európába történő betelepítésének lehetőségét Batra (1981) korábban már felvetette egy másik *Ambrosia* faj, az *Ambrosia trifida* ellen. A parlagfű kártevői közül a *Zygothrips sutularis* Fabricius. levélbogárral folytak betelepítési kísérletek a volt Szovjetunió területén (Reznik et al. 1994), Horvátországban (Igrc et al. 1995) és Kínában is (Julien és Griffith 1998), de a *Zygothrips sutularis* egyik területen sem okozott számottevő kárt a parlagfű populációkban.

#### 4.1.6. Megvitatás

A világ fejlett mezőgazdasággal rendelkező országaiban az elmúlt évtizedekben a herbológiai kutatások egy része alternatív gyomirtási módszerek kidolgozására irányult. Az alternatív gyomirtási eljárások között kiemelkedő helyet foglal el a biológiai gyomirtás. E területen nemzetközi méretekben is jelentős kutatómunka bontakozott ki (Béres és Mikulás 2000).

Az 1970-es évektől mintegy 300 növényi kórokozó baktériumot, illetve gombát vizsgáltak a kutatók, mint biológiai védekezésre potenciálisan alkalmas jelöltet (Charudattan 1998b, Schwarczinger és Polgár 1999), azonban ezek közül csak néhány jutott el a gyakorlati alkalmazásig (lásd 2. táblázat). Sajnálatos módon a kutatási fázisban ígéretesnek tűnő kórokozók közül sok bukik meg a kifejlesztés fázisában, és így nem jut el a gyakorlati alkalmazásig (Charudattan 1998a). 2000-ig tíz növénykórokozó mikroorganizmus hatóanyagú regisztrált bioherbicid közül öt kapható kereskedelmi forgalomban (Charudattan 2000). Ennek oka az, hogy az előállító vállalatok számára a bioherbicidek gyártása és forgalmazása sokszor túl kockázatos vállalkozásnak bizonyul.

#### 4.1.6.1. A bioherbicidek piacra kerülésének gátjai

A védekezésre alkalmas faj specifikussága miatt a belőle készített bioherbicid csak egy bizonyos gyomnövényfaj ellen használható. Ezt a tulajdonságot a növényvédő szereket gyártók, mint jelentős hátrányt hangsúlyozzák. Ez érthető is, ha a bioherbicidet egy széles hatásspektrumú kémiai herbiciddel hasonlítjuk össze. Ugyanakkor az ökológusok szerint a bioherbicidek perspektívája és jelentősége pontosan specifikusságukban rejlik.

**2. táblázat. Regisztrált mikroherbicidek**

| Márkanév      | Kontrollszervezet  | Célnövény   | Hol használják   |
|---------------|--|---|--|
| DeVine®       | <i>Phytophthora palmivora</i>                                    | <i>Morrenia odorata</i>   | citrus ültetvényekben,<br>Floridában   |
| Collego®      | <i>Colletotrichum gloesporioides</i> f.sp.<br><i>aeshynomene</i> | <i>Aeschynomene virginica</i>   | rizsben és szójában,<br>Arkansasban, Mississippiben,<br>Louisianában,  |
| BioMal®       | <i>Colletotrichum gloesporioides</i> f.sp.<br><i>malvae</i>      | <i>Malva pusilla</i>  | Kanadában, búza, len, lencse<br>földeken   |
| Dr. BioSedge® | <i>Puccinia canaliculata</i>                                     | <i>Cyperus esculentus</i>   | USA-ban  |
| Lubao®        | <i>Colletotrichum gloeosporioides</i><br>f.sp. <i>cuscutae</i>   | <i>Cuscuta chinensis</i> Lam.<br>és <i>C. australis</i> R. Br.                        | Kínában, szójában  |
| StumpOut®     | <i>Cylindrobasidium laeve</i>                                    | a kivágott akáciák ( <i>Acacia<br/>mearnsii</i> ) újrasarjadzá-<br>sának meggátlására | Dél-Afrikában  |
| BioChon®      | <i>Chondrostereum purpureum</i>                                  | <i>Prunus serotinia</i><br>tönkjeinek<br>újrasarjadzása ellen                         | Hollandiában   |
| CASST®        | <i>Alternaria cassiae</i>  | <i>Cassia obtusifolia</i> ,<br><i>C. occidentalis</i>                                 | USA-ban, szójában és<br>földimogyoróban<br>(Walker 1982, Walker and<br>Boyette 1985, Charudattan et al<br>1986, Bannon 1988) |
| VELGO®        | <i>Colletotrichum coccodes</i>                                   | <i>Abutilon theophrasti</i>   | szójában, az USA-ban<br>(DiTomaso and Watson 1997,<br>Wymore and Watson 1989,<br>Wymore et al. 1987)                         |
| ABG5003®      | <i>Cercospora rodmanii</i>                                       | <i>Eichornia crassipes</i>  | USA-ban<br>(Charudattan et al. 1985)   |

A kutatók e hiányosságot próbálják kiküszöbölni polifág kórokozó használatával. Új-Zélandon és Montanában (USA) sikeres szabadföldi kísérleteket végeztek pl *Sclerotinia sclerotiorum* (Liberth) de Bary *Cirsium arvense* (L.) Scop (mezei acat) ellen (Bourdot és Harvey, 1996, Hurrel et al. 2001). A *S. sclerotiorum* auxotróf mutánsainak előállításával, vagy szkleróciumot nem képző mutánsok felhasználásával e sokgazdás kórokozó biológiai védekezésben való használata biztonságossá tehető (Anderson et al. 1998, Boland és Smith 1991). A kórokozó gazdanövénykörének szűkítését célzó genetikai eljárások lehetővé tehetik más polifág kórokozók mikroherbicidként való felhasználását is. A bioherbicidek fajspecifikussága az oka annak, hogy csak kis területen alkalmazzák őket, ellentétben a hatalmas területeken alkalmazott kémiai herbicidekkel. A bioherbicidek viszont használhatóak olyan speciális területeken, (mint pl. a dísznövény, vagy zöldségkultúrák, házikertek, közterületek) ahol a kémiai peszticidek alkalmazása korlátozott, vagy egyes parazita növények ellen, amelyek ellen a hagyományos agrotechnikai és kémiai védekezés gyakorlatilag hatástalan. Perspektivikus a biológiai védekezés továbbá a vizek (csatornák, víztárolók, rekreációs tavak) esetében, amelyek életközösségeiben jelentős kárt tehetnek a kémiai növényvédő szerek.

A bioherbicidek kis területen való alkalmazása egyben korlátozza piaci lehetőségeiket. A bioherbicidek kis piaca megkérdőjelezi a bioherbicidek kidolgozásának gazdaságosságát, és ezzel elriasztja a vállalkozásokat attól, hogy részt vállaljanak biológiai növényvédő szerek kifejlesztésében, gyártásában.

A bioherbicidek alkalmazásának másik nehézsége a növényvédelmi technológiába való beillesztése, más növényvédő szerekkel való együttes kijuttatása. E problémát rendszerint úgy oldják meg, hogy a hagyományos növényvédő szeres kezelést és a bioherbicides kezelést, egymást követően végzik el. A mikroherbicidek hatásspektruma több mikroherbicid kombinációjával szélesíthető (Schmith 1991). Kísérletek folynak továbbá bioherbicidek kémiai herbicidekkel való kombinált kijuttatására is (TeBeest és Gourber 2000).

#### **4.1.6.2. A biológiai gyomszabályozás előnyei és hátrányai**

##### **Előnyei:**

- alacsony költség,
- természetes eljárás, nem környezetszennyező,

- fenntartható: a sikeres biológiai védekezés hatása hosszú távon is fennmarad, ha a kontrollszerkezet és a gyomnövény között stabilizálódik az ökológiai egyensúly a gyompopuláció ökonómiai küszöbérték alatti szintjén (csak a klasszikus stratégia esetén),
- a hatás nem korlátozódik egy bizonyos területre, ha a kontrollszerkezet képes más területre is eljutni, elterjedni (csak a klasszikus stratégia esetén),
- kémiai herbicidekkel megegyező formulázás és kijuttatási mód megkönnyíti az integrált növényvédelmi technológiába való beillesztését (mikoherbicidek esetén),
- specifikus hatású: csak az irtandó növényben tesz kárt.

### **Hátrányai**

- hosszabb időbe telhet, míg az alkalmazott kórokozó, vagy kártevő széles körben elterjed és kifejti a várt hatást,
- biztonságosságának tesztelése meghosszabbítja kifejlesztésének idejét és megnöveli költségeit,
- mivel „hatóanyaga” egy élő szerkezet, amely érzékeny a tárolás körülményeire, ezért tárolása csak szigorúan meghatározott feltételek mellett lehetséges,
- hatása nagyobb mértékben függ a környezeti tényezőktől, időjárástól, mint az egyéb alkalmazott eljárásoké,
- magasfokú specifikitása egyben korlátozott piaci lehetőséget jelent,

#### **4.1.6.3. A biológiai gyomszabályozás kockázata**

A biológiai védekezés kidolgozásának egyre dinamikusabban fejlődő területe, a védekezés kockázatának elemzése. Egy-egy kórokozó törzs genetikai stabilitásának esetleges hiánya több veszélyt hordozhat magában. Egyrészt a védekezés során elvesztheti patogenitását, illetve virulenciáját a célnövényrel szemben, másrészt megváltozhat gazdaspecifikussága, vagyis bővíthet gazdanövényköre, ezzel veszélyt jelenthet a védekezés célnövényén kívül más növényekre. Végül a biológiai védekezésre alkalmazott gombatörzsek között létrejöhet horizontális génátvitel, amelynek következményeit nehéz megjósolni. Ezek mindegyike hatással lehet a védekezés eredményességére, előre nehezen becsülhető kockázatot okozva. A célnövény populációjának genetikai heterogenitása (pl. fogékonysága a kórokozóval szemben), a növény növekedési tulajdonsága, a reprodukció módjai, szintén befolyásolhatják a védekezés sikerét.

Kórokozó gombák gyomnövények elleni biológiai védekezésben való alkalmazása viszonylag új és csak néhány példára korlátozódik. Az eddig mikroherbicideként alkalmazott

kórokozó gombák közül viszont egyik sem okozott kárt a védekezés célnövényén kívül más növényben, és sem ezekben a gombákban, sem más fajokban nem tapasztaltak genetikai változást. Ugyanakkor a védekezés során használt gombával szembeni rezisztens gyom populációk természetbeni előfordulására volt már példa. Így pl. a *Cyperus esculentus* (mandulapalka) kiirtásának sikertelenségét egyes területeken, a *Puccinia canaliculata* rezisztens gyombiotípus jelenlétének tulajdonítják (Charudattan 1998b).

A gyomnövények természetes ellenségeink módszeres felmérései azon túl, hogy alapját képezhetik a gyomnövények elleni biológiai védekezés kidolgozásának, számos új adattal szolgálnak az egyes kórokozók biológiai tulajdonságairól és az adott gyompopuláció szabályozásában, visszaszorításában betöltött szerepéről.



## 4.2. *Centaurea solstitialis* L. (sáfrányos imola)

### 4.2.1. A *Centaurea solstitialis* (sáfrányos imola) jellemzése

A *Centaurea solstitialis* L (sáfrányos imola) (*Asteraceae*) kétéves vagy ritkábban egyéves, sűrűn elágazó, szürkén molyhos, felálló, vagy lekönyöklő szárú, 20-100 cm magas növény (1. ábra). Alsó levelei hosszúkásak, lantosak, a felsők szálasak, épek, ép szélűek. Szárleveleinek csúcsa szállahegyű. Virágai kénsárgák. Fészkepikkelyei tojásdadok, tövisben végződnek. A tövisek többágúak, szétállóak, a végső tövis 1,5-3 cm hosszú, sokkal nagyobb az oldalsónál. Termései 2-3,5 mm hosszúak, visszás tojásdadok, színük sárgától a sötétbarnaig változhat. Termésein ezüstfehér bóbíta található, ami nem hosszabb a termésnél. Júliustól októberig virágzik. Életformája: HT (Wágner 1910, Ujvárosi 1973, Simon 1992).



1. ábra. *Centaurea solstitialis* (Jávorka és Csapodi 1975)

A *Centaurea*ák elterjedésének középpontja a Földközi-tenger partvidéke és Ázsia délnyugati, mérsékelt éghajlatú része (Wágner 1910). A *Centaurea solstitialis* napjainkra Közép-Európa déli részén, a Közép-Keleten, Kis-Ázsia balkáni részén és Észak-Amerikában honosodott meg (Maddox 1981). Hazánkban a *C. solstitialis* szórványosan fordul elő, főként kötöttebb, tápanyagban gazdag, agyag és lösztalajon (Ujvárosi 1973). Észak-Amerikába - és ezen belül Kaliforniába - 1849 után, feltehetően lucerna maggal, hurcolták be Csíléből, ahová az ezerhatszázas évektől szállítottak lucernát Spanyolországból (Gerlach et al. 1998). Korabeli feljegyzések gyakran számoltak be a lucerna magvak gyommagvakkal való fertőzöttségéről (Gerlach 1997 a, b).

Észak-Amerika legfertőzöttebb területe Kalifornia, ahol 1958-ra becslések szerint több, mint 400 000 hektárnyi rét és legelő-területet gyomosított a sáfrányos imola (Maddox és Mayfield 1985). Napjainkra a fertőzött területek nagysága Kaliforniában több, mint 6 millió hektárra növekedett (Pitcairn et al. 1998). A sáfrányos imola egyaránt gyomosít gyümölcsösöket, szőlőültetvényeket, őshonos réteket, legelő területeket, útmenti területeket. Kalifornia állam 58 megyéje közül 56 fertőzött (Pitcairn et al. 1998). Kalifornián kívül más, főként a Csendes-óceáni, észak-nyugati államokba (Idaho, Oregon, Washington) az 1870-es 1880-as évektől terjedt el (Gerlach 1997a, Shelley et al. 1999). A *C. solstitialis* az 1980-as

évek közepére az USA 48 szövetségi állama közül 23-ban volt megtalálható (Maddox és Mayfield 1985).

#### 4.2.2. A *Centaurea solstitialis* jelentősége

A *C. solstitialis* évente több millió dolláros veszteséget okoz az USA-ban azzal, hogy az általa fertőzött rét és legelőterületek terméshozamát és az e területekről származó takarmány minőségét jelentősen rontja (Roché and Roché 1988). A *C. solstitialis* fészkepikkelyeinek szúrós tövisei (2. ábra) és keserű íze miatt a legelő állatok a fertőzött területeket elkerülik, ezzel nő az állattartás költsége és csökken e területek piaci értéke (Di Tomaso 2000). Ezenkívül e gyom, Gerlach becslései szerint, 16-56 millió US \$ veszteséget okoz évente a talaj vízkészletének csökkentésével (Dudley 2000). A *C. solstitialis* fertőzése negatív hatással van az egyes ökoszisztémákra azáltal, hogy kiszorítja termőhelyeikről az őshonos növényeket, csökkentve a velük táplálkozó vadon élő állatok egyedsűrűségét is (Shelley and Larson 1994a). Jól ismert továbbá e növény mérgező hatása a lovakra. A *C. solstitialis* okozta mérgezés az emberi Parkinson-kórhoz hasonló idegrendszerzavart okoz lovakon (Panter 1990).



2. ábra. *Centaurea solstitialis* virága (Fotó: Vajna László)

#### A *Centaurea solstitialis* elterjedését elősegítő tényezők

A *Centaurea solstitialis* allelopatikus tulajdonsága (Buttery et al. 1986, Stevens et al. 1990), nagy (100 000 db mag/növény) magprodukciója (Maddox 1981, Pitkairn et al. 1997), mélyre nyúló gyökerei (Gerlach et al. 1998), magvainak hosszú (6-10 éves) élettartama a talajban (Callihan et al. 1993) és eltérő élettani tulajdonságai (Larson et al. 1992), mind-mind növelik e gyomnövény versenyképességét és túlélési esélyeit a többi növényvel szemben. Azonban ezek a tulajdonságok önmagukban nem indokolnák e gyomnövény gyors és nagymértékű elterjedését Észak-Amerikában. Sheley és Larson (1994b) becslései szerint a sáfrányos imola évente 6000-20000 hektárnyi új területet hódít meg az Egyesült Államokban. Magvainak messzi távolságokra való eljutása elsősorban a közlekedés és szállítás rohamos fejlődésével van kapcsolatban. Az 1960-as évektől a közúti forgalom megnövekedése a gyommagvak több száz kilométerre történő eljutását is lehetővé tette, megteremtve ezzel új

szatellit populációk kialakulásának lehetőségét. A farmgazdaságok területének növekedése szintén elősegítette a *C. solstitialis* egyre nagyobb térhódítását (Gerlach et al. 1998).

#### **4.2.3. A *Centaurea solstitialis* elleni védekezés módszerei**

##### ***Centaurea solstitialis* elleni védekezés hagyományos módszerekkel**

A sáfrányos imola által fertőzött területeken a hagyományos mechanikai módszerek és gyomirtószeres kezelések nem alkalmasak e probléma hosszú távú megoldására. Ráadásul, a kis termőértékű rét- és legelőterületeken e módszerek használata nem is lenne gazdaságos.

A preemergens gyomirtó szerek közül klórszulfuron, vagy az imazapir hatóanyagú szerek hatásosak ugyan a sáfrányos imola ellen, alkalmazásuk azonban Kaliforniában nem engedélyezett legelőkön (Bussan és Dyer 1999). A posztemergens szerek közül a 2,4-D, a dikamba, a triklopyr és a glifozát hatóanyagú herbicidek engedélyezettek Kaliforniában, rét-legelő területeken. Ezek hátránya, hogy csak csíranövény korban hatásosak, a gyomnövény későbbi fenofázisaiban toleráns e szerekkel szemben. Mivel ezek a szerek hatástartama rövid, a később csírázó gyomnövények ellen nem hatásosak. Így érthető, hogy a folyamatosan csírázó sáfrányos imola ellen miért nem elegendő az egyszeri posztemergens herbicides kezelés. Ezen kívül hátrányuk még, hogy nem szelektívek a sáfrányos imolára, más széleslevelű növényfajokat is irtanak. Pre- és posztemergensen egyaránt szelektív védelmet nyújtanak a klopíralid és a pikloram hatóanyagú szerek, de ezek használata rezisztens sáfrányos imola biotípusok kialakulásához vezetett. A *C. solstitialis* herbicid rezisztens populációját első ízben, 1989-ben a Washington állambeli Daytonban fedezték fel (Gibbs et al. 1995). Callihan és Schirman (1991) szerint a pikloram rezisztens *C. solstitialis* biotípus kialakulása a folyamatos herbicid használatnak köszönhető, ezért a pikloram hatóanyagú szerek használatát nem engedélyezték Kaliforniában. Ezen kívül e populáció keresztrezisztenciát mutatott a klopíraliddal, dikambával és a fluroxipirrel szemben, amelyek hasonló hatásmechanizmusúak, mint a pikloram (Valenzuela-Valenzuela et al. 1997).

A herbicidrezisztencia kialakulása még inkább szükségessé tette az invazív gyomnövényfajok ellen a hagyományos védekezési módszerek mellett más, új, alternatív eljárások lehetőségének vizsgálatát.

##### ***Centaurea solstitialis* elleni védekezés biológiai módszerekkel**

Az Amerikai Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma Exotikus és Invazív Gyomnövények Elleni Védekezést Kutató Részlege (USDA Agricultural Research Service's

Exotic and Invasive Weed Management Research Unit, Albany) és Kalifornia Élelmiszeripari és Mezőgazdasági Minisztériuma (California Department of Food and Agriculture) közös biológiai védekezési programjának köszönhetően a *C. solstitialis* ellen hat rovarfajt telepítettek be az USA-ba, 2002-ig. Először 1986-ban *Bangasternus orientalis* Capiomont bocsátották szabadon Kaliforniában (Maddox et al. 1986). A szabadon bocsátott hat rovarfaj közül napjainkig 3 vált elterjedtté: a *Bangasternus orientalis*, az *Urophora sirunaseva* Hering, és az *Eustenopus villosus* Boheman. A negyedik rovarfaj a *Chaetorellia succinea* Costa a *Chaetorellia australissal* Hering, véletlenül került szabadon bocsátásra 1991-ben (Balciánus and Villages 1999). Szerencsére a *Chaetorellia succinea* nem változtatott gazdát a természetben, így a rokon, természetű, vagy őshonos növényeket sem támadta meg (Villages et al. 1999, 2000). A hatodik rovar, a *Larinus curtus* Hochhut még nem honosodott meg a területen. Mind a hat rovar lárvája a sáfrányos imola virágjában fejlődik, és annak magvaival táplálkozik. Ezek közül csak kettőnek, a *Chaetorellia succineának* és az *Eustenopus villosusnak* van jelentős hatása a magprodukciónak (Pitcairn et al. 1999, 2000a). E két rovarfajt együttesen alkalmazva a növény magprodukciónak 43-76%-al sikerült lecsökkenteni (Pitcairn et al. 2000a).

Az elmúlt 20 évben a növényi kórokozó gombák közül a *C. solstitialis* ellen számos gombafaj állt a vizsgálatok középpontjában. Klisiewicz (1986) laboratóriumi körülmények között vizsgálta a *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *carthami*, a *Verticillium dahliae* Kleb., a *Phytophthora* spp, a *Botrytis cinerea* Persoon és a *Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) De Bary hatását a növény tölevélrózsájára. Azt tapasztalta, hogy a *Botrytis cinerea* kivételével mindegyik kórokozó a növény teljes pusztulását okozta. Mivel ezek a kórokozók nem gazdaspecifikusak, fennáll a veszélye annak, hogy egyes nem-célnövényekben is kárt tesznek. Hasonló okok miatt, tehát a gazdaspecifikusság hiánya miatt bukott meg a vizsgálatok során két másik, Kaliforniában izolált gombafaj is: a *Sclerotinia minor* Jagger, és egy, még nem meghatározott *Ascochyta* faj (Pitcairn et al. 2000c, Woods 1996). Pitcairn és munkatársai (2000b) szerint egy bizonyos *Colletotrichum gloeosporioides* izolátumnak jelentős szerepe lehet e gyomnövény elleni védekezésben, Kaliforniában, gazdaspecifikusságát azonban még nem tisztázták (Woods és Fogle 1998).

