

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH
INFORMACÍ

OCHRANA ROSTLIN

PLANT PROTECTION

3

ROČNÍK 30 (LXVII)
PRAHA 1994
CS ISSN 0862-8645

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD
SLOVENSKÁ AKADEMIA PŮDOHOSPODÁRSKÝCH VIED



This journal is covered by Agriindex of FAO (AGRIS database), by Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur published by Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (Phytomed database), by Biological Abstracts of Biosis (BIOSIS Previews database), and by Review of Agricultural Entomology and Review of Plant Pathology of CAB International Information Services (CAB ABSTRACTS database)

Redakční rada — Editorial Board

Doc. ing. Václav Kůdela, DrSc. (předseda - Head of Editorial Board)
Ing. Jozef Huszár, DrSc. (místopředseda - Vice-chairman)

Členové redakční rady — Members of the Editorial Board

Ing. Petr Ackermann, CSc., ing. Pavel Bartoš, DrSc., doc. ing. Ján Danko, CSc., RNDr. Bruno Gábel, CSc., prof. ing. Václav Kohout, DrSc., ing. Aleš Lebeda, DrSc., ing. Cyprián Paulech, CSc., ing. Jaroslav Polák, DrSc., ing. Vlastimil Rasocho, CSc., ing. Tibor Roháčik, CSc., ing. Vladimír Řehák, CSc., doc. RNDr. Josef Šedivý, DrSc., ing. Prokop Šmirous, CSc., prof. ing. Vladimír Táborský, CSc., ing. Marie Váňová, CSc.

Zahraníční členové - Foreign Members of the Editorial Board

Dr. I. R. Crute (Great Britain), Dr. R. S. S. Fraser PhD DSc FIHort (Great Britain), Prof. Dr. K. Hurle (Germany), Dr. J. Nielsen (Canada), Prof. A. Novacky, PhD (USA), Dr. F. Virányi (Hungary), Prof. Dr. J. C. Zadoks (The Netherlands), Prof. V. Zinkerhagel (Germany)

Vedoucí redaktorka — Editor-in-Chief

RNDr. Marcela Braunová

Contact address Slezská 7, CZ-120 56 Praha 2, Czech Republic
tel. 02 / 251 098; Fax: 02 / 257 090

© Institute of Agricultural and Food Information, Prague 1994

Ochr. Rostl., 30, 1994 (3) : 165-224

WILD ANGELICA – A SPONTANEOUS HOST OF COW-PARSNIP MOSAIC RHABDOVIRUS

Zdenko POLÁK

*Research Institute of Crop Production – Division of Phytomedicine,
161 06 Praha-Ruzyně, Czech Republic*

Angelica silvestris L. was found to be a new spontaneous host of the cow-parsnip mosaic virus of the family Rhabdoviridae. The virus was determined on the basis of morphometric data obtained from measurements of 87 complete bacilliform particles in ultrathin sectioned material (263 x 85 nm), and by means of its biological properties, principally by symptoms in response to sap-inoculation of susceptible host plants, and host range.

wild angelica; spontaneous host; cow-parsnip mosaic virus; rhabdovirus

A virus causing a severe mosaic disease of cow-parsnip, *Heracleum sphondylium* L. ssp. *australe* (Hartm.) Ahlfv., was originally isolated from cow-parsnips from several ruderal localities in Prague (Polák, 1966). It was shown that the virus infected some umbelliferous crop species as parsley, *Petroselinum hortense* Hoffm., *P. hortense* var. *crispum* (Mill.), coriander, *Coriandrum sativum* L., parsnip, *Pastinaca sativa* L., and dill, *Anethum graveolens* L. The disease was later found to have a scattered occurrence among cow-parsnips in Central Bohemia.

Electron microscopy of ultrathin sections prepared from leaf parenchyma cells of naturally mosaic diseased cow-parsnips or leaves and flower petals of manually inoculated and infected parsleys revealed bacilliform particles of about 265 x 90 nm packed mostly in globular aggregates in the nuclei and in the perinuclear space (Polák et al., 1977).