A *C. solstitialis* kórokozóival közül a legszélesebb körben vizsgált gombafaj a *Puccinia jaceae* Otth. var. *solstitialis* egy törökországi törzse, amely 1978 óta szerepel a vizsgálatokban (Bruckart 1989, Shishkoff és Bruckart 1993, 1996). E rozsdagomba okozta fertőzés csökkenti a virágzati fejcskék számát és a növény magprodukciónak (Pitcairn 1999).

### 4.3. *Salsola tragus* L. (homoki ballangó)

#### 4.3.1. A *Salsola tragus* L. (homoki ballangó) jellemzése

A *Salsola tragus* L. (syn: *Salsola kali* ssp. *ruthenica* (Iljin) Soó) homoki ballangó, (*Chenopodiaceae*) egyéves, 10-60 cm magas, sűrűn ágas, szúrós, szürkészöld (néha piros csíkos) szárú növény (3. ábra). A kifejlett növény akár fél méternél is nagyobb átmérőjű gömb alakú bokrokat is képezhet. Ülő lomblevelei 3-5 cm hosszúak, 1 mm vastagok, húsosak, fonalszerűek, szúrós árhegyben végződnek. A levelek tövében két, hártvás szélű, murvásodó levél ül, melyek tüskés-pillás élűek, kb. 1 cm hosszúak, szintén árhegyűek. Virágai zöld színűek, a levél hónaljában 1-3-asával ülnek. Magtermése több ezer is lehet tövenként. Június elejétől októberig virágzik. Kora tavasztól késő őszig folyamatosan csírázik. Magvainak érése után szárai a földből kiszakadnak, és nagy bokrait messze kergeti a szél, miközben jól csírázó magvai elszóródnak. Életformája: T<sub>4</sub> (Ujvárosi 1973).<sup>1</sup>



3. ábra. *Salsola tragus* L. (Ujvárosi 1973)

A *Salsola* fajok Közép-Ázsiából származnak, majd innen terjedtek el Afrikába, Európába és Észak-Amerikába (Pyancov et al. 2001). Hazánkban a *Salsola tragus* honos, Vas megye és Sopron környéke kivételével mindenhol megtalálható, száraz homok, vagy homokos lösztalajokon. A szántóföldeken kívül különösen homoki legelőkön és parlagon hagyott területeken gyakori (Ujvárosi 1973).

A *Salsola tragus* L. Észak-Amerika nyugati részének leggyakrabban előforduló egynyári gyomnövénye (Bruckart et al. 2004a). Feltehetően 1873 és 1913 között,

<sup>1</sup> Megjegyzés: a legfrissebb taxonómiai adatok szerint a magyarországi *Salsolák* esetén korábban használt *Salsola kali* ssp. *ruthenica* (Iljin) Soó új, érvényes neve a *Salsola tragus* L. (Ryan és Ayres 2000). Azért, hogy a disszertációban az Amerikában és Magyarországon élő *Salsola tragus*on végzett vizsgálatok könnyebben követhetők és egymástól elkülöníthetők legyenek, a hazai populációra az STM, az észak-amerikaira az STA jelölést használjuk.

Oroszországból, lenmaggal hurcolták be először Dél-Dakotába (Stevens 1943, Robins et al. 1952, Young és Evans 1985). Azóta az USA nyugati részén nem kevesebb, mint 41 millió hektárnyi területet gyomosít (Young 1991).

#### **4.3.2. A *Salsola tragus* jelentősége**

Mosyakin (1996) szerint a mintegy 150 *Salsola* fajból hatot hurcoltak be Észak-Amerikába. Ezek közül a *Salsola tragus* terjedt el leginkább. Jelenleg a *Salsola tragus*nak (Russian thistle) több tudományos neve (szinonímja és alfaja) használatos Észak-Amerikában, ami jelentős gondot és zavart okoz a gyomnövény kártételének felmérésekor (Mosyakin 1996).

Az Egyesült Államokban elterjedt *Salsola* fajok, a szántóföldi kultúrák közül főként a búzát és a lucernát gyomosítják, ezenkívül legelőkön, utak mentén, parlagon hagyott területeken fordulnak elő. Súlyos károkat okoznak azzal, hogy az általuk „meghódított” új területekről értékes takarmánynövényeket, illetve termesztett növényeket szorítanak ki. Emellett több, jelentős zöldségfélék károsító vírusvektor rovar számára szolgálnak gazdanövényként, allergén pollent termelnek, szúrós leveleikkel sérülést okozhatnak a farmereknek és az állatoknak, mérgezőek a juhokra, és növelik a tűz keletkezésének lehetőségét a műveletlen területeken (Young és Evans 1985, Schillinger és Young 2000).

#### **4.3.3. A *Salsola tragus* elleni védekezés módszerei**

##### **A *Salsola tragus* elleni védekezés hagyományos módszerekkel**

A szántóföldi kultúrákban a szántás és a kaszálás a csíranövények ellen hatásos ugyan, de a növény későbbi fenofázisaiban, főként magérlelést követően – a magvak szétszóródása miatt – nem ajánlatos. A *Salsola* fajok ellen hatékonyan lehet védekezni gyomirtószerekkel, azonban használatuk rét-, vagy legelőterületeken – e területek kis termőértéke miatt - nem gazdaságos. Másrészt a herbicidek túlzott használatának következtében az utóbbi években egyes szulfonilurea vegyületcsoportba tartozó szerekkel szemben rezisztens *Salsola* biotípusok alakultak ki, ami még inkább megnehezíti irtásukat. A *Salsola tragus* klórszulfuron rezisztens biotípusáról Idahóban, Oregonban és Washingtonban számoltak be, míg szulfometuronnal és klórszulfuronnal szemben rezisztens biotípusai Kaliforniában alakultak ki (Saari et al. 1992, Stalling et al. 1994, Young et al. 1995).

### **A *Salsola tragus* elleni védekezés biológiai módszerekkel**

Az 1960-as években, az Egyesült Államokba két lepkefaj: a *Coleophora klimerschiella* Toll és a *Coleophora parthenica* Meyrick került betelepítésre a *Salsola tragus* ellen, de ezek nem bizonyultak hatásosnak (Goeden és Pemberton 1995, Müller et al. 1990). Sobhian és munkatársai (2003) azt tapasztalták, hogy a *Desertovellum stackelbergi* Mamaev gubacslégy (*Diptera: Cecidomyiidae*) Üzbegisztánban végzett kisparcellás kísérletek során a *Salsola tragus* „A”-biotípusát részesítette előnyben a szabad táplálékválasztási kísérletben, bár támadta a „B”-biotípust is. Az Amerikai Egyesült Államokban az említett rovarfajokon kívül két kórokozó gombát is ígéretesnek tartanak a *Salsola* fajok elleni biológiai védekezésre: a Törökországból származó *Uromyces salsolae* Reichardt rozsdagombát (Hasan et al., 2001) és az általunk, Magyarországon izolált *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. and Sacc. (Bruckart et al. 2004a).

## 5. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 5.1. Gombafajok azonosítása

Vizsgálatainkat 1994 és 1999 között az ország különböző vidékein (Szarkás, Bugac, Abasár, Nagykovácsi, Budapest) végeztük. 1994 szeptemberétől rendszeresen gyűjtöttük a *Salsola tragus* (homoki ballangó), a *Centaurea solstitialis* L. (sáfrányos imola), a *C. pannonica* Heuff. (alföldi imola), a *C. micranthos* Gmel. (kisfészkü imola), és a *C. sadleriana* Janka (budai imola) betegség tüneteit mutató egyedeit. A vizsgált növényfajok listáját azért bővítettük a *C. solstitialis* kívül még három *Centaurea* fajjal (4-7 ábra), mert a *C. solstitialis* mediterrán vándornövény lévén, csak szórványosan fordul elő Magyarországon, így élőhelyének megtalálása a vizsgálatok kezdetén kérdéses volt. Ezenkívül feltételeztük, hogy a növények közeli rokonságából adódóan, a másik három növény kórokozói között is adódhat olyan, amely a *C. solstitialis* elleni biológiai védekezésre alkalmas lehet.

A begyűjtött növények közül kiválogatott beteg növényi részeket Petri-csészében, nedveskamrában inkubáltuk.

A mintákon előforduló gombafajokat közvetlenül - természetes szubsztrátumukon, - vagy táptalajra történő izolálásukat követően, tiszta tenyészetben, morfológiai bélyegeik, illetve tenyészbélyegeik alapján, mikroszkópi vizsgálatokkal azonosítottuk. (Az értekezésben közölt fényképek Vajna és Schwarczinger közös munkái).

Izolálás: A begyűjtött növényen sporuláló gombafajokat kihúzott üvegbot, vagy lelángolt lándzsátű segítségével antibiotikus (500ppm kloramfenikol tartalmú) táptalajra helyeztük. Azokról a mintákról, amelyeken sporuláció nem volt megfigyelhető, a növény felületi fertőtlenítése után lelángolt szikével vettünk szövetdarabot, ügyelve arra, hogy az a növény elhalt és ép szöveti rész határáról származzon, ahol feltehetően a gomba növekedése a legaktívabb. Az így kimetszett növényi szövetdarabokat szintén antibiotikus táptalajra helyeztük.





**4. ábra. *Centaurea solstitialis***



**5. ábra. *Centaurea sadleriana***



**6. ábra. *Centaurea pannonica***



**7. ábra. *Centaurea micranthos***

## 5.2. Patogenitás vizsgálatok

Az azonosított gombafajok patogenitásáról a növény mesterséges inokulációjával győződünk meg. Nekrotróf kórokozó esetén, a Koch-féle posztulátumoknak eleget téve, visszaizoláltuk a kórokozót. A gombaizolátumok tiszta tenyészeit további vizsgálatok céljából az amerikai partner rendelkezésére bocsátottuk. A gyűjtött növényi mintákból herbáriumi anyagot készítettünk.

Ahhoz, hogy megállapíthassuk, hogy egy gomba patogénként, vagy szaprotrófként volt-e jelen az adott növényen, illetve, hogy felmérhessük kártételét az adott gyomnövényen, mesterséges inokulálást kell végeznünk a kórokozóval.

Az inokulum előállításához monospórából kiinduló tiszta tenyészetet hoztunk létre. A gombákat *in vitro* táptalajon szaporítottuk fel. A gombák tenyésztéséhez burgonyadextróz-agart, malátás Czapek-agart, zabliszt-agart (Ubrizsy és Vörös 1968) és módosított Richard-oldatot (Templeton 1992) használtunk.

A patogenitás vizsgálatokhoz szükséges inokulumot két módszerrel állítottunk elő:

Szilárd táptalajon: A feltételezett kórokozó 7-10 napos, sporuláló, kémcsöves, ferdeagaros tenyészetéről steril desztillált vízzel mostuk le a gomba konídiumait és a megdermedt táptalaj egész felületén szélesztettük a szuszpenziót. Ennek a módszernek előnye (az inokulum lemez közepére történő oltásával szemben) az, hogy az agar-lemez teljes felületén azonos korú tenyészetet nyerünk. Ezt követően a sporuláló gomba konídiumait steril desztillált vízzel mostuk le a táptalaj felszínéről.

A folyékony táptalajban (módosított Richard-oldatban) rázatott kultúrát először ultracentrifuga segítségével üleptítettük, majd steril desztillált vízzel hígítottuk mindaddig, míg el nem értük a kívánt koncentrációt (Templeton 1992). A konídiumszuszpenzió sűrűségének megállapításához Bürker-féle vérszámológó-kamrát használtunk (Ubrizsy és Vörös 1968).

Az így elkészített konídiumszuszpenziót kézi permetezővel juttattuk a növényekre. A kezelt növényeket ezután műanyag- fólia zacskóból kialakított nedvesmrában, sötétben, 12 órán keresztül, fitotronban inkubáltuk.

A *Centaurea* fajok kísérleti egyedei az MTA NKI Julianna-majori telepéről (Nagykovácsi), természetes élőhelyről származtak. A begyűjtött gyökeres példányokat becserepeztük, majd üvegházba helyeztük. A mesterséges inokulációs kísérletekben 3 kezelt és 3 kontroll növényt használtunk.

A *Salsola* fajokkal kapcsolatos kísérletek során magról nevelt, cserepes növényeket használtunk. A hazai *Salsola tragus* (STM) magvait Szarkáson gyűjtöttünk. Az amerikai *Salsola* (STA) magvak az amerikai partnertől származtak, a faji meghatározást F. Ryan (W. Bruckart szóbeli közlés) végezte. A magvak behozatalát és a kísérletek elvégzését az FVM Növényvédelmi és Agrár-Környezetgazdálkodási Főosztálya 24496/1/1997 számú engedélyével végeztük, szigorúan ellenőrzött körülmények között. A magvakat csíráztatás előtt, - az esetleges magfertőzések elkerülése érdekében - 1%-os Tachigaren (hymexazol) 70 WP-vel csáváztuk. A szűrőpapíron csíráztatott magvakat autoklávban, 20 percig sterilizált, Szarkásról származó homoktalajba vetettük. A kísérletek során 5-5 növényt használtunk (az ettől eltérő növényszámot a kísérlet részletes leírásakor külön tüntetjük fel).

### **5.2.1. *Centaurea sadleriana* végzett patogenitás vizsgálat**

#### **5.2.1.1. *Centaurea sadleriana* mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioides*szel**

##### **Nedveskamrás kísérlet**

A burgonya-dextróz-agar (BDA) táptalajon, 14 napig növekedett gomba konídiumaiból desztillált vízzel  $1,3 \times 10^6$  konídium/ml koncentrációjú szuszpenziót készítettünk. Ezzel a szuszpenzióval vagy az egész levelet lepermeteztük, vagy a levelek megjelölt helyeire egy-egy cseppet csöppentettünk, illetve a gombatenyészetből 0,5 cm átmérőjű micéliumos agarkorongokat helyeztünk. Az így inokulált leveleket 12 órán át sötétben, nedveskamrában, 22-24°C-on, majd 24°C -on természetes megvilágítás mellett inkubáltuk.

##### **Üvegházi kísérlet**

Az üvegházban áttelelő *Centaurea* fajokat (*C. micranthos*, *C. sadleriana*, *C. pannonica*) a gomba  $1,2 \times 10^7$  konídium/ml koncentrációjú szuszpenziójával permeteztük. A kezelt növényeket egy napra sötétbe, nedveskamrába tettük. A kísérletben mindhárom *Centaurea* faj három-három egyede, illetve kontrollként szolgáló *Centaurea pannonica* három egyede szerepelt.

## **5.2.2. *Salsola tragus* (STM) végzett patogenitás vizsgálatok**

### **5.2.2.1. *Salsola tragus* (STM) mesterséges inokulációja *Microsphaeropsis olivacea*val**

A növényeket 10 napos burgonya-dextróz-agar (BDA) táptalajon tenyésztett, *Microsphaeropsis olivacea* tenyészetéből nyert,  $2 \times 10^5$  db/ml koncentrációjú konídiumszuszpenzióval permeteztük le.

Inkubáció: A kezelt növényeket 12 órán át, 20°C -on, sötétben, nedveskamrában, majd 20-24°C-on, üvegházban tartottuk.

### **5.2.2.2. *Salsola tragus* (STM) mesterséges inokulációja *Phoma salsava*val**

Az inokulumot 12 napos malátás-Czapek táptalajon növekedett tenyészetből állítottuk elő. A konídiumszuszpenzió koncentrációja  $10^6$  konídium/ml volt.

Inkubáció: 12 órán át, 20°C-on, sötétben, nedveskamrában, majd 20-24°C-on, üvegházban történt.

### **5.2.2.3. *Salsola tragus* (STM) mesterséges inokulációja *Verticillium tenerum*mal**

A növények inokulálására 14 napos malátás-Czapek táptalajon növekedett tenyészet szolgált. A növényeket  $4 \times 10^6$  konídium/ml koncentrációjú konídiumszuszpenzióval permeteztük le. Inkubáció: 12 órán át, 20°C-on, sötétben, nedveskamrában, majd 20-24°C-on, üvegházban történt.

### **5.2.2.4. *Salsola tragus* (STM) mesterséges inokulációja *Diplodina salsolaeva*val**

Hővel sterilizált *Salsola tragus* (STM) leveleket tartalmazó, malátás-Czapek táptalajon, 11 napig növekedett gomba tenyészetből nyert,  $2 \times 10^6$ /ml koncentrációjú konídiumszuszpenziót permeteztünk a növényekre.

Inkubáció: 12 órán át, 20°C-on, sötétben nedveskamrában, majd 20-24°C-on, üvegházban történt.

#### **5.2.2.5. *Salsola tragus* (STM) mesterséges inokulációja *Alternaria alternata*val**

Tapasztalataink szerint e gomba jól sporulált, ha 5%-os vizes-agar lemezekre, hővel sterilizált *Salsola* leveleket és szárazakat helyeztünk, és ezek mellé oltottuk a gombát. A lemezeket near-UV csövek alá helyeztük. Inkubálás 24°C-on, 12 órás megvilágítás mellett, 14 napig történt. Inokulumként e lemezekről sterilizált desztillált vízzel lemosott konídiumszuszpenzió szolgált, melynek koncentrációja  $1.3 \times 10^6$  konídium/ml volt. A így elkészített szuszpenzióval kezeltünk előzőleg sebzett és nem sebzett növényeket. Kontrollként desztillált vízzel kezelt növények szolgáltak. Ezt követően 12 órát sötétben, 20°C-on, nedveskamrában inkubáltuk a tesztnövényeket, majd üvegházba 18-24°C-ra helyeztük őket.

### **5.3. A biológiai védekezés szempontjából ígéretes gombafajok vizsgálata**

Előzetes patogenitási vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc és a *Sclerostagonospora salsolae* (Moesz) Schwarczinger, Vajna & Bruckart a *Salsola tragus* (STM) virulens kórokozói, az általuk kiváltott súlyos tünetek révén képesek gazdanövényük teljes pusztulását okozni. Annak kiderítése érdekében, hogy felmérhessük e két gombafaj biológiai védekezésben való felhasználásának esélyeit az Észak-Amerikában meghonosodott *Salsola tragus* ellen, szükségesnek láttuk e gombafajok további, részletesebb vizsgálatát. E vizsgálatokat és azok eredményeit ezért külön fejezetben tárgyaljuk.

#### **5.3.1. A *Sclerostagonospora salsolae* és a *Colletotrichum gloeosporioides* telepnövekedési - hőoptimumának vizsgálata**

A bioherbicid hatásosságának a kórokozó virulenciáján kívül másik előfeltétele, hogy a faj a célnövényvel közel azonos környezetigénnyel rendelkezzen, annak érdekében, hogy a védekezés területén fertőzőképes és szaporodóképes tudjon maradni. E feltételek felderítésére irányultak a *C. gloeosporioides*szel és a *S. salsolae*val kapcsolatos vizsgálataink. Munkánk során azonos körülmények (táptalaj, fényhatás) mellett, de különböző hőmérsékleten tenyésztettük a gombákat és megfigyeltük a telep növekedését, sporulációját.

### 5.3.1.1. A *Sclerostagonospora salsolae* telepnövekedési-hőoptimumának vizsgálata

Különböző hőmérsékletű (5, 10, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36°C) termosztátokban, sötétben, 17 napon át, burgonyadextróz-agar táptalajt tartalmazó 10 cm átmérőjű Petri-csésze közepére oltva inkubáltuk a vizsgált gombát. Az inokulum 5 mm átmérőjű agaros micélimkorong volt. A telepátmérőt a Petri-csésze alján húzott, két, egymásra merőleges átló mentén mértük. A méréseket 2 naponta, azonos időben végeztük. Ovális alakú telep esetén az átlók hosszának átlagát vettük alapul. A kísérletet három ismétlésben végeztük. A statisztikai analízist P=5%-os valószínűségi szinten vizsgáltuk. Az átlagos telepnövekedés kiszámításakor figyelembe vettük az inokulum nagyságát és a gombanövekedés megindulásának időpontját, ezért az utolsó napon mért telepátmérő adatait, a harmadik napon mért adatokkal korrigáltuk. Az átlagos telepnövekedést a következő képlet szerint számoltuk:

$$\text{átlagos lineáris telepnövekedés (mm/nap)} = \frac{\text{a 17. napon mért telepátmérő (mm)} - \text{a 3. napon mért telepátmérő (mm)}}{14}$$

### 5.3.1.2. A *Colletotrichum gloeosporioides* telepnövekedési-hőoptimumának vizsgálata

Különböző hőmérsékletű (5, 10, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36°C) termosztátokban, sötétben, 17 napon át, zabliszt-agar táptalajt tartalmazó, 10cm átmérőjű Petri-csésze közepére oltva inkubáltuk a vizsgált gombát. A vizsgálat és az eredmények értékelése megegyezett a 5.3.1.1. pontban vázoltakkal.

### 5.3.2. *Sclerostagonospora salsolae*val végzett mesterséges inokulációs kísérletek

1996 júliusában homoki ballangó súlyosan beteg egyedeiről egy piknidiumos gombát izoláltunk, amely morfológiai bélyegei alapján megegyezett a Moesz által, 1926-ban *Hendersonia salsolae*ként leírt fajjal. Munkánk során e fajt, az érvényben lévő szabályok szerint a *Sclerostagonospora* genusba helyeztük át, ezért az értekezésben, a továbbiakban a *Sclerostagonospora salsolae* érvényes fajnevet használjuk. Ezt a gombafajt Moesz *Salsola kali* L. elhalt leveleiről mutatta ki, azonban patogenitásáról nem tett említést (Moesz 1926). A szakirodalomban e faj előfordulására és tulajdonságaira nem volt adat. Ugyanakkor - feltételezésünk szerint - a terepi gyűjtéseink során tapasztalt csíranövénypusztulás okozója a

*Sclerostagonospora salsolae* (syn.: *Hendersonia salsolae*). Ezt a hipotézist kívántuk igazolni a következő mesterséges inokulációs kísérletek elvégzésével.

#### **5.3.2.1. Különböző fenofázisú *Salsola tragus* (STM) növények mesterséges inokulációja *Sclerostagonospora salsolae*val**

Négy-hatleveles csíranövényeket, és hathetes, kifejlett növényeket inokuláltunk *S. salsolae*val. Inokulumként 12-napos, malátás-Czapek-agar táptalajon, 12 órás megvilágításon, 21°C-on növekedett gombatenyészet szolgált. Az így nyert  $3,0 \times 10^5$  db/ml koncentrációjú konídiumszuszpenzióval 20-20 darab csíranövényt, és 10-10 darab kifejlett növényt permeteztünk le. A kontroll növényeket steril desztillált vízzel kezeltük. A kezelést követően a növényeket 24 órán át, 24°C-on, sötétben, nedveskamrában inkubáltuk, majd üvegházba helyeztük, ahol a hőmérséklet 18 °C és 28°C között változott.