Cow-parsnip mosaic virus (CPMV) is considered to be the first rhabdovirus known to infect an umbelliferous plant species. When searching for further hosts within this family we succeeded to transmit the rhabdovirus by manual inoculation to water dropwort, *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., chervil, *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm., caraway, *Carum carvi* L. and cow-parsnip, *Heracleum speciosum* Weinm. (Polák, Sosnová, 1977). However,

while the susceptibility of these species was determined by artificial inoculation, they were never found to be spontaneous hosts of the rhabdovirus in nature.

During routine observations of plant associations of forest swamps and other moist places carried out in the surroundings of Dobříš (about 40 km south of Prague), individuals of wild angelica, *Angelica silvestris* L., with suspicious virotic symptoms were found. Since this plant species is known to be a natural host of arabis mosaic virus and an unidentified virus-like disease manifested by yellow mottle in leaves – “Gelbscheckung der Waldbrustwurz“ (Schmelzer, Wolf, 1977) – symptomatic leaves were collected for subsequent analysis.

MATERIAL AND METHODS

Crude sap of leaves of wild angelica with symptoms was extracted by grinding them with 0.05M HEPES buffer pH 6.8. Before manual inoculation, the plants were dusted with 500-mesh carborundum powder. Inoculated plants were stored at least four weeks for final reading of the symptoms.

Attempts to concentrate the virus were carried out according to the protocol used earlier in the paper dealing with particle morphology of the virus isolated from cow-parsnip (Polák et al., 1977).

Leaf dips and results of attempts to concentrate the virus were examined with a Tesla BS 500 electron microscope. Specimens on carbon-backed formvar-coated grids were stained with 2% potassium phosphotungstate adjusted to pH 7.1 and with 1% ammonium molybdenate adjusted to pH 6.5.

Ultrathin sections were prepared from leaves of plants of wild angelica that showed symptoms of natural infection. Plant tissue was fixed in 6.25% glutaraldehyde in 0.1M phosphate buffer pH 7.3, postfixed in 2% osmium tetroxide, during dehydration stained with 0.5% uranyl acetate and transferred for embedding into Durcupan (Fluka).

Virion measurements were made on photographs of ultrathin sectioned material.

RESULTS AND DISCUSSION

Symptoms of the disease in wild angelica consist of general yellow spotting of leaves, with spots being approximately 1 mm in diameter. Sometimes

they coalesce into small yellow blotches that are mainly extended along the main veins. These symptoms are later followed by leaf deformations and distortions. Infected plants seem somewhat stunted.

Symptoms in differential host plants are very similar to those induced by cow-parsnip mosaic rhabdovirus used as control:

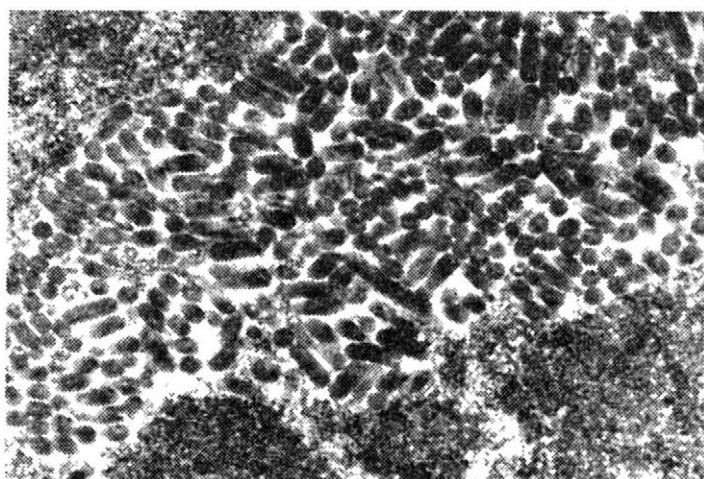
- Parsley** – clearing of veins and blister-like elevations on the youngest leaves, followed by conspicuous vein banding and severe deformations; later symptoms become milder;
- Coriander** – minute gray spots which tend to coalesce; later, top necroses with severe stunting appear;
- Parsnip** – leaf-curling followed by faint chlorotic spotting;
- Dill** – transversal yellowish striping of leaves;
- Goosefoot** – *Chenopodium quinoa* Willd., *C. amaranticolor* Coste et Rayn. – minute yellow local lesions.

From all the species mentioned above the virus was transmitted back to healthy parsley seedlings which again showed typical symptoms of the disease. No infection was apparent after inoculation of celery, carrot, caraway, sugar beet, red pepper, cucumber, jimson-weed, tobacco, tomato and French beans.

Since attempts to visualize the virions by negative staining techniques in specimens prepared both from leaf dips and the resulting pellets after concentration procedures did not give satisfactory results, we had to rely on electron microscopy of ultrathin sections. It revealed inclusions composed of bacilliform particles in the form of globular aggregates located in the perinuclear space of parenchyma cells or associated with the nuclei. They never occurred scattered in the cytoplasm.

Measurements of 87 complete bacilliform particles, photographed at three different magnifications, revealed a dimension of about 263 × 85 nm. It was shown that virions in longitudinal position consist of an electron-dense core and an external membrane loosely surrounding the particle, and that they are cylindrical in shape with two hemispherical ends. Particles in transverse section show two distinct layers which correspond to viral membrane and nucleocapsid with a central canal (Fig. 1).

The assignment of viruses to the family Rhabdoviridae was mostly based on their morphology. Other characteristics of those viruses which have been studied in depth, indicate that the morphologically based classification is sound.



1. Rhabdovirus particles in nucleoplasm of parenchyma leaf cells of systemically infected parsley
Magnified 38 000x

When infected plant cells are examined by electron microscope, the most obvious consequence of rhabdovirus infection is the accumulation of the characteristic bacilliform virus particles. These particles tend to accumulate at one of three sites which is characteristic for a given virus: perinuclear space, vesicles of the endoplasmatic reticulum or in association with virus-induced viroplasms (Francki et al., 1981). Viruses whose particles accumulate in the perinuclear space can often be seen budding from the inner nuclear membrane and nucleocapsids can sometimes be observed in the nucleoplasm.

Rhabdovirus particles appear smaller in sections of infected cells than in negatively stained preparations, presumably due to shrinkage during fixation and embedding, and flattening during air drying. Since there appear to be a number of unknown factors able to affect particle size during preparative procedures, it is difficult to make valid comparisons between published morphometric data (Francki, 1973). Because of possible artefacts involved in preparing specimens, minor differences in particle dimensions are considered not to be significant.

Preparatory artefacts seem to be – also in our case – the cause of small differences obtained after measurements of particles of the new cow-parsnip mosaic virus isolate from wild angelica.

References

FRANCKI, R. I. B.: Plant rhabdoviruses. *Adv. Virus Res.*, 18, 1973: 257–345.

- FRANCKI, R. I. B. – KITAJIMA, E. W. – PETERS, D.: Rhabdoviruses. In: KURSTAK, E. (Ed.): Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis. Elsevier/North (Holland Biomedical Press), 1981: 456–489.
- POLÁK, Z.: The mechanical transmission and some properties of a virus disease of cow-parsnip, *Heracleum sphondylium* L. Biol. Plant., 8, 1966: 73–79.
- POLÁK, Z. – KRÁLÍK, O. – LIMBERK, J.: Rhabdovirus-like particles associated with cow-parsnip mosaic. Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung., 12, 1977: 157–163.
- POLÁK, Z. – SOSNOVÁ, V.: Some results of phytovirological studies of the family Daucaceae. In: Sb. věd. Prací VI. českoslov. konf. ochr. rostl., Č. Budějovice 1976, 1977: 11–14.
- SCHMELZER, K. – WOLF, P.: Wirtspflanzen und ihre Viren, Viroseen und Mykoplasmosen. In: KLINKOWSKI, M. (Ed.): Pflanzliche Virologie. Registerhand, 1977: 54–189.