#### **5.3.2.2. *Salsola tragus* (STA) fogékonyságának vizsgálata *Sclerostagonospora salsolae*val szemben**

Tekintettel arra, hogy kísérletünkben a *Sclerostagonospora salsolae* súlyos tüneteket váltott ki a hazai *Salsola tragus*on (STM), szükségesnek láttuk az amerikai származású *Salsola tragus* (STA) fogékonyságának vizsgálatát is e kórokozóval szemben.

Hathetes, kifejlett, magról nevelt *Salsola tragus* (STA és STM) növényeket inokuláltunk *Sclerostagonospora salsolae*  $10^6$  db/ml koncentrációjú konídium-szuszpenziójával. Az amerikai *Salsola tragus* magvait az amerikai partner Fresnoban (Kalifornia) gyűjtötte. Inokulumként 14-napos, 21°C-on, BDA táptalajon növekedett gombatenyészet szolgált. A konídiumszuszpenzióval 10-10 db *Salsola tragus* növényt kezeltünk. A kezelt növények 12 órán át nedveskamrában, 22°C-on, majd fitotronban, 12 órás megvilágításon, szintén 22°C-on lettek inkubálva.



### 5.3.3. *Colletotrichum gloeosporioidesszel* végzett mesterséges inokulációs kísérletek

#### 5.3.3.1. *Salsola tragus* (STA) különböző biotípusainak mesterséges inokulációja

##### *Colletotrichum gloeosporioidesszel*

A *Salsola* fajok rendszerezésében mind a mai napig nem jött létre a világ botanikusai között egyetértés. Ez a magyarázata annak, hogy az Egyesült Államok egyik legelterjedtebb *Salsola* fajának a *Salsola tragus*-nak hat szinonim neve használatos világszerte (Mosyakin 1996). Ryan és Ayres (2000) szerint a *Salsola tragus*-nak genetikai és morfológiai tulajdonságai alapján két biotípusa különböztethető meg. Annak érdekében, hogy tisztázzuk, hogy a feltételezett két biotípus *Colletotrichum gloeosporioidesszel* szembeni fogékonysága eltérő-e, úgynevezett vaktesztet végeztünk.

Az amerikai partner hat kódszámmal jelölt *Salsola* mag mintát küldött, amelyek biotípusonként három különböző populációból származtak. A becserepezett, hathetes növényeket mesterségesen inokuláltuk a *Colletotrichum gloeosporioides* konídiumszuszpenziójával. Mintánként húsz kezelt és húsz kontroll növény szerepelt a kísérletben. Az inokulum a gomba 19-napos, zabliszt-agaron növekedett tenyészetéről származott. Az inokulum koncentrációja  $1,3 \times 10^7$  konídium/ml volt. 48-órás nedveskamrás inkubáció után, a növényeket 20-22°C hőmérsékletű, 12 órás megvilágítású üvegházba helyeztük. A növéyminták gyűjtési adatait a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat. A kísérletben használt *Salsola tragus* biotípusok gyűjtési adatai

| Minta jelzése | Biotípus A/B | A gyűjtés helye | A gyűjtőhely földrajzi adatai |                   |
|---------------|--------------|-----------------|-------------------------------|-------------------|
|               |              |                 | Északi szélesség              | Nyugati hosszúság |
| 1             | B            | Fresno, 3       | 36° 43.3'                     | 119° 44.1'        |
| 2             | B            | Santa Nella     | 37° 4.3'                      | 121° 1.2'         |
| 3             | A            | Davis, 1        | 38° 32.1'                     | 121° 44.1'        |
| 4             | A            | Fresno, 2       | 36° 48.9'                     | 119° 51.5'        |
| 5             | A            | Fresno, 1       | 36° 43.3'                     | 119° 44.1'        |
| 6             | B            | San Diego       | 32° 46.1'                     | 117° 9.2'         |

Az inokulációt követő nyolcadik napon a gomba által kiváltott tünetek súlyossága alapján a következő bonitálási skála szerint értékeltük a kísérletet.

**Bonitálási skála:**

0 pont - nincs tünet

1 pont – elszórt, néhány sejtre kiterjedő lokális nekrozisok

2 pont – részlegesen elhalt növény

3 pont – elpusztult növény

**5.3.3.2. Különböző fenofázisú *Salsola tragus* (STM) fogékonysága *Colletotrichum gloeosporioidesszel* szemben**

A homoki ballangó *Colletotrichum gloeosporioidesszel* szembeni fogékonyságáról, a növény különböző fenofázisában elvégzett mesterséges inokulációval győződünk meg.

***Salsola tragus* csíranövények mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

Négyleveles csíranövényeket kezeltünk a gomba konídiumainak vizes szuszpenziójával. Egy cserépben 5-5 növény fejlődött. Az inokulum tíznapos, zablisztagaron növekedett tenyészetből nyert,  $1,6 \times 10^6$  konídium/ml koncentrációjú szuszpenzió volt. A kezelést követően a növényeket 24 órán keresztül nedveskamrában, sötétben, 24°C-on, majd 20-24°C-on üvegházban, 12 órás megvilágítás mellett inkubáltuk. A kísérletben összesen 15 kezelt és 15 kontroll növény szerepelt.

**Bokrosodó *Salsola tragus* (STM) növények mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

Bokrosodó (négy hetes), magról nevelt, becserepezett növényeket kezeltünk 14 napos, burgonya-dextróz-agaron növekedő tenyészetről nyert konídiumszuszpenzióval. A konídiumszuszpenzió koncentrációja:  $6 \times 10^6$  konídium/ml volt. Az inkubálás: 24 órán át, sötétben, nedveskamrában 26-28°C-on, majd üvegházban 20-27°C-on történt.

### **5.3.3.3. Különböző fenofázisú *Salsola tragus* (STA) növények fogékonysága a *Colletotrichum gloeosporioidesszel* szemben**

A további vizsgálatunk célja, annak kiderítése volt, hogy az Egyesült Államokban gondot okozó *Salsola tragus* „A,-biotípusa különböző fenofázisaiban miként viselekedik a *Colletotrichum gloeosporioidesszel* szemben?

#### **Hat-nyolcleveles *Salsola tragus* (STA) mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

Nyolc napos, zabliszt-agaron növekedett *C. gloeosporioides* tenyészet konídiumszuszpenziójával kezeltük a kéthetes, 6-8 leveles *Salsola tragus* (STM és STA) növényeket. Az amerikai *Salsola tragus* magvai Davisből származtak (Kalifornia). Az inokulum koncentrációja  $7 \times 10^6$  konídium/ml volt. A 24 órás, 24°C-on történt nedveskamrás inkubációt követően a növényeket 13-27°C hőmérsékletű üvegházba helyeztük. A kísérletben 5-5db kezelt növény és 5-5db kezeletlen kontroll növény szerepelt növényfajonként.

#### **Bokrosodó *Salsola tragus* (STA) mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

Az inokuláció hathetes *Salsola tragus* (STA és STM) növényeken,  $10^7$ db/ml koncentrációjú konídiumszuszpenzióval történt. Az inokulumot háromnapos, módosított Richard-oldatban rázatott kultúrából nyertük. A teszt növényeket 20-órás, sötétben történő, nedveskamrás inkubáció (20-27°C-on) után üvegházba, természetes fényviszonyok közé helyeztük. Az üvegház hőmérséklete 14-37°C között változott.

#### **Virágzó *Salsola tragus* (STA) mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

A kezelés háromhónapos, virágzó (STA és STM) növényeken történt. Inokulumként négy napon keresztül, Richard-oldatban rázatott kultúrából nyert konídiumszuszpenziót használtunk. A konídiumszuszpenzió koncentrációja  $7,5 \times 10^6$  db/ml volt. A teszt növényeket 24 óra elteltével a nedveskamrából 24-27°C hőmérsékletű üvegházba helyeztük.

#### 5.3.3.4. Kultúrnövények mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel*

Ahhoz, hogy egy mikroorganizmusból bioherbicid lehessen, azon kívül, hogy hatékonyan kell irtania célnövényét, más kritériumoknak is meg kell felelnie. Egyik ilyen kívánalom a biztonságosság, ami azt jelenti, hogy a kórokozó más növényben nem tehet kárt. A kórokozó faj e tulajdonságát az úgynevezett „centrifugális filogenetikai teszttel” ellenőrzik. Ennek során a védekezés célnövényével közeli rokon növényfajokat fertőznek a kiválasztott gombafajjal és vizsgálják, hogy a kórokozó okoz e valamilyen kárt e növényeken. A teszt növények körét végül nem rokon, természetett, vagy vadon élő növényfajokkal egészítik ki (Hasan 1980, Wapshere 1982). Amennyiben a kiválasztott gombafaj a teszt növényeket nem fertőzi, biológiai gyomirtásra biztonságosan alkalmazható.

Az általunk azonosított – eddig a *Salsola* fajokon ismeretlen - *Colletotrichum gloeosporioides* törzssel előzetes vizsgálatokat végeztünk, annak érdekében, hogy tájékozódási adatokat nyerjünk a kórokozó gazdanövény-specifikusságáról.

A vizsgálathoz olyan teszt növényeket választottunk ki, amelyek a védekezés célnövényével megegyezően a libatopfélék (*Chenopodiaceae*) családjába tartoznak (rizsparéj, cukorrépa), vagy ismeretes *Colletotrichumos* betegsége, tehát fogékony lehet a *Salsola tragus* ról izolált *C. gloeosporioides* szemben (uborka, paradicsom, bab, paprika). Inokulumként 10-napos, zabliszt-agaron, 22°C-on, 12 órás megvilágításon tenyésztett, sporuláló gombatenyészet szolgált. A konídiumszuszpenzió koncentrációja  $6 \times 10^6$  konídium/ml volt. A kezelt növények száma növényfajonként három volt. A kontroll növényeket (növényfajonként 3 egyed) desztillált vízzel kezeltük. Inkubálás 12 órán át sötétben, nedveskamrában, 24°C-on, majd üvegházban, 19-25°C-on, 12 órás megvilágításon történt.

#### **Teszt növények:**

rizsparéj (*Chenopodium quinoa* Willd.): bokrosodó

paradicsom (Korai Bíbor): négy-hatleveles

paprika (Hatvani): két-négyleveles

cukorrépa (St. Enikő): két-négyleveles

bab (Bolyi tarka): négyleveles

uborka (Budai csemege): négy-hatleveles

## 6. EREDMÉNYEK

### 6.1. A biológiai védekezés célnövényein azonosított gombafajok

#### 6.1.1. A *Centaurea* fajokon azonosított gombafajok

A *Centaurea* fajokon azonosított gombafajok adatait a 4. táblázatban foglaltuk össze.

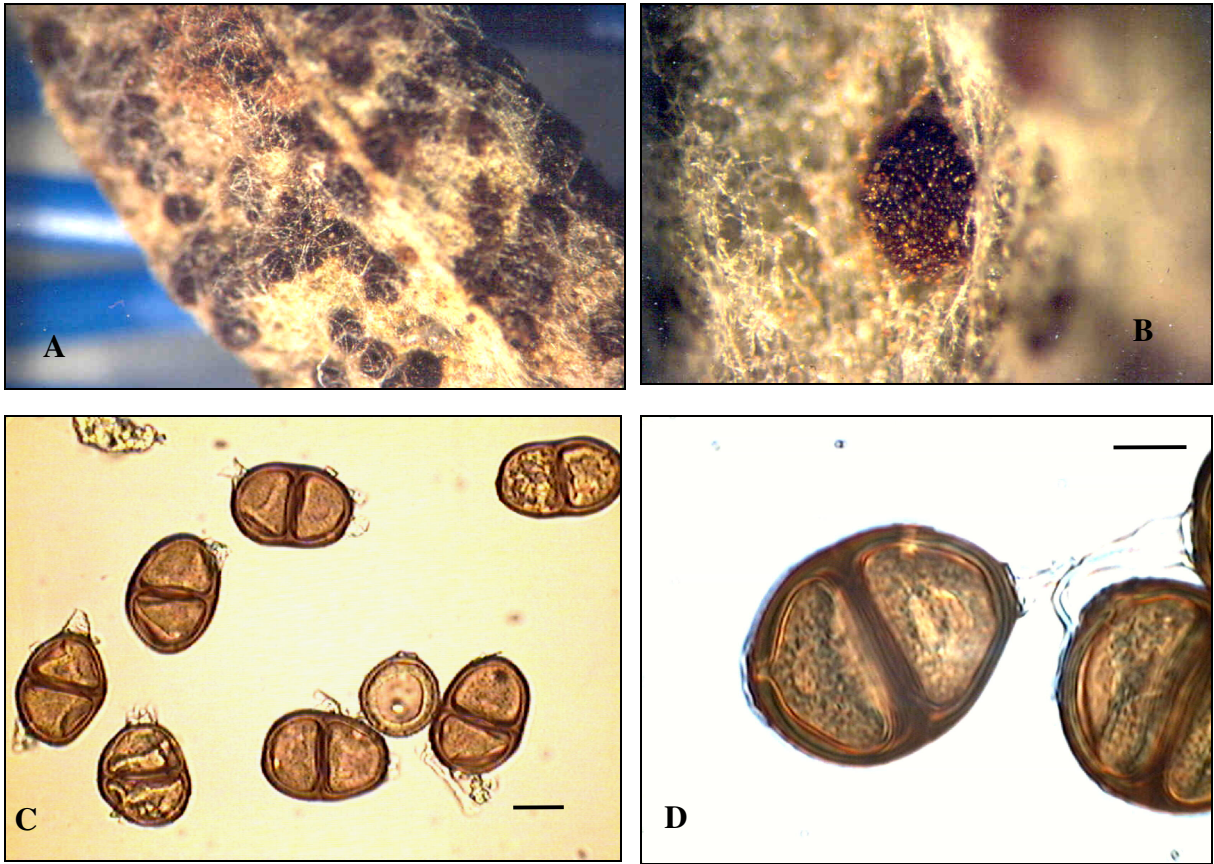
A vizsgált *Centaurea* fajokon előfordult kórokozó gombák közül a két rozsdagomba; a *Puccinia centaureae* f. sp. *typica* De Candolle és a *Puccinia jaceae* Otth. tűnt ígéretesnek biológiai védekezés szempontjából, amelyekkel az amerikai partner végzett további kísérleteket.

#### *Puccinia jaceae* Otth.

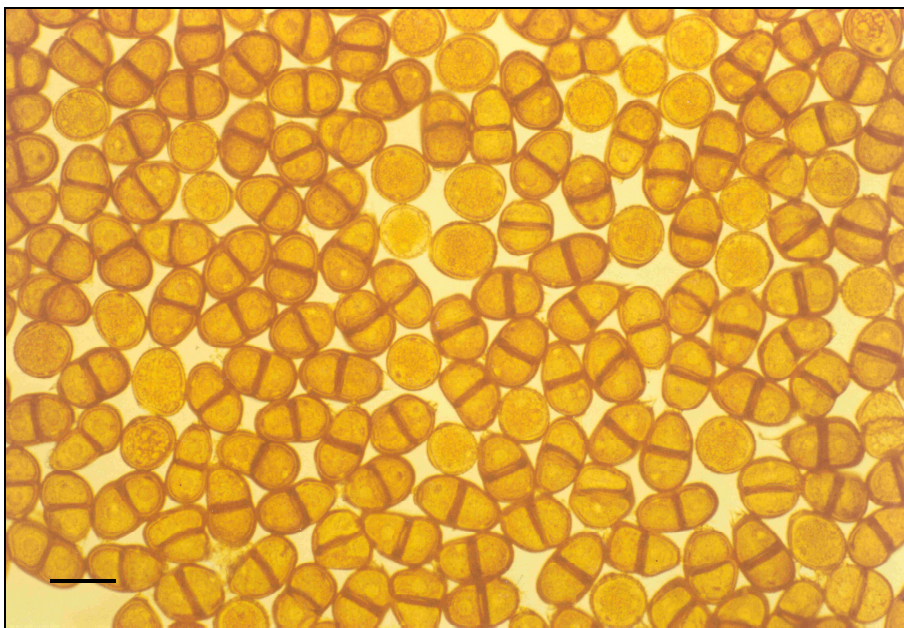
E rozsdagomba a *Centaurea solstitialis* levelén és szárán fordul elő. Ecidium nélküli faj, uredospórái gömbölydedek, 26-30 x 22-24 µm méretűek. A teleutospórák széles tojásdadok, finoman pontozottak, barnák, méretük: 36-47 x 26-30 µm (8. ábra).

#### *Puccinia centaureae* f. sp. *typica* De Candolle

A *C. micranthoson*, a *C. sadlerianán* és a *C. pannonicán* gyakran előforduló rozsdagomba. Ecidium nélküli faj. Uredospórái gömbölydedek, barnák, 23 x 27 µm méretűek. Teleutospórái széles tojásdadok, szemcsézettek-szemölcsösek, barnák, 31-40 x 19-23 µm méretűek (9. ábra).



8. ábra. *Puccinia jaceae* teleutopuzstulái *Cenaturea solstitialis* levelén (A-B), tojásdad teleutospórái és gombölyded uredospórái (C-D) (mérőléc=10µm)



9. ábra. *Puccinia centaureae* f. sp. *typica* gömbölyded uredospórái és széles, tojásdad teleutospórái (mérőléc=25µm)

4. táblázat. A *Centaurea* fajokon azonosított gombafajok Magyarországon (1994-1999)

| Az azonosított gombafaj neve  | Az azonosított gombafaj gazdanövénye,<br>a felvételezés helye, ideje   | Az azonosítás<br>forrásmunkái                 | Új adat<br>Magyarországon (+)      |
|---|--|---|------------------------------------|
| <b>Ascomycota:</b><br><i>Golovinomyces cichoracearum</i><br>(syn.: <i>Erysiphe cichoracearum</i> De<br>Candolle ex Merat) | <i>Centaurea sadleriana</i> , <i>C. micranthos</i> , <i>C. pannonica</i> levelén,<br>Nagykovácsi, 1995. 07. 15. Mór, 1995. 09. 05. # | Braun 1995, Braun et al.<br>2002, Moesz 1939, | <i>C. micranthos</i> on<br>új adat |
| <i>Chaetomium globosum</i> Kunze ex.<br>Steud   | <i>C. sadleriana</i> levelén és szárán, Balatonudvari, 1994.08.21.   | Domsch et al. 1980                            | +                                  |
| <i>Sclerotinia minor</i> Jagger   | <i>C. pannonica</i> gyökérnyaki részén, Budapest, 1996.10.10. #  | Kohn 1979                                     | +                                  |
| <b>Basidiomycota:</b><br><i>Puccinia jaceae</i> Otth.   | <i>C. solstitialis</i> szárán és levelén, Abasár, 1998.07.08. #  | Bánhegyi et al. 1985                          | -                                  |
| <i>Puccinia centaureae</i> f.sp. <i>typica</i><br>De Candolle   | <i>C. pannonica</i> és <i>C. micranthos</i> levelén és szárán,<br>Nagykovácsi, 1994.09.08. #   | Bánhegyi et al. 1985                          | -                                  |
| <b>Deuteromycota:</b><br><i>Phoma endorhodia</i> Saccardo   | <i>C. pannonica</i> szárán Nagykovácsi, 1995.08.18. #  | Hollós 1933                                   | +                                  |
| <i>Pyrenochaeta centaureae</i> Diedicke   | <i>C. micranthos</i> szárán, Nagykovácsi, 1995.08.18.#   | Hollós 1926                                   | +                                  |
| <i>Septoria centaureicola</i> Brunaud   | <i>C. sadleriana</i> , <i>C. micranthos</i> , <i>C. pannonica</i> levelén,<br>Nagykovácsi, 1995.08.03.                               | Bubák 1907                                    | +                                  |
| <i>Colletotrichum gloeosporioides</i><br>(Penz.) Penz. & Sacc.  | <i>C. sadleriana</i> levelén és szárán, Nagykovácsi, 1994.08.14.#  | Sutton 1992                                   | +                                  |
| <i>Ramularia centaureae</i> Lindroth.   | <i>C. sadleriana</i> levelén és szárán, Nagykovácsi, 1995.08.18. #   | Hollós 1910                                   | +                                  |
| <i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.)<br>Link ex Gray  | <i>C. sadleriana</i> szárán, Nagykovácsi, 1994.09.15.  | Domsch et al. 1980                            | +                                  |

4. táblázat folytatása. A *Centaurea* fajokon azonosított gombafajok Magyarországon (1994-1999)

| Az azonosított gombafaj neve               | Az azonosított gombafaj gazdanövénye,<br>a felvételezés helye, ideje  | Az azonosítás<br>forrásmunkái | Új adat<br>Magyarországon (+) |
|--|---|-------------------------------|-------------------------------|
| <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Kiessler | <i>C. sadleriana</i> , <i>C. micranthos</i> , <i>C. pannonica</i> . levelén és szárán, Nagykovácsi, 1994.09.15. # | Chelkowski és Viskonti 1992   | +                             |
| <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.            | <i>C. micranthos</i> gyökerén és gyökérnyaki részén, Nagykovácsi, 1995.09.15.                                     | Sneh et al. 1991              | +                             |

#-el jelölt fajok felméréseink során rendszeresen előfordultak a *Centaurea* fajokon



5. táblázat. *Salsola tragus*on előforduló gombafajok Magyarországon (1994-1999)

| Az azonosított gombafaj neve  | Az azonosított gombafaj előfordulásának helye, ideje | Az azonosítás forrásmunkái | Új adat Magyarországon (+) |
|---|--|----------------------------|----------------------------|
| <b>Qomycota:</b><br><i>Peronospora vistulensis</i> Wróblewsky                                   | levélen, Szarkás, 1995.09.06. #                      | Moesz 1937-1938            | -                          |
| <b>Ascomycota:</b><br><i>Leptosphaeria salsolae</i> Hollós                                      | levélen és száron, Szarkás, Bugac, 1994.09.27. #     | Hollós 1906                | -                          |
| <b>Basidiomycota:</b><br><i>Uromyces salsolae</i> Reichardt                                     | levélen és száron, Szarkás, Bugac, 1994.09.27. #     | Moesz 1941                 | -                          |
| <b>Deuteromycota:</b><br><i>Phoma salsa</i> Sacc.   | levélen és száron, Szarkás, Bugac, 1994.09.27. #     | Hollós 1910                | -                          |
| <i>Phoma salsolae</i> Moesz   | levélen és száron, Szarkás, Bugac, 1994.09.27. #     | Moesz 1918                 | -                          |
| <i>Diplodina salsolae</i> (Oudemans) Allesher   | levélen és száron, Szarkás, Bugac, 1994.09.27. #     | Hollós 1910                | -                          |
| <i>Microsphaeropsis olivacea</i> (Bonord.) Höhn   | levélen és száron, Szarkás, Bugac, 1994.09.27.       | Sutton 1980                | +                          |
| <i>Sclerostagonospora salsolae</i> (Moesz) Schwarczinger, Vajna & Bruckart,                     | levélen és száron, Szarkás 1996.07.25.               | Moesz 1926                 | -                          |
| <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. & Sacc.                                     | levélen és száron, Bugac, Szarkás, 1996.07.25. #     | Sutton 1992                | +                          |
| <i>Colletotrichum acutatum</i> Simmonds.  | száron, Szarkás, Bugac 1994.09.27.                   | Sutton 1992                | +                          |
| <i>Gliocladium solani</i> (Harting) Petch   | elhalt növényi maradványon, Bugac, 1994.08.26.       | Domsch et al. 1980         | +                          |
| <i>Verticillium tenerum</i> (Nees ex Pers.) Link. (teleomorph: <i>Nectria inventa</i> Pethybr.) | száron, Bugac, 1994.08.26.                           | Domsch et al. 1980         | +                          |
| <i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Gray   | elhalt növényi maradványon, Bugac, 1994.08.26.       | Domsch et al. 1980         | +                          |

5. táblázat folytatása. *Salsola traguson* előforduló gombafajok Magyarországon (1994-1999)

| Az azonosított gombafaj neve                   | Az azonosított gombafaj előfordulásának helye, ideje    | Az azonosítás forrásmunkái      | Új adat Magyarországon (+) |
|--|---|---------------------------------|----------------------------|
| <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Kiessler     | levélen és száron, Bugac, 1994.09.09. 27.               | Chelkowski és Viskonti 1992     | +                          |
| <i>Ulocladium alternariae</i> (Cooke) Simmonds | elhalt növényi maradványon, Szarkás, Bugac, 1994.09.27. | Ellis 1971                      | +                          |
| <i>Fusarium acuminatum</i> Ellis et Everhart   | száron, Bugac, 1994.08.26.                              | Nelson, Tousson és Marasas 1983 | +                          |
| <i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.         | száron, Bugac, 1994.08.26.                              | Nelson, Tousson és Marasas 1983 | +                          |
| <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.                | gyökéren és gyökényakon, Szarkás, 1997.07.22.           | Sneh et al. 1991                | +                          |

#-el jelölt fajok felméréseink során rendszeresen előfordultak a *Salsola traguson* (STM)

### 6.1.2. *Salsola traguson* (STM) azonosított gombafajok

E gyomnövényen előforduló gombákra vonatkozóan alig van adat a szakirodalomban. Néhány szórványos adat és fajleírás Moesz Gusztávnak és Hollós Lászlónak köszönhető. Munkánk során a *Salsola traguson* (STM) azonosított gombafajok előfordulási adatait az 5. táblázatban foglaltuk össze. Az általunk talált fajok között – a szakirodalmi adatok és előzetes vizsgálataink eredményei alapján - biológiai védekezés szempontjából perspektivikusnak ítélt fajokkal további vizsgálatokat végeztünk, amelyek eredményeit a következőkben részletezzük.

#### 6.1.2.1. A *Sclerostagonospora salsolae* (Moesz) Schwarczinger, Vajna & Bruckart jellemzése

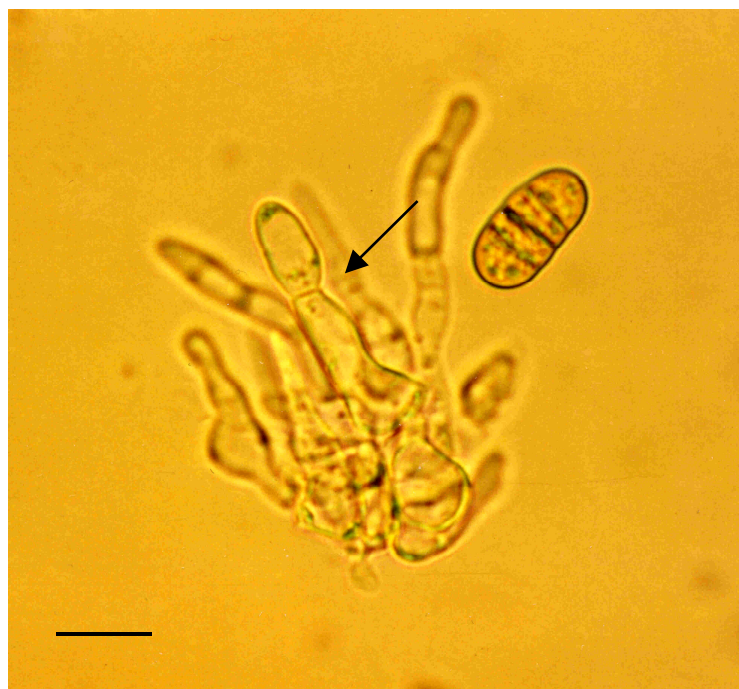
1996 júniusában, Szarkáson végzett terepi vizsgálataink során járványos csíranövénypusztulást figyeltünk meg. A növények levelein és szárán 0,4-4,0 mm átmérőjű, ovális elnyúló foltok voltak láthatók. A foltokat klorotikus, később vörös udvar vette körül.

A fertőzött csíranövényeken, mikroszkópi vizsgálattal egy piknídiumos gombát azonosítottunk, amelynek morfológiai jellemzői megegyeztek a Moesz Gusztáv által 1926-ban (Moesz 1926) *Hendersonia salsolae*ként leírt, *Salsola kalin* talált gombafaj adataival. Ezt a megállapítást erősítette meg az a vizsgálatunk, amely során összehasonlítottuk az általunk izolált fajt a Moesz Gusztáv eredeti, a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárában őrzött herbárium mintájával.

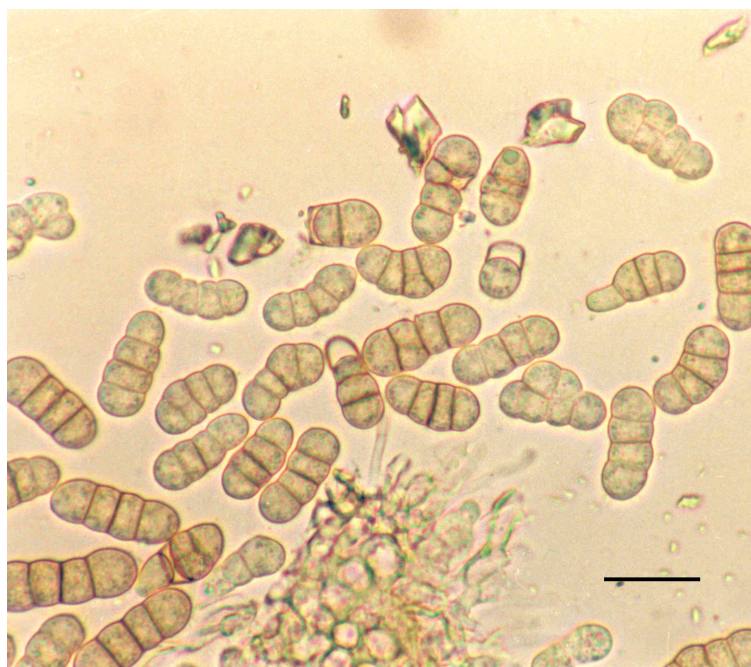
Tekintettel arra, hogy a *Hendersonia* nemzetség eltérő morfológiai tulajdonságú fajokat foglal magába, 1950-ben a Nemzetközi Botanikai Kongresszus (International Code of Botanical Nomenclature) a *Hendersonia* Berk. genust formálisan elvetette (Lanjouw 1952). Ezért szükségessé vált az általunk izolált faj pontos rendszertani meghatározása.

A *Hendersonia* genus revízióját korábban már többen (Saccardo 1884, Maire 1935, Wakefield 1939) javasolták, de javasolataikat nem fogadták el. Végül a Brit Mikológiai Társaság Nevezéktani Bizottságának, Rogers (1949) által módosított változatát fogadta el az IBC 1950-ben. Eszerint a *Hendersonia* genus hialin konídiumú gombafajai a *Stagonospora* (Sacc.) Sacc. genusba sorolandók (lektotípusként *Hendersonia paludosat* Sacc & Speg. jelölve meg), míg a világos barna konídiumú fajok *Sclerostagonospora* Höhn. genusba sorolandók (lektotípusa a *S. heraclei* (Sacc.) Höhn. A *Hendersonia salsolae* *Sclerostagonospora* génuszba történő átsorolásánál az előbb említetteken kívül még Sutton (1980) munkáját vettük alapul.

A vizsgált faj általunk javasolt új neve: *Sclerostagonospora salsolae* (Moesz) Schwarczinger, Vajna & Bruckart, Comb. Nov.; (Syn.: *Hendersonia salsolae* Moesz) (Schwarczinger et al. 2000).



10. ábra. *Sclerostagonospora salsolae* holoblasztikus konídiumképzése (mérőléc=12 $\mu$ m)



11. ábra. *Sclerostagonospora salsolae* konídiumai (mérőléc=15 $\mu$ m)

### ***Sclerostagonospora salsolae* morfológiai jellemzése**

A kórokozó **piknídiumai** a növény szárán és levelén lévő nekrotikus foltokon, a gazdanövény szöveteibe kissé besüllyedve egyesével keletkeznek. A piknídiumok gömbölydedek, ostiolummal nyílnak. Alapi részükön sötétbarnák az ostiolum felé közeledve világosabb barnák. Az ostiolum papilla-szerű. A termőtest fala vékony, parenchimatikus, textura angularis, szubperidermalis, nem mintázott. Átmérője 55-225 µm, magassága 88-150 µm. Konídiumtartó nincs, a **konídiogén sejt** hialin, diszkrét, determinált növekedésű, alapi részén kissé kiszélesedő, ampulla vagy szabálytalan alakú, 15 µm hosszú és 7 µm széles. A konídiumok képződési módja holoblasztikus (10 ábra). A **konídiumok** halvány barnák, hengeresek, alapi részükön lementszettek, csúcsukon lekerekítettek, 1-4 szeptummal tagoltak, ritkán hosszanti harántfal is megtalálható, a szeptumoknál kissé befűződők, jellemzően négysejtűek (11. ábra). A konídiumok 8-12 x 15-25 µm (átlagosan 10 x 25 µm) nagyságúak.

A gomba malátás-Czapek táptalajon jól **tenyészhető**. Telepének színe sötétszürke, a telep széle világosabb. A piknídiumok kissé szubsztrátumba süllyedők, nem aggregálódnak, de szorosan, egymáshoz közel képződnek. A termőtesteket ritka légmicélium fedi. A *S. salsolae* ivaros alakja nem ismert.

Az általunk vizsgált faj herbáriumi példánya a Magyar Nemzeti Múzeum Növénytarában került elhelyezésre, N°BP 91057 számon.

Basionym: *Hendersonia salsolae* Moesz, Moesz G. (1926) Mikológiai közlemények, VII. N°81.

In: Botanikai Közlemények 23, 122. Királyi Egyetemi Nyomda, Budapest.

Holotípus: Magyarország, Szigetszentmiklós, *Salsola kali* L. levelén, 1925 aug. 31. Moesz G.

Elhelyezve: A Magyar Nemzeti Múzeum Növénytarában, Budapest. 1926. N° BP 14,422.

#### **6.1.2.2. *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz.& Sacc. jellemzése**

1996. július 25.-én Szarkáson és Bugacon végzett gyűjtésünk során vett mintákból - a homoki ballangó súlyosan beteg egyedeiről - egy acervuluszos gombát izoláltunk, amit Sutton (1980, 1992) munkái alapján *Colletotrichum gloeosporioides*ként (Penz.) Penz. & Sacc. azonosítottunk.

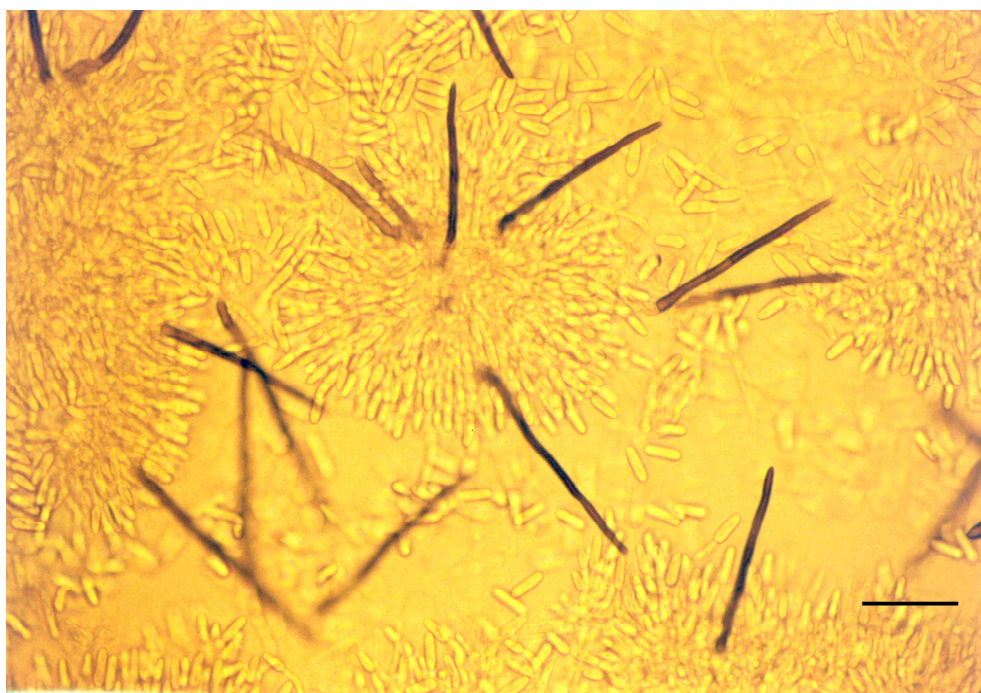
**A betegség tüneti jellemzői.** A növények a gyűjtési területén nagy foltokban kipusztultak. A szár és a levelek epidermiszét nekrotikus foltokon csoportosan képződő **acervuluszok** szakították fel. A besüppedő foltok grafitiszürkén, illetve feketén színezettek. A

növények lankadtak majd elhaltak. A nekrotikus léziókon képződő acervuluszokon (12. ábra) lazac színű konídiumtömeg képződött (13. ábra). A **konídiumok** egysejtűek, hengeresek, lekerekített végűek, hialinok, enyhén görbültek, 5-6 x 12-25 µm méretűek, színtelen konídiogén sejteken fialidikusan keletkeznek (14. ábra). Az apresszórium csepp alakú. A gomba teleomorfi alakja, a *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & H. Schrenk nem képződött a növényeken.

Malátás-Czapek táptalajon a **telep** felszíne és fonáka egyaránt sötétszürke, a felszín gyenge légmicéliummal egyenletesen fedett. Az acervuluszok szélén barna, szeptált **szeták** keletkeznek.

Az izolált *Colletotrichum gloeosporioides* herbáriumi mintáját N°179 számon helyeztük el a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárában.

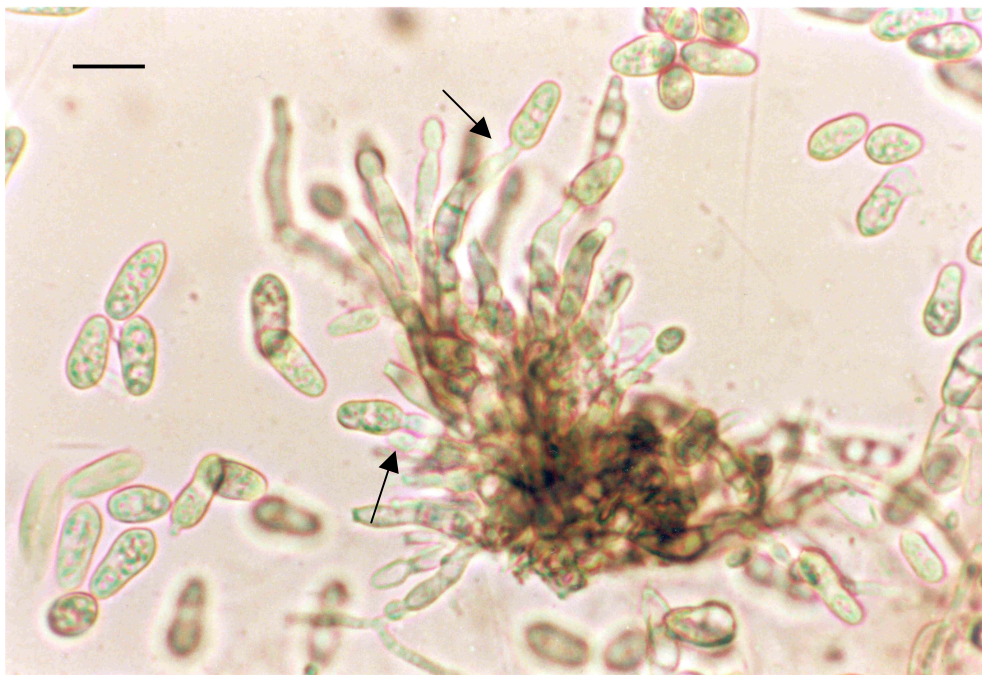
Az 1996-os év - az előző évek aszályos éveivel ellentétben - párás, csapadékban gazdag és hűvös volt. Feltehetően e nedves időjárási körülményeknek volt köszönhető a *Colletotrichum gloeosporioides* és a *Sclerostagonospora salsolae* megjelenése és járványos elterjedése a *Salsola traguson* (STM).



12. ábra. *Colletotrichum gloeosporioides* „szetás” acervuluszai és konídiumai  
(mérőlécs=36µm)



13. ábra. *Colletotrichum gloeosporioides* acervuluszaiból előtörő lazac színű konídiummassza a *Salsola tragus* (STM) szárán



14. ábra. *Colletotrichum gloeosporioides* fialidjai és képződő konídiumai (mérőléc=18 $\mu$ m)

### 6.1.2.3. A *Leptosphaeria salsolae* Hollós jellemzése

A gomba **pszeudotéciumai** feketék, szemölcsszerűek, átmérőjük 200-350 µm (15. ábra). Az **aszkusok** kettős sejtfalúak, hengerek, bunkó alakúak. Bennük 8 barna aszkospóra négy sorban található. Az aszkusok 104-125 µm hosszúak és 15 µm szélesek. Az **aszkospórák** hengerek, általában 5 harántfallal tagoltak, a harmadik sejt duzzadt, melynek átlagos mérete: 7,2 x 6,0 µm. Az aszkospórák méretei 40-50 x 7,2 µm. Az általunk vizsgált gomba monoaszkospóras tenyészetéből vett micélimkorongjait malátás-Czapek táptalajra helyezve, fehér micéliumú, jól sporuláló telepek képződtek. A telepekben a *Phoma salsa* piknídiumai fejlődtek. Vizsgálatunk arra enged következtetni, hogy a *L. salsolae* ivartalan alakja a *Phoma salsa* Sacc.. Az ivartalan alak kiürült piknídiumai gyakran fordultak elő a *Leptosphaeria* ivaros alak termőtestjei mellett a kórókon. Irodalmi adat eddig nem volt arra vonatkozóan, hogy a *Leptosphaeria salsolae* teleomorfa és a *Phoma salsa* anamorfa egy holomorfát képvisel.

### 6.1.2.4. A *Phoma salsa* Sacc. jellemzése

A **piknídiumok** a növényi epidermiszbe süllyedve csoportosan képződnek, alakjuk lapított gömb, átmérőjük 100 µm, csúcsukon kerek nyílással. A hengeres, hialin **konídiumok** kissé hajlítottak, lekerekített végűek, hosszuk 4 µm, szélességük 1 µm. E gombafaj malátás-Czapek táptalajon sárga **telepet** képez. A telep jellegzetes, kellemetlen, rothadásra utaló szagot áraszt. A fekete piknídiumok a táptalaj felületén, vagy a sűrű légmicélium között egyesével vagy aggregálódva találhatóak. Az izodiametrikus, gömbölyű **konídiumtartókon** a konídiumok fialidikusan képződnek. A konídium méretei: 1,0 x 4,9-6,0 µm.

### 6.1.2.5. Az *Uromyces salsolae* Reichardt jellemzése

A teleutospórák nyelesek, egysejtűek, csírapólusuk a teleutospóra csúcsi részen található (16. ábra). Az uredospórák egyesével képződnek a nyélen, több csírapólusuk van. Az ecidiospórák 17-26 µm, az uredospórák 22-27 x 15-20 µm nagyságúak, a teleutospórák 22-35 x 8-28 µm nagyok. E rozsdafaj minden évben, a tenyészidőszak végén, augusztus második felében jelentkezett, de súlyos fertőzést nem okozott a növényeken. E gombafajjal az amerikai partner végzett további vizsgálatokat.