Received for publication January 5, 1994

Z. Polák (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, Česká republika)

Děhel lesní – spontánní hostitel rhabdoviru mozaiky bolševníku

Virotické ochuravění děhele lesního, *Angelica silvestris* L., zjištěné v oblasti Dobříše, je provázeno příznaky žluté skvrnitosti a deformacemi listové čepele. Podle příznaků na diferencních hostitelích, hostitelského okruhu a podle morfometrických dat elektronomikroskopicky zjištěných baciliformních částic (263 x 85 nm) v ultratenkých řezech a jejich lokalizace v buňce lze konstatovat, že jde o námi dříve izolovaný rhabdovirus mozaiky bolševníku. Děhel lesní je tedy dalším spontánním hostitelem tohoto viru.

Angelica silvestris L.; spontánní hostitel; rhabdovirus mozaiky bolševníku; rhabdoviry



ADEKO a. s. Vám nabízí

- ❑ **FINANČNÍ LEASING**
- ❑ **ZPROSTŘEDKOVATELSKOU OBCHODNÍ ČINNOST**
- ❑ **PORADENSTVÍ V OBLASTI PODNIKÁNÍ, FINANCOVÁNÍ A ORGANIZACE**

ADEKO a. s.
Slezská 7
120 56 Praha 2
tel.: 258 372 fax: 252 321

**THE OCCURRENCE AND DISTRIBUTION
OF PATHOTYPES OF *PLASMODIOPHORA BRASSICAE* WOR.
IN THE CZECH REPUBLIC AND SLOVAKIA**

Jaroslav ROD

*State Checking and Testing Institute of Agriculture, 783 71 Olomouc,
Czech Republic*

A total of 92 *Plasmodiophora brassicae* samples collected from various regions of the Czech Republic and Slovakia were screened to assess the range of pathotypes. Seven pathotypes were identified by means of Williams's method. Pathotypes 7, 6, 4 and 10 were the most frequent, being detected in 51, 43, 17 and 15 samples, respectively. In addition, pathotypes 2, 3 and 1 occurred in 9, 3 and 1 sample(s), respectively. Mixtures of two and/or three pathotypes were found in 38 and 4 samples, respectively. There were no correlations between pathotypes and locations. Pathotype 3 was the only one to occur in two neighbouring villages and at one nearby location within the distance of 25 km. A total of 36 different pathotypes were identified by means of the ECD system, but 26 of these occurred only once. The codes of the most common pathotypes were: 16/15/31 (26 samples), 16/14/31, 16/02/28 (eight samples each), and 16/03/28 (five samples). Of three test species used in the experiment, *Brassica oleracea* was the most vulnerable to infection: 47 samples could attack all five ECD test hosts. Least affected was *B. campestris*, where 86 samples were able to attack one test host only (ECD 05 – Chinese cabbage cv. Granaat). The five ECD test hosts of *B. napus* were fairly resistant as none of was infected by 11 of the samples.

clubroot; *Plasmodiophora brassicae*; pathotypes; Czech Republic; Slovakia

Clubroot, caused by *Plasmodiophora brassicae* Wor., is a serious disease of brassica crops in the Czech Republic (Rod, 1986, 1988a). None of the control methods applied on their own is sufficiently effective enough to eliminate the pathogen, and therefore it is essential to use several measures. One of the promising control methods is breeding of cultivars that are resistant to clubroot, but this should be based on thorough screening of pathoty-

pes and knowledged their occurrence. Zvára and Voženilková (1980) found that *P. brassicae* isolates occurring in the Czech Republic and Slovakia differed in their pathogenicity against the experimental crops.

Several systems have been developed to determine pathotypes *P. brassicae*. The most commonly used are Williams's classification that originated in the USA (Williams, 1966), and the ECD method which was developed in Europe some time later (Buczacki et al., 1975). The aim of our trial was to study the occurrence and distribution of *P. brassicae* pathotypes in the Czech Republic and Slovakia.