15. ábra. *Leptosphaeria salsolae* pszeudotéciumának hosszanti metszete (mérőléc=46  $\mu\text{m}$ )



16. ábra. *Uromyces salsolae* nyeles teleutospórái (mérőléc=39  $\mu\text{m}$ )

## **6.2. A patogenitás vizsgálatok eredményei**

### **6.2.1. *Centaurea sadleriana* n végzett patogenitás vizsgálat**

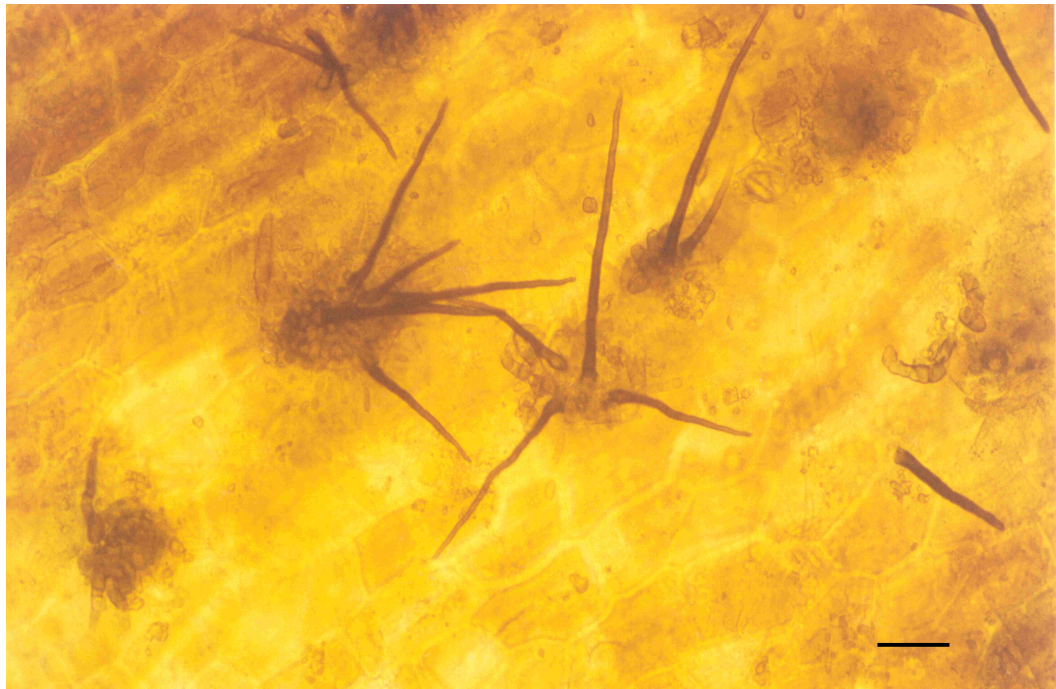
#### **6.2.1.1. *Centaurea sadleriana* mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioides*szel**

##### **Nedveskamrás kísérlet**

Egy héttel az inokuláció után a leveleken megjelentek a nekrotikus foltok és a foltokon a gomba acervuluszai (17. ábra). A 18. ábrán jól látható, hogy abban az esetben, amikor a levelek egész felületét kezeltük a gomba konídiumszuszpenziójával a levél egész felülete nekrotizálódott. A nekrózis mértéke jóval kisebb volt abban az esetben, ha inokulumként a gomba tenyészetének egy-egy korongját, vagy egy-egy csepp konídiumszuszpenzióját használtuk.

##### **Üvegházi kísérlet**

Egy héttel az inokulálás után az inokulált leveleken csírázó konídiumokat figyeltünk meg, azonban egy hónapos inkubálás után sem okozott e gombafaj tüneteket. Ha azonban az inokulált leveleket levágtuk és nedveskamrában inkubáltuk, tíz nap elteltével kialakultak a nekrotikus foltok, ahonnan visszaizolálhattuk a kórokozót. Üvegházi körülmények között tünetek megjelenését csak a vegetációs időszak végén, a tőlevélrózsákon tapasztaltunk. Ebből arra következtettünk, hogy a *Colletotrichum gloeosporioides* a vizsgált *Centaurea* fajokon csak másodlagosan fellépő, úgynevezett gyengültségi parazita.



17. ábra. *Colletotrichum gloeosporioides* acervuluszai *Centaurea sadleriana* levelén  
(mérőléc=48 µm)



18. ábra. *Colletotrichum gloeosporioides*szel végzett mesterséges inokuláció eredménye *Centaurea sadleriana* levelein, 7 napos nedveskamrás inkubáció után (K: kontroll, 1-2: micéliumkorongos inokuláció, 3: inokuláció konídiumszuszpenzió egy-egy cseppjével, 4-5: az egész növény inokulációja konídiumszuszpenzióval)

Azokkal a gombafajokkal, amelyek közismerten szaprotróf szervezetek, vagy a szabadföldön nem okoztak specifikus, súlyos tüneteket gazdanövényükön (*Cladosporium herbarum*, *Chaetomium globosum*, *Alternaria alternata*, *Pyrenochaeta centaureae*, *Septoria centaureicola*, *Phoma endorhodia*), nem végeztünk mesterséges inokulációs kísérletet. Ugyancsak nem végeztünk patogenitási tesztet a polifág kórokozókkal, mint például a *Rhizoctonia solani*, vagy a *Sclerotinia minor*, amelyek biológiai védekezésben való alkalmazása számos nehézséget rejt magában.

## **6.2.2. *Salsola tragus* (STM) végzett patogenitás vizsgálatok**

### **6.2.2.1. *Salsola tragus* (STM) mesterséges inokulációja *Microsphaeropsis olivaceaval***

A *Microsphaeropsis olivacea* a kezelt növényeken négy hét elteltével sem okozott tüneteket, így feltehetően szaprotrófként volt jelen a vizsgált növényeken, természetes körülmények között.

### **6.2.2.2. *Salsola tragus* (STM) mesterséges inokulációja *Phoma salsaval***

Három héttel az inkubációt követően 1-3 mm-es szöveti nekrozis volt megfigyelhető a növény szárán, ahol később a gomba nagy számban képezte piknidiumait. Valószínű, hogy ez a gomba is gyengültségi parazita, nem elsődleges kórokozója gazdanövényének, mivel csak az öregedő, elhaló növényi részeket kolonizálja. Ezt támasztják alá szabadföldi megfigyelésünk is, amely szerint e gombafaj a vegetációs idő végén kolonizálja a *Salsola* növények szárát.

### **6.2.2.3. *Salsola tragus* (STM) mesterséges inokulációja *Verticillium tenerummal***

Két héttel az inokulációt követően sem okozott e gombafaj tünetet a kezelt növényeken, ezért feltételezhető hogy a *Verticillium tenerum* szintén, mint szaprotróf szervezet van jelen e gazdanövényen.

### **6.2.2.4. *Salsola tragus* (STM) mesterséges inokulációja *Diplodina salsolaeval***

Három héttel az inokuláció után jelentek meg a gomba piknidiumai, főként a növény alsó, talajhoz közeli, illetve öregedő, elhaló részein. Ez az eredmény egybeesett szabadföldi

tapasztalatainkkal, amely szerint a gomba piknídiumai a vegetációs időszak végén, öregedő, szeneszscens szárazon képződtek, súlyos tüneteket nem okoztak. Ebből arra következtethetünk, hogy a *Diplodina salsolae* gyengültségi parazita e növényen.

#### **6.2.2.5. *Salsola tragus* (STM) mesterséges inokulációja *Alternaria alternata*val**

E gombafaj hosszabb inkubációs idő elteltével sem okozott semmilyen tünetet, így valószínű, hogy csak, mint szaprotróf faj fordult elő a vizsgált gyomnövényen.

Nem végeztünk mesterséges inokulációt azokkal a gombafajokkal, amelyek az irodalmi adatok alapján szaprotrófok, vagy amelyek tapasztalataink alapján nem okoztak súlyos, specifikus tüneteket a vizsgált növényen. A növény szeneszscens állapotában fellépő gombafajokkal nem végeztünk mesterséges inokulációs vizsgálatokat.

### **6.3. Biológiai védekezés szempontjából ígéretes gombafajok vizsgálata**

#### **6.3.1. A *Sclerostagonospora salsolae* és a *Colletotrichum gloeosporioides* telepnövekedési-hőoptimumának vizsgálata**

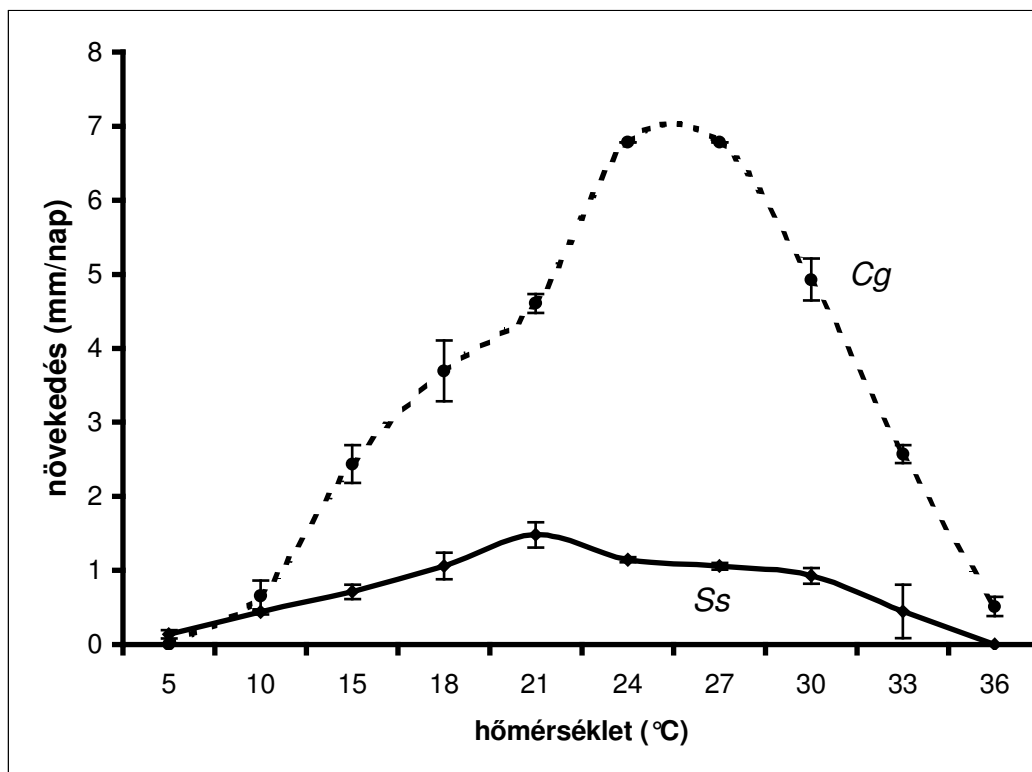
##### **6.3.1.1. A *Sclerostagonospora salsolae* telepnövekedési-hőoptimumának vizsgálata**

Az elvégzett mérések alapján a *Sclerostagonospora salsolae* számára a 21°C a legkedvezőbb (19. ábra), mivel a napi átlagos telepnövekedés ezen a hőmérsékleten volt a legnagyobb. A gomba 5°C és 27°C közötti hőmérsékleten képez piknídiumokat. A piknídiumképződés 21°C-on a legintenzívebb. 15°C alatt és 30°C felett a gomba alig képez piknídiumokat, a telepet sűrű légmicélium fedi. 15°C alatti hőmérsékleten a micélium színe fehér, 30°C felett sötétszürke.

##### **6.3.1.2. A *Colletotrichum gloeosporioides* telepnövekedési-hőoptimumának vizsgálata**

5°C-on nem növekedett a *Colletotrichum gloeosporioides*, míg 10-18°C-on főként sötétszürke micélium képződött. 21°C-tól a hőmérséklet emelkedésével a micélium színe egyre világosabb lett. 30°C fölött nem képződtek acervulusok, míg 18°C-on gyér sporuláció a telep közepén még megfigyelhető volt.

Vizsgálataink eredményei alapján megállapítható, hogy e gomba számára 24°C és 27°C közötti hőmérséklet a legmegfelelőbb, mivel a telep méret, illetve a napi sugárirányú növekedés ezen a hőmérsékleten volt a legnagyobb. A gomba sporulációja 24°C-on volt a legintenzívebb (19-20. ábra).

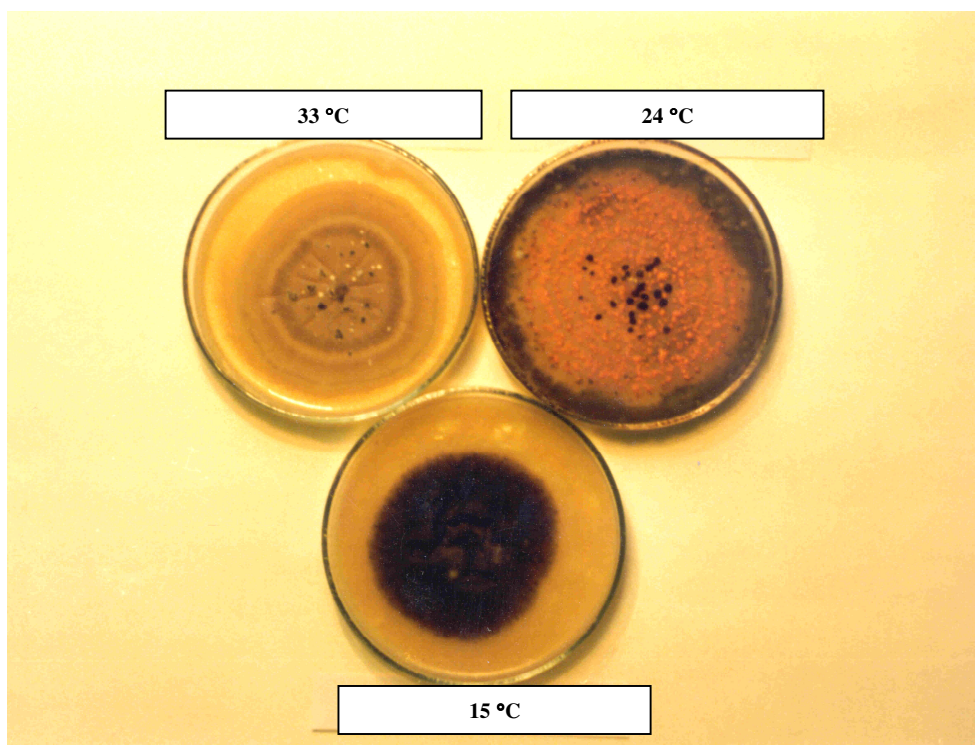


**19. ábra.** A *Sclerotostagonospora salsolae* (Ss) és a *Colletotrichum gloeosporioides* (Cg) átlagos telep növekedése a hőmérséklet függvényében.

$$LSD_{0,05}^G = 0,13; F_G=3055,43 > F_{0,05}= 4,1 \quad LSD_{0,05}^H = 0,30; F_G=393,4 > F_{0,05}= 2,14 \quad LSD_{0,05}^{H \times G} = 0,43;$$

$$F_{H \times G}=206,5 > F_{0,05}=2,14$$

A 29. ábrából leolvasható, hogy a *Colletotrichum gloeosporioides* növekedési hőoptimuma 24-27 °C között található ( $F=444,99$ ,  $P<0,05$ ), míg a *Sclerotostagonospora salsolae* 21 °C-on növekszik leggyorsabban ( $F=444,99$ ,  $P<0,05$ ). A két gombafaj növekedési intenzitása szignifikánsan különbözik egymástól. ( $F=3055$   $P<0,05$ ). Az ismétlések között nincs szignifikáns különbség ( $F_{ismétlés}=0,53<2,85$   $P=0,05$ ).



**20. ábra. A *Colletotrichum gloeosporioides* különböző hőmérsékleten növekedett telepei 21 napos inkubáció után**

### **6.3.2. *Sclerostagonospora salsolaeval* végzett mesterséges inokulációs kísérletek**

#### **6.3.2.1. Különböző fenofázisú *Salsola tragus* (STM) növények mesterséges inokulációja *Sclerostagonospora salsolaeval***

Az inokulációt követő hatodik napon a kezelt **csíranövények** szik alatti szárrészén (hypocotilján) rombusz alakú, hosszan elnyúló nekrotikus foltok jelentek meg, ezzel egyidőben megkezdődött a piknídiumképződés e foltokon. A szárat körülölelő nekrotikus foltok kialakulása 10 napon belül az összes kezelt csíranövény pusztulásához vezetett.

A hathetes, **kifejlett növényeken** a tünetek két héttel a mesterséges fertőzést követően jelentek meg. A levelek elszíneződtek, barna nekrotikus foltok keletkeztek rajtuk. Három héttel az inokulálás után az összes kezelt növény elpusztult. Az elhalt szárazokon és leveleken nagy számban keletkeztek a gomba piknídiumai. A kontroll növényeken tüneteket egy esetben sem találtunk.

Moesz Gusztáv után a világon elsőként számoltunk be *Sclerostagonospora salsolae* előfordulásáról *S. traguson*. Elsőként mutattuk ki, hogy a *S. salsolae* nekrotróf kórokozója a *Salsola tragus*nak, azon súlyos tüneteket vált ki, amely a fertőzött növények teljes pusztulásához vezet.

### **6.3.2.2. *Salsola tragus* (STA) fogékonyságának vizsgálata *Sclerostagonospora salsolae*val szemben**

Mind az amerikai, mind a magyar *S. tragus* tesztnövényeken 48 óra elteltével kezdődött a konídiumcsírázás. A tünetek és a piknídiumok először a szár alapi részén fejlődtek ki, de az amerikai *Salsola tragus* (STA) növényeken a fertőzés egy hónap elteltével sem okozott a hazai *Salsola traguson* (STM) tapasztalt súlyos tüneteket, tehát nem okozta a növény teljes pusztulását.

A *Salsola tragus Sclerostagonospora salsolae*val történt mesterséges inokulációja eredményeként megállapíthatjuk, hogy az amerikai *Salsola tragus* (STA) bár fogékony a *S. salsolae*val szemben, azonban az általa kiváltott tünetek nem súlyosak, ezért e kórokozó biológiai védekezésben való alkalmazásának lehetősége kétséges.

### **6.3.3. *Colletotrichum gloeosporioidesszel* végzett mesterséges inokulációs kísérletek**

#### **6.3.3.1. *Salsola tragus* (STA) különböző biotípusainak mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

A konídiumok mindegyik *Salsola* mintán csíráztak. Az első tünetek a növények szárán és levelén 5 nap elteltével alakultak ki, lokális nekrozisok formájában. Nyolc nap elteltével a kialakult tünetek alapján a bonitálási skálának megfelelően négy csoportba osztottuk a növényeket, és megszámoltuk az egyes csoportokba tartozó növények számát. A kísérlet eredményét a 6. táblázat tartalmazza.

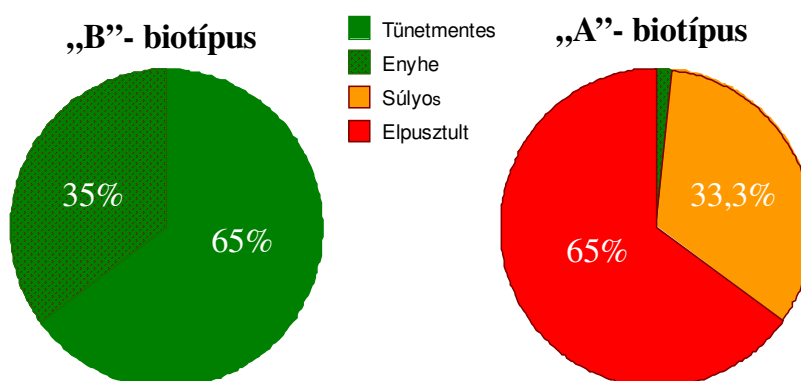


**6. táblázat. *Salsola tragus* (STA) két biotípusának fogékonyága *Colletotrichum gloeosporioidesszel* szemben**

| A minta jelzése | A növények száma a kialakult tünetek alapján |                          |                                  |                          |
|-----------------|--|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|
|                 | 0<br>(nincs tünet)                           | 1<br>(lokális nektrózis) | 2<br>(részlegesen elhalt növény) | 3<br>(elpusztult növény) |
| <b>1</b>        | 11   | 9                        | -                                | -                        |
| <b>2</b>        | 16   | 4                        | -                                | -                        |
| <b>3</b>        | -  | 1                        | 10                               | 9                        |
| <b>4</b>        | -  | -                        | 3                                | 17                       |
| <b>5</b>        | -  | -                        | 7                                | 13                       |
| <b>6</b>        | 12   | 8                        | -                                | -                        |

A minták közül a legfogékonyabbnak a „3”-as, a „4”-es és az „5”-ös jelzésű minta bizonyult. A „4”-es és az „5”-ös jelzésű növényi minták több, mint fele pusztult el 8 nappal az inokuláció után. A „3”-as számmal jelzett minta növényeinek csaknem fele pusztult el ezalatt. Legkevésbé volt fogékony a „1”-es, a „2”-es és a „6”-os jelzésű minta, amelyek több, mint felén semmilyen tünetet sem okozott a gomba, a fennmaradó növényeken pedig csak a levelek csúcsi részén alakultak ki barna, 1-2 mm-es nekrotikus foltok. Mint azt a 3. táblázatban láthattuk, a „3”-as, a „4”-es és az „5”-ös jelölésű minták a *S. tragus* „A” biotípusához tartoztak, amely biotípus a kísérletünk eredménye szerint fogékony a *C. gloeosporioidesszel* szemben. Ezzel szemben a „B” biotípushoz tartozó „1”-es, „2”-es és „6”-os jelzésű növényi mintákon csak lokális nektrózist okozott a vizsgált gombafaj. Tehát míg az „A”-biotípus 65%-a elpusztult a fertőzés hatására, addíg a „B”-biotípus 65%-án nem okozott semmilyen tünetet a gomba (21. ábra).

**21. ábra. A *Salsola tragus* *Colletotrichum gloeosporioides*szel szembeni fogékonyságának százalékos megoszlása**



A statisztikai analízis eredményei szerint (7. táblázat), ha a két biotípus egyidejűleg jelen van a gyűjtés területén, akkor a populáció *Colletotrichum gloeosporioides*szel szembeni fogékonyságát illetően heterogénnek tekintendő ( $\chi^2 = 17.07 > \chi^2_{0.05} = 14.1$ ), viszont az egy-egy biotípust reprezentáló minták a származási helyüktől függetlenül homogénnek bizonyultak ( $\chi^2_B = 1.62 < \chi^2_A = 2.00 < \chi^2_{0.05} = 5.99$ ). A *S. tragus* két biotípusa *C. gloeosporioides*szel szembeni fogékonysága tekintetében szignifikánsan különbözik egymástól (Szd<sub>0,05</sub>=2,44 F<sub>AxB</sub> = 17.62 > F<sub>0,05</sub> = 2.90).

**7. táblázat. Heterogenitás vizsgálata**

| tünetek  | A biotípus | B biotípus |
|--|------------|------------|
| -0-  | 13.0       | 0.0        |
| -1-  | 7.0        | 0.3        |
| -2-  | 0.0        | 6.7        |
| -3-  | 0.0        | 9.7        |
|  |            |            |
| $\chi^2 =$   | 2.00       | 1.62       |
| $\chi^2_{0.05} =$  | 5.99       | 5.99       |
| $\chi^2_{AxB} = 17.07$   |            |            |
| Szd <sub>0,05</sub> = 2.44 (F <sub>AxB</sub> = 17.62 > F <sub>0,05</sub> = 2.90) |            |            |

### **6.3.3.2. Különböző fenofázisú *Salsola tragus* (STM) fogékonysága *Colletotrichum gloeosporioidesszel* szemben**

#### ***Salsola tragus* (STM) csíranövények mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

6 nappal a fertőzést követően a növények lankadtak, hervadtak, majd elpusztultak. A kezdetben néhány milliméteres, nekrotikus foltok a levélen és száron összenőttek, a száron szárölelővé váltak.

#### **Bokrosodó *Salsola tragus* (STM) növények mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

A tünetek (nekrotikus foltok a száron és a levélen) 5 nappal a kezelést követően jelentek meg. A növények teljes pusztulása 2 hét múltán következett be (22. ábra).

A *Salsola tragus*on történt fertőzési kísérlet alapján megállapíthatjuk, hogy a *Colletotrichum gloeosporioides* a hazánkban élő homoki ballangó agresszív kórokozója, amely e gyomnövényt mind csíranövény korban, mind bokrosodó fenofázisban képes elpusztítani.

### **6.3.3.3. Különböző fenofázisú *Salsola tragus* (STA) növények fogékonysága *Colletotrichum gloeosporioidesszel* szemben**

#### **Hat-nyolc leveles *Salsola tragus* növények mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

Mindkét *Salsola* faj (STA és STM) hasonlóképpen fogékonynak bizonyult a kórokozóval szemben. Az inokulációt követő hatodik napon, a képződött nekrotikus foltokon megkezdődött a gomba sporulációja. Két héten belül az összes kezelt növény elpusztult.

#### **Kifejlett *Salsola tragus* növények mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

A Magyarországon élő *Salsola tragus*on (STM) egy nappal, az Észak-Amerikából származó *Salsola tragus*on (STA) két nappal az inokulációt követően kezdődött meg az apresszórium képződés. A hetedik napon mindkét növényen megjelentek az első tünetek: a száron és a levélen kezdetben 2-3 mm átmérőjű sárgásbarna nekrotikus foltok (23-25. ábra). A foltok később összenőttek, szárölelő foltok keletkeztek, amelynek következtében a folt feletti növényi rész végül elhalt.

**Virágzó *Salsola tragus* (STA és STM) növények mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

Két héttel az inokuláció után mindkét *Salsola traguson* (STA és STM) megjelentek a nekrotikus foltok és a foltokon intenzív sporuláció volt megfigyelhető. A kórokozó által kiváltott szöveti nekrózis hatására egy hónapon belül mindkét növényfaj fertőzött példányai elpusztultak.



**22. ábra. *Salsola tragus* (STM) *Colletotrichum gloeosporioidesszel* végzett mesterséges inokulációjának eredménye nyolc napos inkubáció után (jobbra a kontroll növény látható)**



23. ábra. *Colletotrichum gloeosporioides* okozta antrachnózis a *Salsola tragus* (STM) szárán



24. ábra. *Colletotrichum gloeosporioides*szel inokulált *S. tragus* (STM) kéthetes inkubáció után (bal oldalon a kontroll növény látható)



**25. ábra. *Colletotrichum gloeosporioidesszel* inokulált *Salsola tragus* (STA) két hetes inkubáció után (az ábra bal oldalán a kontroll növény látható)**

#### **6.3.3.4. Kultúrnövények mesterséges inokulációja *Colletotrichum gloeosporioidesszel***

A vizsgált növényeken (paprikán, paradicsomon, uborkán, cukorrépán, rizsparéjon) *Colletotrichum gloeosporioides* okozta tüneteket nem tapasztaltunk. Kivételt képezett ez alól a bab, amelynek levelein a gomba konídiumainak 40%-a csírázott ki. A bab levélen csírázó konídiumnál szeptumképződés volt megfigyelhető. A csíratömlők helyenként be is hatoltak a bab levelének bőrszövetébe. A növény a behatolás helyén néhány sejtre kiterjedő nekrozissal lokalizálta a kórokozót. A lokális nekrosis a hiperszenzitív reakció következménye, ami a gomba és a növény között fennálló inkompatibilis kapcsolatot jelez.

A vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy a vizsgált növények egyike sem fogékony e kórokozóval szemben.

## 7. KÖVETKEZTETÉSEK

1994 óta foglalkozunk kórozó gombák biológiai gyomszabályozásban való felhasználásának kutatásával. Elsőként végeztünk módszeres kórozó gomba felmérést, vadon élő imola fajokon (*Centaurea solstitialis*, *C. micranthos*, *C. sadleriana*, *C. pannonica*) és homoki ballangó (*Salsola tragus*) hazai populációiban. Felmérésünk során 31 gombafajt azonosítottunk, ezek közül 21 gombafaj e gyomnövényeken való előfordulásáról elsőként számoltunk be Magyarországon (8. táblázat)

### 8. táblázat. A vizsgált *Centaurea* fajokon és a *Salsola tragus*on azonosított gombafajok jegyzéke patogenitási tulajdonságaik alapján (1994-1999)

| <i>Salsola tragus</i> on azonosított gombafajok  | <i>Centaurea</i> fajokon azonosított gombafajok  |
|--|--|
| <b>Biotrófok:</b><br><i>Uromyces salsolae</i> Reichardt<br><i>Peronospora vistulensis</i> Wróblewsky   | <b>Biotrófok:</b><br>* <i>Golovinomyces cichoracearum</i> (syn.:<br><i>Erysiphe cichoracearum</i> De Candolle ex Merat)<br><i>Puccinia centaureae</i> f.sp. <i>typica</i><br>De Candolle<br><i>Puccinia jaceae</i> Otth.   |
| <b>Nekrotrófok:</b><br><i>Diplodina salsolae</i> (Oudemans)<br>Allesher<br><i>Phoma salsolae</i> Moesz<br>* <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.)<br>Penz.&Sacc.<br><i>Leptosphaeria salsolae</i> Hollós<br>(anamorfa: <i>Phoma salsa</i> Sacc.)<br><i>Sclerostagonospora salsolae</i><br>Schwarczinger, Vajna, Bruckart<br>* <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.<br><i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Kiessler  | <b>Nekrotrófok:</b><br>* <i>Sclerotinia minor</i> Jagger<br><i>Septoria centaureicola</i> Brunaud<br>* <i>Ramularia centaureae</i> Lindroth.<br>* <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.<br>* <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.)<br>Penz.& Sacc.<br>* <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Kiessler |
| <b>Szaprotrofok:</b><br>* <i>Colletotrichum acutatum</i> Simmonds<br>* <i>Microsphaeropsis olivacea</i> (Bonord.)<br>Höhn<br>* <i>Verticillium tenerum</i> (Nees ex Pers.)<br>Link.(teleomorph: <i>Nectria inventa</i><br>Pethybr.)<br>* <i>Fusarium acuminatum</i> Ellis et Everhart<br>* <i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.<br>* <i>Gliocladium solani</i> (Harting) Petch<br>* <i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link<br>ex Gray<br>* <i>Ulocladium alternariae</i> (Cooke)<br>Simmons | <b>Szaprotrofok:</b><br>* <i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link<br>ex Gray<br>* <i>Chaetomium globosum</i> Kuncze ex<br>Steud<br>* <i>Phoma endorhodia</i> Sacc.<br>* <i>Pyrenochaeta centaureae</i> Diedicke  |

jelölés: \*- új adat Magyarországon

Az azonosított gombafajok közül az irodalmi adatok és a mesterséges inokulációs kísérletek eredményei alapján e gyomnövények elleni, biológiai védekezésre, öt gombafaj tűnt perspektivikusnak: A *Centaurea solstitialis*on előforduló rozsdagomba fajok: a *Puccinia centaureae* f. sp. *typica*, és a *P. jaceae*; a *Salsola tragus* kórokozói közül az *Uromyces salsolae*, a *Sclerostagonospora salsolae* és a *Colletotrichum gloeosporioides*. Az első három gombafaj a biológiai gyomszabályozás klasszikus módszerében kerülhetnének alkalmazásra, míg a *Sclerostagonospora salsolae* és a *Colletotrichum gloeosporioides* egy hatásos mikroherbicid hatóanyagát képezhetik. A rozsdagomba fajokkal előzetes megállapodásunk szerint az amerikai partner végzett további vizsgálatokat. Bruckart és munkatársai tapasztalatai szerint azonban e magyarországi rozsdagomba törzseknél a Törökországból származó - az általunk gyűjtött fajokkal morfológiai bélyegeik alapján megegyező - törzsek hatásosabbak (Bruckart szóbeli közlés). A *Puccinia jaceae* var. *solstitialis* törökországi törzsével 1978 óta folynak kísérletek az Egyesült Államokban. A sikeres kutatómunka eredményeként e rozsdagomba először 2003 júliusában került kibocsátásra az Egyesült Államokban, Kaliforniában (Bruckart et al. 2004b). Szintén Törökországból származik az az *Uromyces salsolae* törzs, amellyel Hasan és munkatársai (2001) bízató eredményeket értek el a *Salsola tragus* „A” biotípusával szemben.

A negyedik jelöltet, a *Sclerostagonospora salsolae*t először Moesz Gusztáv *Hendersonia salsolae*ként írta le homoki ballangón. Azóta e gombafaj előfordulásáról a szakirodalomban nem volt adat. Tekintettel arra, hogy a *Hendersonia* már nem érvényben lévő genus név, ezért szükségessé vált e gombafaj pontos rendszertani hovatartozásának meghatározása és az érvényben lévő szabályok szerinti átnevezése. Az általunk javasolt és azóta elfogadott új név: *Sclerostagonospora salsolae* (Schwarczinger et al. 2000). E gombafaj terepi megfigyeléseink szerint súlyos tüneteket okozott gazdanövényén. Tekintettel arra, hogy e gombafaj patogenitásáról a szakirodalomban eddig nem volt adat - Moesz e gombafajt elhalt növényi maradványokról írta le -, szükségesnek láttuk a gomba patogenitásának vizsgálatát. Ennek eredményeként a világon elsőként számoltunk be a *Sclerostagonospora salsolae*ről (syn: *Hendersonia salsolae*), mint a homoki ballangó súlyos, csíranövénypusztulást okozó kórokozójáról (Schwarczinger et al. 1998b, 1999a).

Ugyanakkor a *Salsola tragus*on végzett mesterséges inokulációs kísérletek eredményeként megállapítható, hogy e gyomnövény bár fogékony a *Sclerostagonospora salsolae*val szemben, azonban a kontrollként szereplő hazai *Salsola* fajon tapasztalt csíranövénypusztulást a *S. tragus*on nem okozott, így biológiai védekezésben való használata e növényfaj ellen nem perspektivikus.



A világon először állapítottuk meg a *Colletotrichum gloeosporioides* előfordulását *Salsola tragus*-on (Schwarczinger et al. 1998a). Vizsgálataink eredményei alapján megállapítottuk, hogy Észak-Amerika domináns *Salsola* faja a *Salsola tragus* is fogékony a *Colletotrichum gloeosporioides*-szel szemben, azonban a *Salsola tragus* biotípusai közül az „A” fogékonyabbnak bizonyult, mint a „B” (Bruckart et al. 2004a). Hasonló eredményre jutottak Hasan és munkatársai is (2001), akik a *S. tragus* különböző biotípusainak fogékonyságát vizsgálták *Uromyces salsolae* törökországi származású törzsével szemben. Ezek az eredmények két aspektusból fontosak. Először is alátámasztja Ryan és Ayres (2000) eredményeit, miszerint az eddig *Salsola tragus*-ként nevezett faj genetikai tulajdonságai alapján két biotípusra különíthető el. Másodszor, egy növényfajon belüli biotípusok eltérő fogékonysága a biológiai védekezésre használt szervezettel (BCA-val) szemben nem kívánt irányba befolyásolhatja az adott gyompopuláció összetételét a biológiai védekezést követően. Nevezetesen a védekezés során kibocsátott kontrollszervezettel szemben kevésbé fogékony gyom biotípus kompetíciós képessége megnőhet, ennek következtében egyedszáma jelentősen növekedhet. Hasonló helyzet állhat elő, mint a *Puccinia chondrillina* Bubak & Syd. kibocsátását esetén, amikor a védekezés célnövénye: a nyúlparéj (*Chondrilla juncea* L.) e rozsdagombával szemben rezisztens biotípusainak egyedszáma, a védekezést követően ugrásszerűen megnőtt. Ennek következtében napjainkban e gyomnövény továbbterjedésének semmi sem szab gátat az Amerikai Egyesült Államokban és Ausztráliában (Emge et al. 1981, Burdon et al. 1981, Supkoff et al. 1988, Bruckart et al. 2004a).

A *Colletotrichum gloeosporioides*-szel szemben fogékonyabb *Salsola tragus* „A”-biotípusának különböző fenofázisokban elvégzett mesterséges fertőzési kísérletek eredménye szerint megállapítható, hogy az „A”-biotípus a vizsgált mindhárom (csíranövény, bokrosodó és virágzó) fenofázisában fogékony e *Colletotrichum* törzsszel szemben. E kórokozó az inokulált növényeken súlyos tüneteket vált ki, és a fertőzés végül a növények teljes pusztulásához vezet.

A *Colletotrichum gloeosporioides* előzetes gazdanövénykör vizsgálata alapján megállapítható, hogy a vizsgált tesztnövények (paradicsom, paprika, bab, uborka, cukorrépa, rizsparéj) egyike sem fogékony a *C. gloeosporioides*-szel szemben. Ahhoz, hogy megállapíthassuk, hogy gombafaj kizárólag a *Salsola* fajokra specializálódott formájáról van-e szó, további patogenitási vizsgálatok elvégzése szükséges.

Elsőként igazoltuk, hogy a *Leptosphaeria salsolae* a *Phoma salsa* ivaros alakja (Schwarczinger et al. 1996, 1999a).

Különböző hőmérsékleten, in vitro, táptalajon tenyésztve a *C. gloeosporioides* és a *S. salsolaet* meghatároztuk telepnövekedésük hőoptimumát. Megállapítottuk, hogy a *C. gloeosporioides* számára a 24-27 °C , míg a *S. salsolae* számára a 21 °C a legkedvezőbb.

Kórokozó felmérésünk és patogenitás vizsgálataink eredményeiből arra következtethetünk, hogy az azonosított gombafajok közül a *Colletotrichum gloeosporioides* alkalmas lehet a *Salsola tragus* elleni biológiai védekezésre az Amerikai Egyesült Államokban. Amerikai partnerünk, Bruckart jelenleg e *C. gloeosporioides* izolátum USA-ba történő introdukciójára vonatkozó javaslaton dolgozik, amely lehetővé tenné a gombafaj további vizsgálatát (szabadföldi teszt elvégzését, gazdanövénykör vizsgálatát). Ezek a vizsgálatok szükségesek ahhoz, hogy egy *Salsolákra* specializálódott *Colletotrichum gloeosporioides* hatóanyagú mikroherbicide kerülhessen alkalmazásra az USA-ban.

Kutatómunkánk eredményeként bővült ismeretanyagunk a vizsgált gyomnövényeken előforduló gombafajokról, azok morfológiai tulajdonságaikról, taxonómiai hovatartozásukról. Vizsgálataink új adatokat szolgáltatnak e kórokozó gombák gyomszabályozásban játszott szerepéről és járványos fellépésük lehetséges hatásáról.

## 8. ÖSSZEFOGLALÁS

### 8.1. Tudományos előzmények

Az eurázsiai származású *Centaurea solstitialis* L. (sáfrányos imola), és a Közép-Ázsiában őshonos *Salsola tragus* L. (tumbleweed, Russian thistle; syn.: *Salsola kali* ssp. *ruthenica* (Iljin) Soó, homoki ballangó) feltehetően az 1800-as évek végén hurcolták be Észak-Amerikába, ahol azóta tömeges elszaporodásukkal súlyos gazdasági károkat okoznak. Napjainkra több millió hektárnyi szántóföldi kultúrát, rét és legelő területet fertőznek az Amerikai Egyesült Államokban. Az ellenük való küzdelemben sem a hagyományos mechanikai, sem a kémiai védekezési módszerek nem nyújtottak elég határos, hosszú távú, környezetbarát és főként gazdaságos megoldást, ezért szükségessé vált új, alternatív módszerek vizsgálata. A gyomnövények elleni biológiai védekezésben már több, mint egy évszázada alkalmaznak ízeltlábúakat sikeresen. Bár a növényi kórokozó gombák gyomnövények elleni biológiai védekezésben való felhasználása csak pár évtizedes múltra tekint vissza (Hassan 1980, Strobel 1991), ezalatt a rövid idő alatt mégis több sikeres kísérlet történt e területen világszerte (Hasan és Ayres 1990, Evans és Ellison 1990, TeBeest 1993, Julian és Griffith 1998, Evans et al. 2001, Schwarczinger és Polgár 1999, Fischl 2000).

Az Egyesült Államokban több évtizede folynak az említett gyomnövények elleni biológiai védekezés kidolgozására irányuló kutatások, amelyek mindezidáig nem hoztak átütő sikert.

E probléma megoldását tűzte ki célul az a tudományos együttműködés is, amely 1994-ben az Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma Gyomnövénykutatói és Gyomnövények Ellenbiológiai Védekezés Lehetőségét Kutató Intézete (USDA ARS Foreign Disease-Weed Science Research Unit, Frederick, Maryland) és a Magyar Tudományos Akadémia Növényvédelmi Kutatóintézete kutatói között jött létre. E közös kutatómunka célja az Amerikai Egyesült Államok invazív gyomnövényei a *Salsola tragus* L., és a *Centaurea solstitialis* L. elleni biológiai védekezés lehetőségeinek tisztázása hazai, növényi kórokozó gombák segítségével. Az amerikai partner, Dr. William L. Bruckart felkérésére, Dr. Vajna László irányításával kezdtem hozzá a Magyarországon honos *Centaurea* és *Salsola* fajokon előforduló kórokozó gombák felkutatásához. Feladatunk a *Centaurea pannonica* Heuff. (alföldi imola), *C. micranthos* Gmel. (kiszéskü imola), *C. sadleriana* Janka (budai imola), *C. solstitialis* L. (sáfrányos imola), és a *Salsola tragus* L. (homoki ballangó) kórokozó gombáinak felmérése, azonosítása, tiszta tenyészetek előállítás, és a szükséges patogenitás vizsgálatok elvégzése.

## 8. 2. Célkitűzések

Kutatómunkánk során a következő főbb kérdésekre kerestük a választ:

- Mely kórokozó gombák fordulnak elő Magyarországon egyes vadon élő *Centaurea* fajokon (*C. pannonicán* Heuff., *C. micranthoson*, *C. sadlerianan*, *C. solstitialison*) és a *Salsola traguson*?
- Van-e olyan faj a kimutatottak között, amely alkalmas lehet e gyomnövények elleni biológiai védekezés alapjainak megteremtésére az Egyesült Államokban?
- A védekezés célnövényei (*C. solstitialis*, *S. tragus*) fogékonyak-e az adott kórokozóval szemben és a betegség súlyossága alkalmassá teheti-e a fajt biológiai védekezésre, képes-e az adott gyompopulációt a kívánt mértékre csökkenteni.
- A kiválasztott kórokozó gombafaj várhatóan biztonságosan alkalmazható-e a biológiai védekezés során? Nem jelent-e veszélyt a természetes flórára, vagy termesztett növényekre?

## 8.3. Új tudományos eredmények

Megítélésünk és a vonatkozó szakirodalom tanúsága szerint kutatómunkánk eredményeképpen a következő új tudományos megállapítások születtek:

- ❖ Összesen 31 gombafajt azonosítottunk: a *Centaurea* fajokon 13 fajt, a *Salsola traguson* 18 fajt. Az azonosított 31 fajból 21 gombafaj magyarországi előfordulásáról elsőként számoltunk be (Schwarczinger et al. 1996, 1999a).
- ❖ Igazoltuk, hogy a *Leptosphaeria salsolae* a *Phoma salsa* ivaros alakja, tehát hogy a két fajnévvel megkülönböztetett gomba egy holomorfát alkot (Schwarczinger et al. 1996, 1999a).
- ❖ Elvégeztük a *Hendersonia salsolae* Moesz taxonómiai revízióját. Az általunk javasolt név: *Sclerostagonospora salsolae* (Moesz) Schwarczinger, Vajna, Bruckart, Comb. Nov. (Syn.: *Hendersonia salsolae* Moesz) (Schwarczinger et al. 2000).

- ❖ Kimutattuk, hogy a *Sclerostagonospora salsolae* a hazai *Salsola tragus*on csíranövény pusztulást okoz (Schwarczinger et al. 1998b, 1999b). Megállapítottuk, hogy az Egyesült Államokban súlyos károkat okozó *Salsola tragus* (STA) is fogékony a *Sclerostagonospora salsolae*val szemben, de a *Salsola tragus*on nem okoz - a hazai homoki ballangón tapasztalt - súlyos csíranövénypusztulást.
  - ❖ Kimutattunk egy új, a *Salsola tragus*on eddig nem ismert gombafajt: a *Colletotrichum gloeosporioides*t, amelyről igazoltuk, hogy gazdanövényének agresszív kórokozója (Schwarczinger et al. 1998a). Megállapítottuk, hogy az Amerikai Egyesült Államokban súlyos károkat okozó *Salsola tragus* két biotípusa közül az „A” biotípus fogékonyabb a *C. gloeosporioides*szel szemben (Bruckart et al. 2000, 2004a). Megállapítottuk, hogy a hazai *Salsola tragus* és az amerikai *Salsola tragus* „A”- biotípusa mindhárom vizsgált fenofázisban fogékony *C. gloeosporioides*szel szemben és a kórokozó e gyomnövény teljes pusztulását okozza.
  - ❖ Kultúrnövényeken (babon, paprikán, paradicsomon, cukorrépán uborkán) és rizsparéjon, végzett mesterséges inokulációs kísérletekkel igazoltuk, hogy a vizsgált tesztnövények egyike sem fogékony e *C. gloeosporioides* törzssel szemben.
  - ❖ Különböző hőmérsékleten, in vitro körülmények között, táptalajon tenyésztve a *C. gloeosporioides*t és *S. salsolae*t, meghatároztuk telepnövekedésük hőoptimumát. A *C. gloeosporioides* számára a 24-27°C, míg a *S. salsolae* számára a 21°C a legkedvezőbb.
- A *Colletotrichum gloeosporioides*szel folytatott vizsgálatok eredményeként megállapítható, hogy e gombafaj alkalmas lehet az Észak-Amerikába behurcolt *Salsola tragus* „A”-biotípusa elleni biológiai védekezésre. E célból az Amerikai Egyesült Államokban további vizsgálatokat végeznek.

## 9. SUMMARY

### 9.1. Introduction

*Centaurea solstitialis* L. (yellow starthistle) is native to Eurasia and *Salsola tragus* L. (tumbleweed, Russian thistle; syn. *S. kali* ssp. *ruthenica* [Iljin] Soó) is from Central Asia. Each was introduced into North America, probably in the late nineteenth century. These weed species cause serious, economical damage and now infest several million hectares of crop, pasture, and range lands in the United States (USA). Traditional mechanical and chemical control methods do not provide the effective, long term, environmentally safe and economical control of these plants, therefore search for alternative method is required. Biological control of these weeds has the potential to be economical, effective, and environmentally sound. Insects have been used successfully for biological control of weeds for more than one hundred years. However plant pathogenic fungi have been in use for only a few decades (Hasan 1980, Strobel 1991), in the brief span of time that pathogens have been used, there have been a number of successful applications throughout the world (Hasan and Ayres 1990, Evans and Ellison 1990, TeBeest 1993, Julian and Griffith 1998, Evans et al. 2001, Schwarczinger and Polgár 1999, Fischl 2000).

Development of biological control agents for management of yellow starthistle and Russian thistle has been attempted for several decades in the USA, and there has been little success to date.

In attempt to find a solution to this problem, a co-operative research program has been organised between USDA-ARS and the Plant Protection Institute of the Hungarian Academy of Sciences since 1994. The objective of this scientific co-operation was to identify plant pathogens occurring in Hungary for biological control of *S. tragus* and *C. solstitialis*. As requested by our American partner, W. L. Bruckart, and with the help of my research leader, L. Vajna, I explored for plant pathogenic fungi on *S. tragus* and *Centaurea* species native to Hungary. Object of our investigations was collection and identification of the fungi occurring on *Centaurea pannonica* Heuff., *C. micranthos* Gmel., *C. sadleriana* Janka, *C. solstitialis*, and *Salsola tragus*, and purification of isolates and completion of Koch's postulates for disease (i.e., pathogenicity tests of the fungi).

### 9.2. Objectives

During our research we have been looking for answers to the following questions:

- What kind of plant pathogenic fungi appear in Hungary on native *Centaurea* species (*C. pannonica* Heuff., *C. micranthos*, *C. sadleriana*, *C. solstitialis*) and on *Salsola tragus*?
- Are there any pathogens among those identified that could be used for biological weed control in the USA?
- Are the target plants (*C. solstitialis*, *S. tragus*) susceptible to isolated pathogens, and are they highly virulent to the target weed?
- Are pathogens identified likely to be host specific and therefore safe around native flora and cultivated plant species?

### 9.3. New scientific results

According to our research results and relevant literature, the following scientific findings were determined:

- Altogether 31 different species of fungi, (13 species on the *Centaurea* species, and 18 species on the *Salsola tragus*) were identified during surveys for plant pathogenic fungi. 21 are new records for Hungary (Schwarczinger et al. 1996, 1999a).
- *Leptosphaeria salsolae* was proven to be the teleomorph of *Phoma salsa*; both species belongs to one holomorph. Consequently, *L. salsolae* and *P. salsa*, which were earlier described separately, are stages of the same fungus (Schwarczinger et al. 1996, 1999a).
- A taxonomic revision of *Hendersonia salsolae* was made, and the proposed, new name is *Sclerostagonospora salsolae* (Moesz) Schwarczinger, Vajna, Bruckart, Comb. Nov. (Syn.: *Hendersonia salsolae* Moesz) (Schwarczinger et al. 2000).
- Pathogenicity of *Sclerostagonospora salsolae* on *Salsola tragus* was demonstrated causing seedling blight on this weed (Schwarczinger et al. 1998b, 1999b). Acquisitions of *S. tragus* from the USA are also susceptible to *Sclerostagonospora salsolae*, but *S. salsolae* does not cause serious seedling blight like it does on *S. tragus* from Hungary.

- *Colletotrichum gloeosporioides* was discovered and described as a new, aggressive pathogen of *Salsola tragus* (Schwarczinger et al. 1998a). It was shown that *S. tragus* that cause serious damage in the USA is susceptible to *C. gloeosporioides*. It was established that American *S. tragus* “Type A” is more susceptible to the *C. gloeosporioides* than *S. tragus* “Type B” (Bruckart et al. 2000, 2004a). It was proven that *S. tragus* from Hungary and *S. tragus* “Type A” are susceptible to the *C. gloeosporioides* in all examined plant growth stage and infection may result in total death of plants.
- Pathogenicity test on cultivated plants (sugar beet, tomato, cucumber, pepper) and *Chenopodium quinoa*, indicate they are not susceptible to *Colletotrichum gloeosporioides*.
- Optimum temperatures for growth of both *S. salsolae* and *C. gloeosporioides* were estimated under in vitro condition.

Studies of *C. gloeosporioides* suggest that this fungus might be a suitable candidate for control of introduced *Salsola* species in North America. Additional evaluations are being conducted in the USA.



## 10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni mindazoknak, akik munkám során segítségemre voltak. Elsősorban köszönetet szeretnék mondani témavezetőmnek, Dr. Vajna Lászlónak tudományos iránymutatásáért, emberi segítségéért, nagylelkűségéért és bátorításáért. Köszönettel tartozom együttműködő partnerünknek, Dr. W. L. Bruckartnak (USDA ARS), a téma felvetésért, a közös munka lehetőségéért, hasznos tanácsaiért és munkám anyagi támogatásáért. Hálásan köszönöm munkahelyem, az MTA Növényvédelmi Kutatóintézete vezetőinek, Dr. Kőmíves Tamásnak és Dr. Barna Balázsnak és osztályvezetőimnek Dr. Süle Sándornak és Dr. Érsek Tibornak hogy lehetővé tették számomra e disszertáció elkészítését. Külön köszönettel tartozom Dr. Gáborjányi Richardnak, aki az egyéni PhD képzés keretében a Doktori Iskola vezetőjeként és egyben témavezetőmként elősegítette e munka befejezését. Ezenkívül szeretném megköszönni Dr. Révay Ágnesnek és Dr. Gönczöl Jánosnak, hogy lehetővé tették számomra az eredeti, Moesz Gusztáv által elhelyezett *Hendersonia salsolae* herbáriumi minta vizsgálatát. Taxonómiai kérdésekben nagy segítségemre volt Dr. Amy Rossman (Direktor of U.S. National Fungus Collections, Beltsville, Maryland USA) és Dr. John David (Identification Service & Herbarium Manager of the CABI Bioscience). Szintén köszönettel tartozom a Soros Alapítványnak kutatómunkám anyagi támogatásáért. Végül, de nem utolsósorban köszönöm férjem és szüleim türelmét és segítségét, akiknek bátorítása és áldozatkészsége nélkül e munka nem készülhetett volna el.

## 11. IRODALOMJEGYZÉK

Anderson, T. W., Pilgeram, A. P., McCarthy, M. K., Tiourebave, K. S., Kalieva, G. T., Carsten, L., Hohne, R. J. and Sands, D. C. (1998): Control of spotted knapweed, *Centaurea maculosa* with the biological control agent *Sclerotinia sclerotiorum*. *Phytopathology*, 88:54.

Anon. (1999): What's new in biological control of weeds? *Landcare Research Newsletter*, New Zealand, 13: 4.

Balcianus, J. and Villages, B. (1999): Two new seed head flies attach yellow starthistle. *Calif. Agric.*, 53:8-11

Bánhegyi, J., Tóth, S., Ubrizsy, G., és Vörös, J. (1985-1987): Magyarország mikroszkopikus gombáinak határozókönyve. Akadémiai Kiadó, Budapest,

Bannon, J. S. (1988): CASST<sup>TM</sup> herbicide (*Alternaria cassiae*): a case history of a mycoherbicide, *Am. J. Alt. Agr.*, 3: 73.

Batra, S. W. T. (1981): *Puccinia xanthii* forma specialis *ambrosia-trifidae*, a microcyclic rust for the biological control of giant ragweed, *Ambrosia trifida* (*Compositae*). *Mycopathologia*, 73: 61-64.

Béres, I., Mikulás, J. (2000): A biológiai gyomítás stratégiái. In: Fischl, G. (szerk) (2000): A biológiai növényvédelem alapjai növénykórokozók, kártevő állatok, és gyomnövények ellen. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 96-102.

Béres, I., Fischl, G. és Mikulás, J. (1998): A *Datura stramonium* L. hazai jelentősége és mikroszkópikus gombái. *Növényvédelmi Tudományos Napok Összefoglaló Kiadványa*, 142.

Béres, I., Fischl, G. and Mikulás, J. (1999): Biological control of *Stellaria media* with *Peronospora media*. 11<sup>th</sup> EWRS Symposium. Basel, Abst. 88.

Béres, I., Fischl, G. and Mikulás, J. (2000): Biological weed control with fungal pathogens in Hungary. *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh.*, XVII, 667-670.

Bohár, Gy. (1996): A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* (L.) Descourt.) elleni biológiai védekezés lehetőségei kórokozó gombák segítségével. *Növényvédelem* 32: 489-492.

Bohár, Gy. and Kiss, L. (1999): First report of *Sclerotinia sclerotiorum* on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in Europe. *Plant Disease*, 83: 302.

Bohár, Gy. és Vajna, L. (1996): A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior* (L.) Descourt.) egyes kórokozó gombáinak hazai előfordulása. *Növényvédelem*, 32: 527-528.

Bohár, Gy., Vajna, L. and Kiss, L. (2000): Egy *Phyllachora* faj okozta járvány a parlagfűvön, Magyarországon. *Agrofórum*, 11: 24-26.

Bohár, Gy., Schwarczinger, I. (1999): First report of *Septoria* sp. on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in Europe. *Plant Disease*, 83: 696.

- Boland, G. J. and Smith, E. A. (1991): Variation in cultural morphology and virulence among protoplast-regenerated isolates of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Phytopathology*, 81: 766-770.
- Bourdot, G. W. and Harvey, I. C. (1996): The potential of the fungus *Sclerotinia sclerotiorum* as a biological herbicide for controlling thistles in pasture. In: Woodburn, T. L., Briese, D.T., Corey, C. (ed.): Thistle management workshop, Canberra, Australia, 12-13 June 1996, *Plant Protection Quarterly*, 11 (Sup. 2): 259-262.
- Bowers, R. C. (1986): Commercialisation of Collego - An Industrialist's view. *Weed Sci.*, 34 (Sup. 1) 24-25.
- Boyette, C. D., Templeton, G. E. and Smith, R. J. (1979): Control of winged waterprimrose (*Jussiaea decurrens*) and northern jointvetch (*Aeschynomene virginica*) with fungal pathogens. *Weed Sci.*, 27: 497.
- Braun, U. (1995): The powdery mildews (*Erysiphales*) of Europae. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York, 5-17.
- Braun, U., Cook, R. T. A., Inman, A. J. and Shin, H. D. (2002): The Taxonomy of the Powdery Mildew Fungi. In: Bélanger, R. R., Bushnell, W. R., Dik, A. J., Carver, T. L. W. (ed.): The Powdery Mildews, a Comprehensive Treatise. APS, St. Paul, Minnesota, 13-56.
- Bruckart, W. L. (1989): Host range determination of *Puccinia jaceae* from yellow starthistle. *Plant Disease*, 73: 155-160.
- Bruckart, W. L., Cavin, C., Vajna L., Schwarczinger, I. and Ryan, F. (2004a): Differential susceptibility of Russian thistle accessions to *Colletotrichum gloeosporioides*. *Biological Control*, 30: 306-311.
- Bruckart W. L., Luster, D. G., Ryan, F., Schwarczinger, I., Vajna L. and Sobhian, R. (2000): Getting a grip on the target: experiences with *Salsola* diseases. In: Spencer, N. R. (ed.), *Proceedings of the Thent International Symposium on Biological Control of Weeds*, Montana State Univ. Bozeman, MT, 675.
- Bruckart, W. L., Luster, D. G. and Woods, D. (2004b): Status of *Puccinia jaceae* in 2004. *Biological Control of Yellow Starthistle in California*. *Phytopathology*, 94:s12.
- Bubák, F. (1907): Adatok Magyarország gombaflórájához. *Növénytani Közlemények*, 6: 102.
- Burdon, J. J., Groves, R. H. and Cullen, J. M. (1981): The impact of biological control on the distribution and abundance of *Chondrilla juncea* in south-eastern Australia. *J. Appl. Ecol.*, 18: 957-966.
- Burnett, H. C., Tucker, D. P. H. and Patterson, M. E., (1973): Biological control of milkweed vine with a race of *Phytophthora citrophthora*. *Proceeding's Florida Horticultural Society*, 86: 111.
- Bussan, A. J. and Dyer, W. E. (1999): Herbicides and rangeland. In: Sheley, R. L. and Petroff, J. K. (ed.) *Biology and management of Noxious Rangeland Weeds*. Oregon St. Univ. Press. Corvallis. 116-132.

- Buttery, R. G., Maddox, D. M., Light, D. M. and Ling, L. C. (1986): Volatile components of yellow starthistle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 786-788.
- Callihan, R. H. and Schirman, R. O. (1991): Effects of five hormone-type herbicides on the survival of yellow starthistle seedlings from a known susceptible population and suspected picloram resist population. *Res. Prog. Rep. West. Soc. Weed Sci.*, 44-42.
- Callihan, R. H., Prather, T. S. and Northam, F. E. (1993): Longevity of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) achenes in soil. *Weed Technology*, 7: 33-35.
- Charudattan, R. (1998a): Indigenous pathogens and commercial development - An overview. Abstracts of 7<sup>th</sup> International Congress of Plant Pathology, Edinburgh, Scotland 9-16 August, 1998, 4-7.
- Charudattan, R. (1998b): Risks associated with genetic variability. The Future of Fungi in the Control of Pests, Weeds and Diseases. British Mycological Society, International Symposium, Southampton, England, 5-9th. April 1998.
- Charudattan, R. (2000): Current status of biological control of weeds. In *Emerging technologies for integrated pest management: concepts, research, and implementation*. Proceedings of a Conference, Raleigh, North Carolina, USA, 8-10 March, (Edited by Kennedy, G. G. and Sutton, T. B.) St. Paul, USA, APS Press. 269-288.
- Charudattan, R., Linda, S. B., Kluepfel, M. and Osman, Y. A. (1985): Biocontrol efficacy of *Cercospora rodmanii* a Waterhyacinth. *Phytopathology*, 75: 1263-1269.
- Charudattan, R., Walker H. L., Boyette, C. D. Ridings, W. H., TeeBeest, D. O. Van Dyce, C. G. and Worsham, A. D. (1986): 'Evaluation of *Alternaria cassiae* as a mycoherbicide for sicklepod (*Cassia obtusifolia*) in regional field tests', Southern Coop. Ser. Bulletin Alabama. Experimental Station, Auburn University, Alabama, 317.
- Chelkowski, J. and Viskonti, A. (ed.) (1992): *Alternaria* Biology, Plant Diseases and Metabolites. Elsevier, Amsterdam, 38-39.
- Cullen, J. M., Kable, P. F. and Catt, M. (1973): Epidemic spread of a rust imported for biological control. *Nature*, 244: 462-464.
- Di Tomaso, A. and Watson, A. K. (1997): Effect of the fungal pathogen, *Colletotrichum coccodes*, on *Abutilon theophrasti* height hierarchy development. *J. Appl. Ecol.*, 34: 518-529.
- Di Tomaso, J. M. (2000): Invasive weeds in rangelands: Species, impacts and management. *Weed Science*, 48: 255-265.
- Domsch, K. H., Gams, W. and Anderson, T. H. (1980): *Compendium of soil fungi*. Academic Press, London.
- Dudley, D. R. (2000): Wicked weed of the west. *California Wild.* 53: 32-35.
- Ellis, M. B. (1971): *Dematiaceous Hyphomycetes*. 313. CMI Kev, Surrey, England, 313.

- Emge, R. G., Melching, J. S. and Kingsolver, C. H. (1981): Epidemiology of *Puccinia chondrillina*, a rust pathogen for the biological control of rush skeleton weed in the United States. *Phytopathology*, 71: 839-843.
- Evans, H. C. and Ellison, C. A. (1990): Classical biological control of weeds with micro-organisms: past, present prospects. *Aspects of Applied Biology*, 24: 39-49.
- Evans, H. C., Greaves, M. P. and Watson, A. K. (2001): Fungal biocontrol agents of weeds. In: Butt, T. M., Jackson, C. and Magan, N. (ed.): *Fungi as Biocontrol Agents*, CAB International, UK, 169-192.
- Fischl, G. (szerk) (2000): A biológiai növényvédelem alapjai növénykórokozók, kártevő állatok, és gyomnövények ellen. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 1-138.
- Fischl, G., Béres I. and Virányi F. (1996): Downy mildew of *Stellaria media* (Common chickweed) in Hungary. *Downy Mildews Newsletter*, 9: 17.
- Fischl, G., Béres, I., Berke, J. and Mikulás, J. (1999): Biological control of *Datura stramonium* with *Alternaria crassa*. 11<sup>th</sup> EWRS Symposium. Basel, Abstr. 89.
- Fischl, G., Horváth, Z. és Sövény, E. (1997): Előzetes adatok az *Orobanché* fajok mikroszkópikus gombáiról. *Növényvédelmi Tudományos Napok Összefoglaló Kiadványa. Budapest*, Abstr. 146.
- Frantzen, J. and Hatcher, P. E. (1997): A fresh view on the control of the annual plant *Senecio vulgaris*. In *COST 816. A coordinated European research programme: biological control of weeds in crops. Integrated Pest Management Reviews*, 2: 77-85.
- Gao, Z. Y. and Gan, J. E. (1992): Biological control of dodder – a review on research progress of the bioherbicide 'Lubao No. 1'. *Chines Journal of Biological Control*, 8: 173-175.
- Gerlach, J. D. (1997a): How the west lost: reconstruction the invasion dynamics of yellow starthistle and other plant invaders of western rangelands and natural areas. *Proc., California Exotic Pest Plant Council Symposium 3*: 67-72.
- Gerlach, J. D. (1997b): The introduction, dynamics of geographic range expansion, and ecosystem effects of yellow starthistle (*Cenaturea solstitialis*). *Proc., California Weed Science Society 49*: 136-141.
- Gerlach, J. D., Dyer, A. and Rice, K. J. (1998): Grassland and foothill woodland ecosystems of the Central Valley. *Fremontia*, 26: 39-43.
- Gibbs, L. A., Murray M. W., Sterling T. M. and Lownds N. K. (1995): Comparison of picloram-resistant and -susceptible yellow starthistle in a replacement series. *Proc., West. Soc. Weed Sci.*, 48:26.
- Goeden, R. D. and Pemberton, R. W. (1995): Russian thistle. In: Nechols, J. R., Andres, L. A., Beardsley, J. W., Goeden, R. D., Jackson, C. G. (ed.), *Biological Control in the Western United States*. University of California, Berkeley, California, 276-280.
- Hasan, S. (1980): Plant pathogens and biological control of weeds. *Review of Plant Pathology*. 59: 349-355.

- Hasan, S. (1988): Biocontrol of weeds with microbes. In: Mukerji, K. G., Carg, K. L. (ed.): Biocontrol of Plant Diseases, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 129-151.
- Hasan, S. and Ayres, P. G. (1990): The Control of Weeds through Fungi – Principles and Prospects. *New Phytologist*, 115: 201-222.
- Hasan, S., Sobhian, R. and Herard, F., (2001): Biology, impact and preliminary hostspecificity testing of the rust fungus, *Uromyces salsolae*, a potential biological control agent for *Salsola kali* in the USA. *Biocontrol Sci. Technol.*, 11: 677-689.
- Hódiné Ceglarska, E. és Ilovai, Z. (1996): Az aproszulák elleni biológiai védekezés lehetőségei. *Agrofórum*, 7: 26.
- Hódosy, S. (1980): biológiai védekezés a paradicsomon élősködő *Orobancha ramosa* ellen. I. Hyperparazita *Fusarium* fajok magyarországi előfordulása, alkalmazásuk lehetősége. *ZKI Bulletin*. 14: 21-29.
- Hollós, L. (1906): Új gombák Kecskemét vidékéről. *Fungi novi regionis Kecskemétiensis. Ann. Mus. Nat. Hung.* 4: 335.
- Hollós, L. (1910): Magyarországból ismeretlen gombák Kecskemét vidékéről. *Botanikai Közlemények*, 9: 111-213.
- Hollós, L. (1926): Új gombák Szekszárd vidékéről. *Math. Term. Tud. Közl.* 35: 49.
- Hollós, L. (1933): Szekszárd vidékének gombái. *Math. Term. Tud. Közl.* 37: 1-215.
- Hurell, G. A., Bourdot, G. W. and Saville, D. (2001): Effect of application time on the efficacy of *Sclerotinia sclerotiorum* as a mycoherbicide for *Cirsium arvense* control in pasture. *Biocontrol Science and Technology*, 11: 317-330.
- Igrc, J., Deloach, C. J. and Zlof, V. (1995): Release and establishment of *Zygogramma suturalis* F. (Coleoptera, Chrysomelidae) in Croatia for control of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Biological Control*, 5: 203-208.
- Ilovai, Z. (1995): Biological control of weeds in Hungary: Situation and outlook: 9<sup>th</sup> EWRS Symposium, Budapest 1995: Challenges for Weeds Science in the Changing Europe, 7.
- Jávorka S. és Csapodi V. (1975): *Iconographia Florae Partis Austro-Orientalis Europae Centralis*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 545.
- Julien, M. H. and Griffith, M. W. (1998): *Biological Control of Weeds: a World Catalogue of Agents and their Target Weeds*. 4<sup>th</sup>. Edition, CAB International, Oxon, UK.
- Kenney, D. S. (1986): DeVine - The way it was developed - an industrialist's view. *Weed Science*, 34, (Sup. 1.) 15-16.
- Kiss, L., Vajna, L. és Bohár, Gy. (2003): A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elleni biológiai védekezés lehetőségei. *Növényvédelem* 39: 319-331.

- Klisiewicz, J. M. (1986): Susceptibility of yellow starthistle to selected plant pathogens. *Plant Disease*, 70: 295-297.
- Kohn, L. M. (1979): A monographic revision of the genus *Sclerotinia*. *Mycotaxon*, 9: 365-444.
- Lanjouw, J. (ed.) (1952): *International Code of Botanical Nomenclature*. Utrecht, Netherlands.
- Larson, L., Kiemnec, G. and McInnis, M. (1992): Effect of water and salt stress on yellow starthistle germination and root growth. *Knapweed*, 6: 3
- Maddox, D. M. (1981): Introduction, phenology, and density of yellow starthistle in coastal, intercoastal, and central valley situations in California. *USDA-ARS., ARR-W-20*, 1-33.
- Maddox, D. M. and Mayfield, A. (1985): Yellow starthistle infestations are on the increase. *California Agriculture*, 39: 10-12.
- Maddox, D. M., Sobhian, R., Joley, D. B., Mayfield, A., and Supkoff, D. (1986): New biological control for yellow starthistle. *California Agriculture*, 40: 4-5.
- Maire, R. (1935): *Nomina Generica Conservanda Proposita*. In: Briquet, J. (ed.): *Supplement of the International Rules of Botanical Nomenclature*. Verlag von Gustav Fischer in Jena, Germany, 125.
- Mikulás, J., Fischl, G. és Hunyadi, K. (1993): A biológiai védekezés lehetősége az átoktüske (*Cenchrus pauciflorus* Benth.) ellen. *Növényvédelmi Tudományos Napok Összefoglaló Kiadványa*. Budapest, Abstr. 152.
- Mikulás, J., Haydu, Zs., Béres, I., és Fischl, G. (1997): *Sporisorium cenchri* (Lagerheim) Vánky üszöggomba hatása az átoktüskére (*Cenchrus pauciflorus* Benth.). I. Nemzetközi Növényvédelmi Konferencia, Debrecen, Összefoglalók, 73-74.
- Mikulás, J., Haydu, Zs., Béres, I. and Fischl, G. (1998a): A *Sporisorium cenchri* (Lagerheim) Vánky (rostosüszög) jelentősége a *Cenchrus pauciflorus* Benth.(átoktövis) elleni védekezésben. *Növényvédelmi Tudományos Napok*, '98., 160.
- Mikulás, J., Haydu, Zs., Béres, I. and Fischl, G. (1998b): Möglichkeiten der Bekämpfung von *Cenchrus pauciflorus* Benth. (Klettengras) mit *Sporisorium cenchri* (Lagerheim) Vánky. *Z.Pfl.Krankh. Pfl.Schutz, Sonderh.*, 16: 455-458.
- Mikulás, J., I. Béres, Fischl, G., and Haydu Zs. (1999): Germination of teliospores of the sandbur (*Cenchrus pauciflorus*) smut pathogen *Sporisorium cenchri* under experimental conditions. 11<sup>th</sup> EWRS Symposium. Basel. Abstr. 92.
- Moesz, G. (1918): *Botanikai Közlemények*, Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, XVII. 76.
- Moesz, G. (1926): *Mikológiai Közlemények VII. (N<sup>o</sup>81. Hendersonia salsolae Moesz)*. In: *Botanikai Közlemények*. Kir. Magyar Egyetemi Nyomda, Budapest. 23:122.
- Moesz, G. (1937-1938): *Fungi Hungariae, II. Archimycetes et Phycomycetes*. *Ann. Mus. Nat. Hung.* 31: 82.

- Moesz, G. (1939): Fungi Hungariae, III. *Ascomycetes*. Pars. 1. Ann. Mus. Nat. Hung. 32: 21.
- Moesz, G. (1941): Fungi Hungariae, IV. *Basidiomycetes*. Pars. 1. Uredineae. Ann. Mus. Nat. Hung. 34: 118.
- Morin, L., Hill, R. L. and Matayoshi, S. (1997): Hawaii's successful biological control strategy for mist flower (*Ageratina riparia*) - can it be transferred to New Zeland? Biological News and Information, 18: 77-88.
- Morris, M. J. (1991): The use of plant pathogens for biological weed control in South Africa. Agriculture, Ecosystems and Environment, 37: 239-255.
- Morris, M. J. (1997): *Acacia saligna* in South Africa. Biological Control, 10:75-82.
- Morris, M. J., Wood, A. R. and Breeyender, A. D. (1998): Development and registration of a fungal inoculant to prevent re-growth of cut wattle tree stumps in South Africa. In: Burge, M. N. (ed.): Abstract of the Fourth International Bioherbicides Workshop. University of Strathclyde, Glasgow, UK, 15.
- Mortensen, K. (1996): Constraints in development and commercialisation of a plant pathogen, *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvae* in biological weed control. In: Brown, H., Cussan, G. W., Devine, M.D., Duke, S. O., Fernandez-Quintanilla, C., Helweg, A., Labrada, R. E., Landes, M., Kudsk, P., Streibig, J.C., (ed.): Proceedings of the Second International Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark, 25-28 June 1996, Slagelse, Denmark, Department of Weed Control and Pesticide Ecology, 1297-1300.
- Mortensen, K. and Makowski, R. M. D. (1997): Effects of *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvae* on biomass of non-target field crops under controlled and field conditions. Weed Research, 37: 351-360.
- Mosyakin S. L. (1996): A taxonomic synopsis of the genus *Salsola* (*Chenopodiaceae*) in North America. Annals of the Missouri Botanical Garden, 83: 387-395.
- Müller, H., Nuessly, G. S. and Goeden, R. D. (1990): Natural enemies and host-plant asynchrony contributing to the failure of the introduced moth, *Coleophora parthenica* Meyrick (*Lepidoptera*, *Coleophoridae*), to control Russian thistle. Agriculture Ecosystems & Environment, 32: 133-142.
- Müller-Scharer, H. (1998): Cost-816: a co-ordinated European research programme on the biological control of weeds in crops. (Abstr.) International Symposium of The Future of Fungi in the Control of Pests, Weeds and Diseases. British Mycological Society, 1998, Southampton, 48.
- Müller-Scharer, H., Scheepens P., and Greaves, M. (1999): Biological control of weeds in European crops: recent achievements and future work. 11<sup>th</sup> EWRS Symposium. Basel, Abstr. 84.
- Nelson, P. E. Tousson, T. A. and Marasas, W. F. O. (1983): Fusarium species. An illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Park and London.
- Oehrens, E. B. (1977): Biological control of the Blackberry through the introduction of rust, *Phragmidium violaceum*, in Chile. FAO Plant Protection Bulletin, 25: 26-28.



- Oehrens, E. B. and Gonzalez, S. M. (1974): Introducción de *Phragmidium violaceum* (Schulz) Winter como factor de control biológico de zarzamora (*Rubus constrictus* Lef. et M. *R. ulmifolius* Schott.). *Agro Sur.*, 2: 30-33.
- Oehrens, E. B. and Gonzalez, S. M. (1977): Dispersion, ciclo biológico y danos causados por *Phragmidium violaceum* (Schultz) Winter en zarzamora (*Rubus constrictus* Lef. et M. *R. ulmifolius* Schott.) en la zonas centro-sur y sur de Chile. *Agro Sur*, 5: 73-85.
- Panter, K. E. (1990): Toxicity of knapweed in hoorses. *Kapweed* 4: 3-4
- Pitcairn, M. J. (1999): Advancements in biological control of weed species via insects and fungi. *Proc., Forest Vegetation Management Conference*, 20: 60-63.
- Pitcairn, M. J., DiTomaso, J. M., and Fox, J. (1999): Integrating chemical and biological control methods for control of yellow starthistle. In: Woods, D. M. (ed.): *Biological Control Program Annual Report, 1998*. California Department of Food and Agriculture, Plant Health and Pest Prevention Services, Sacramento, CA., 77-82.
- Pitcairn, M. J., DiTomaso, J. M. and Fox, J. (2000a): Rangeland and uncultivated areas: integrating biological control agents and herbicides for starthistle control. In: Hoddle, M. S., (ed.), *California Conference on Biological Control II.*, 65-62.
- Pitcairn, M. J., Joley, D. B. and Woods, D. M. (1997): Impact of plant density on yellow starthistle seedhead production. In: Woods, D. M. (ed) *Biological Control Program Annual Summary, 1996*. California Department of Food and Agriculture, Plant Health and Pest Prevention Services, Sacramento, CA., 59-61.
- Pitcairn, M. J., O'Connell, R. A. and Gendron, J. M. (1998): Yellow starthistle: survey of statewide distribution. In: Woods, D. M. (ed) *Biological Control Program Annual Summary, 1997*. California Department of Food and Agriculture, Plant Health and Pest Prevention Services, Sacramento, CA. 64-66.
- Pitcairn, M. J., Woods, D. M., Joley, D. B. Fogle, D. G. and Popescu, V. (2000b): Impact of seedling pathogens on yellow starthistle in California. In: Woods, D. M. (ed) *Biological Control Program Annual Summary, 1999*. California Department of Food and Agriculture, Plant Health and Pest Prevention Services, Sacramento, CA. 52-54.
- Pitcairn, M. J., Woods, D. M., Joley, D. B., Fogle, D. G., and Popescu, V. (2000c). Impact of seedling pathogens on yellow starthistle in California. In: Woods, D. M. (ed.): *Biological Control Program Annual Summary, 1999*. California Department of Food and Agriculture, Plant Health and Pest Prevention Services, Sacramento, CA., 52-54.
- Pyancov V. I., Artyusheva, E. G., Edwards, G., Black, C.C. and Soltis, P. S. (2001): Phylogenetic analysis of *Salsolae* (*Chenopodiaceae*) based on ribosomal ITS sequences: Implications for the evolution of photosynthesis types. *American J. Botany*, 88: 1189-1198.
- Ravensburg, W. J. (1998): Biochon Effective Biological and Environmentally Friendly Product. Koppert Biological Systems, Hague, Netherlands, 2.
- Reznic, S. Y., Belokobylskiy, S. A. and Lobanov, A. L. (1994): Weed and herbivorous insect population densities at the broad spatial scale – *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Zygogramma suturalis* F. (*Col.*, *Chrysomelidae*). *J. Applied Entomology*, 118: 1-9.

- Robins, W. W., Crafts A. S. and Raynor, R. N. (1952): Weed Control. MC Graw Hill Book. Co. Inc. New York. 503.
- Roché, C. T. and Roché, J. (1988): Distribution and amount of four knapweed (*Centaurea* L.) species in eastern Washington. Northwest Science, 62: 242-253.
- Rogers, D. P. (1949): Nomina Conservanda Proposita and Nomina Confusa – Fungi. Farlowia, 3: 425-493.
- Ryan, F. and Ayres, D. (2000): Molecular markers indicate two cryptic, genetically divergent populations of Russian thistle (*Salsola tragus*) in California. Can. J. Bot., 78: 59-67.
- Saari, L. L., Cotterman, J. C., Smith, W. F. and Primiani, M. M. (1992): Sulfonilurea herbicide resistance in common chickweed, perennial ryegrass, and Russian thistle. Pest. Biochem, Physiol., 42: 110-118.
- Saccardo, P. A. (1884): Sylloge Fungorum, III, 445.
- Scheepens, P. C. and Hoogerbrugge, A. (1989): Control of *Prunus serotina* in forests with the endemic fungus *Chondrostereum purpureum*. In: E. S. Delfosse (ed.), Proceedings, VIII. International Symposium on Biological Control of Weeds', 6-11 March, 1988, Rome, Italy, 545-551.-
- Scheepens, P. C., Kempenaar, C., Andreasen, C., Eggers, T., Netland, J. and Vurro, M. (1997): Biological control of the annual weed *Chenopodium album*, with emphasis on the application of *Ascochyta caulina* as a microbial herbicide. In: COST 816. A coordinated European research programme: biological control of weeds in crops. Integrated Pest Management Reviews 2: 71-76.
- Schillinger, W. F. and Young, F. L. (2000): Soil water use and growth of Russian thistle after wheat harvest. Agronomy Journal, 92: 167-172.
- Schmith, R. J. (1991): Integration of biological control agents with chemical pesticides. In: TeBeest, D. O. (ed.): Microbial Control of Weeds. Chapman and Hall, London, 189-208,
- Schwarczinger I., Bruckart, W. L. and Vajna L. (1996): *Salsola kali* ssp. *rutheiana* és egyes vadon élő *Centaurea* fajokon előforduló patogén gombák Magyarországon. 42. Növényvédelmi Tudományos Napok Összefoglaló Kiadványa, Budapest, 168.
- Schwarczinger, I., Bruckart, W. L. and Vajna, L. (1999a): Mycobiota of *Salsola kali* ssp. *rutheiana* and some wild *Centaurea* species in Hungary. First Hungarian Conference of Mycology, 26-28. May, 1999. (Abstr.) Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica, 46: 326.
- Schwarczinger, I., és Polgár, A. L. (1999): Gyomnövények elleni biológiai védekezés. In: Polgár A. L. (szerk.): A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon, különös tekintettel az EU 5. K+F programjában való részvételre. OMF. Budapest, 152-181.
- Schwarczinger, I., Vajna, L. and Bruckart W. L. (1998a): First report of *Colletotrichum gloeosporioides* on Russian-thistle. Plant Disease, 82: 1405.

Schwarczinger, I., Vajna, L. and Bruckart, W. L. (1998b): Pathogenicity of *Sclerostagonospora (Hendersonia) salsolae* on *Salsola kali* L. Abstracts of APS Potomac Division, Morgantown, March 18-20, 1998, in *Phytopathology*, 88: s131.

Schwarczinger, I., Vajna, L. and Bruckart, W. L. (1999b): Pathogenicity of *Hendersonia salsolae* on *Salsola tragus*. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 34: 293-297.

Schwarczinger, I., Vajna, L. and Bruckart, W. L. (2000): *Sclerostagonospora salsolae*, Comb. Nov. *Mycotaxon*, 77: 345-348.

Sheley, R. L. and Larson, L. L. (1994a): Observation: Comparative live-history of cheatgrass and yellow starthistle. *Journal of Range Management*, 47: 450-456.

Sheley, R. L. and Larson, L. L. (1994b): Comparative growth and competition between cheatgrass and yellow starthistle seedlings. *Knapweed*, 8: 3-4.

Sheley, R. L., Larson, L. L., and Jacobs, J. S. (1999): Yellow starthistle. In: Sheley, R.L. and Petroff, J. K. (ed.): *Biology and Management of Noxious Rangeland Weeds*. Oregon State University Press, Corvallis, 409-416.

Shishkoff, N. and Bruckart, W. L. (1993): Evaluation of infection of target and nontarget hosts by isolates of the potential biocontrol agent *Puccinia jaceae* that infests *Centaurea* spp. *Phytopathology*, 83: 894-898.

Shishkoff, N. and Bruckart, W. L. (1996): Water stress and damage caused by *Puccinia jaceae* on two *Centaurea* species. *Biological Control*, 6: 57-63.

Simon, T. (1992): A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok - virágos növények. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, p. 524.

Sneh, B., Burpee, L. and Ogoshi, A. (1991): Identification of *Rhizoctonia* Species. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, 1-129.

Sobhian R, Ryan F., Khamraev, A., Pitcairn, M. and Bell, D. (2003): DNA phenotyping to find a natural enemy in Uzbekistan for California biotypes of *Salsola tragus* L. *Biological Control*, 28: 222-228.

Stalling, G. P., Thill, D. C. and Mallory-Smith, C. A. (1994): Sulfonilurea-resistant russian thistle (*Salsola iberica*) survey in Washington State. *Weed Technology*, 8: 258-264.

Stevens, K. L., Witt, S. C. and Turner, C. E. (1990): Polyacetylenes in related thistles of the subtribes *Centaureinae* and *Carduinae*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 18: 229-232.

Stevens, O. A. (1943): Russian thistle life history and growth. *North Dakota Agr. Exp. Sta. Bull.*, 326: 3-20.

Strobel, G. A. (1991): Gyomírtás biológiai módszerekkel. *Tudomány*, 9: 40-46.

Supkoff, D. M., Joley, D. B. and Marois, J. J. (1988): Effect of introduced biological control organism on the density of *Chondrilla juncea* in California. *J. Appl. Ecol.*, 25: 1089-1095.

- Sutton, B. C. (1980): The Coelomycetes. Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata. CMI, Kew, Surrey, England.
- Sutton, B. C. (1992): The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In Bailey, J. A. and Jeger, M. J. (ed.) *Colletotrichum Biology, Pathology and Control*. CABI, Wallingford, UK, 1-27.
- TeBeest D. O. and Brumley, J. M. (1978): *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *aeschynomene* borne within the seed of *Aeschynomene virginica*. *Plant Disease Reporter*, 62: 675-678.
- TeBeest, D. O. (1993): Biological control of weeds with fungal plant pathogens. In: Jones, D. G (ed.): *Exploitation of Microorganisms*. Chapman and Hall, London, 1-17.
- TeBeest, D. O. and Gourber, C. (2000): Integrated biological control of northern jointvetch with *Collego* and chemical control of rice diseases and weeds. Fayetteville, USA, University of Arkansas Research Series – Arkansas Agricultural Experiment Station, 476: 221-225.
- Templeton, G. E. (1992): Use of *Colletotrichum* Strains as a Mycoherbicides. In Bailey, J. A. and Jeger, M. J. (ed.) *Colletotrichum Biology, Pathology and Control*. CABI, Wallingford, UK, 362-363.
- Templeton, G. E., Smith, R. J. and TeBeest, D. O. (1981): Field evaluation of dried fungus spore for biocontrol of curly indigo in rice and soybeans. *Arkansas Farm Research*, 30: 8.
- Templeton, G. E., TeBeest, D. and Smith, R. J. (1979): Biological weed control with mycoherbicides. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 17: 301-310.
- Tóth, Á. (2003): Az *Ambrosia artemisiifolia* jelentősége hazai sokéves gyomfelvételezések tükrében, illetve a környező országok és az észak-amerikai kontinens gyomfelvételezési adataival összehasonlítva. 49. Növényvédelmi Tudományos Napok Összefoglaló Kiadványa, Budapest, 152.
- Trujillo, E. E. (1976): Biological control of Hamauka pamakani with plant pathogens. *Proceedings of the American Phytopathology Society*, 3: 298.
- Trujillo, E. E. (1985): Biological control of Hamauka pamakani with *Cercospora* sp. in Hawaii. In: Delfosse E. S. (ed.): *Proceedings of the Sixth International Symposium for the Biological Control of Weeds*, Agriculture Canada. 661-671.
- Trujillo, E. E., Aragaki, M. and Shoemaker, R. A. (1988): Infection, disease development and axenic culture of *Entyloma compositarum*, the cause of Hamauka pamakani blight in Hawaii. *Plant Disease*, 72: 355-357.
- Ubrizsy G. és Vörös J. (1968): *Mezőgazdasági mykologia*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Ujvárosi M. (1973): *Gyomnövények*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, p.504.
- Vajna, L. (2002): Downy mildew epidemic on common ragweed in Hungary caused by *Plasmopara halstedii*. *Plant Pathology*, 51: 809.
- Vajna, L., Bohár, Gy. and Kiss, L. (2000): First report of *Phyllachora ambrosiae* in Europe causing epidemics on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Plant Disease*, 84: 489.

- Valenzuela-Valenzuela, J., Lownds, N. K. and Steling, T. M. (1997): Clopyralid uptake, translocation and ethylene production in resistant and susceptible yellow starthistle plants. Proc., West. Soc. Weed. Sci., 50: 36.
- Villegas, B., Mayhew, D. A. and Balciunas, J. (1999). Survey of *Chaetorellia* seedhead flies on commercial and non-commercial safflower in California. In: Woods, D. M. (ed.): Biological Control Program Annual Summary, 1998. California Department of Food and Agriculture, Plant Health and Pest Prevention Services, Sacramento, CA., 85-87.
- Villegas, B., Mayhew, D. A., Hrusa, F., and Balciunas, J. (2000): Survey of *Chaetorellia* seedhead flies on *Cirsium* thistles in close proximity to *Centaurea* spp. in California. In: Woods, D. M (ed.): Biological Control Program Annual Summary, 1999. California Department of Food and Agriculture, Plant Health and Pest Prevention Services, Sacramento, CA., 62-63.
- Wagner, J. (1910): Magyarországi *Centaureák* ismertetése. MTA, Budapest, p.76.
- Wakefield, E. M. (secr.) (1939): Nomina Generica Conservanda. Contributions from the Nomenclature Committee of the British Mycological Society. II. Transactions of the British Mycological Society, 23: 281-294.
- Walker, H. L. (1982): A seedling blight of sicklepod caused by *Alternaria cassiae*, Plant Disease, 66: 426.
- Walker, H. L. and Boyette, C. D. (1985): Biological control of sicklepod (*Cassia obtusifolia*) by *Alternaria cassiae*, Plant Disease, 70: 962.
- Wapshere, A. J. (1982): Biological control of weeds. In: Holzner, W. and Numata, M. (ed.) Biology and ecology of weeds. Dr. W. Junk Publishers, Hague, 47-56.
- Wilson, C. L. (1969): Use of plant pathogens in weed control. Ann. Rev. Phytopathol., 9:411-434.
- Woods, D. M. 1996. A new seedling disease of yellow starthistle, *Centaurea solstitialis* L. in California. Weed Science Society of America, Abstracts, 36:52.
- Woods, D. M. and Fogle, D. G. (1998). *Colletotrichum gloeosporioides* as a seedling disease of yellow starthistle, *Centaurea solstitialis*. In: Woods, D. M. (ed.): Biological Control Program Annual Summary, 1997. California Department of Food and Agriculture, Plant Health and Pest Prevention Services Sacramento, CA., 59.
- Wymore, L. A., Watson, A. K. and Gotlieb, A. R. (1987): Interaction between *Colletotrichum coccodes* and thidiazuron for the control of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Sci., 35: 377.
- Wymore, L. A. and Watson, A. K. (1989): Interaction between velvetleaf isolate of *Colletotrichum coccodes* and thidiazuron for velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) control in the field. Weed Sci., 37: 478.
- Young, J. A. (1991): Tumbleweed. Sci. Am., 82-87.
- Young, F., Veseth, R., Thill, D., Schillinger, W. and Ball, D. (1995): Managing Russian thistle under conservation tillage in crop-fallow rotations. In: Pacific Northwest Conservation Tillage

Handbook. Pacific Northwest Extension Publications, PNW492, Washington State University, Pulman, 12.

Young, J. A. and Evans, R. A. (1985): Russian thistle – the weed that won the west. *Weeds Today*, 16: 214-224.