MATERIAL AND METHODS

Infested soil samples obtained from 92 Czech and Slovak localities were used to determine *P. brassicae* pathotypes. Soil samples were collected during the years 1987-1988. Chinese cabbage cv. Granaat was chosen as a test crop due to its reported susceptibility to all pathotypes known up to now. The clubs produced on Granaat served a source of inoculum for further experiments. The screening of the pathotypes was accomplished using both of the above methods. The pathotypes classified by Williams's method (Williams, 1966) were marked with the numbers (theoretically 1 to 16) according to the reaction of various test plants, i.e. two test hosts each of *B. napus* and *B. oleracea*. The materials tested by means of the ECD method were allocated unique triplet codes with digits giving the reaction of the three ECD host species, namely *Brassica campestris* = *B. rapa*, *B. napus* and *B. oleracea*. There were five test hosts for each of the species, i.e. a total of 15 ECD hosts (Buczacki et al., 1975). All seed samples originated from Horticulture Research International, Wellesbourne, U.K. The subsets of test hosts consisted of at least 30 plants each. Seeds were sown in minicell modules T-260 (cell volume of 15 cm³). Inoculation was carried out by a suspension of spores (concentration 5.10⁵ per ml) at the rate of 0.5 ml suspension per seed. After inoculation the seeds were covered with a thin layer of perlite and minicells were put into a growth cabinet with a controlled atmosphere (Rod, 1988b). Assessments were made of newly-formed clubs on roots 35 days after inoculation (Dobson et al., 1983). The reaction of the ECD hosts to different *P. brassicae* samples was based on the pre-calculated disease indices (DI), and ECD codes were allocated to the samples (Buczacki et al., 1975).

RESULTS AND DISCUSSION

The occurrence of the pathotypes at different locations is given in Table I. A total of seven pathotypes were recorded Williams's classification was needed (Table II). Only one pathotype was detected in more than a half of the samples (i.e. 54.8 %), two pathotypes were found in 38 samples, and a mixture of three pathotypes in four samples. The most frequent combinations of pathotypes were: 6 + 7, 7 + 10, 4 + 7, and 2 + 6. Pathotype 7 was detected in 50 samples (54.3 %), and its occurrence represented 36.7 % of all pathotypes encountered. Pathotype 6 was found in 43 samples, whilst the pathotypes 4, 10, and 2 occurred to a lesser extent, i.e. in 17, 15 and 9 samples, respectively. Pathotype 3 was identified three times only, and pathotype 1 just once.

I. Location of clubroot infested fields and pathotypes in the Czech and Slovak Republics

Region	Locality	Pathotypes classified according to	
		Williams	ECD
Přibram	Praha-Ruzyně	7 + 10	16/15/31
	Praha-Rapotín	7	16/12/29
	Dlouhá Lhota	6 + 7 + 10	16/15/31
	Drahenice	6	16/02/28
Kutná Hora	Kačina	7	16/15/31
Tábor	Sezimovo Ústí	6	16/02/28
	Dražice	7 + 2	16/14/31
	Borkovice	6 + 7	16/02/28
Písek	Větrov	6	16/00/30
	Čimelice	7 + 4	16/31/31
	Písek-Hradiště	6 + 7	16/04/14
Klatovy	Klatovy	6 + 7	16/03/30
Rokycany	Radnice	7 + 10 + 4	16/14/31
Tachov	Tachov	6	16/01/30
Cheb	Velká Hleďsebe	7	16/07/31
Sokolov	Horní Slavkov	6	16/02/28
	Sokolov I	10 + 4	19/31/31
	Sokolov II	7 + 4	29/31/25

Table I continue

Region	Locality	Pathotypes classified according to	
		Williams	ECD
Chomutov	Chomutov	6	16/03/28
Most	Litvínov	7	16/00/31
Litoměřice	Trávčice	7 + 10	16/15/31
	Polepy	7 + 10	16/15/31
Česká Lípa	Petrotlice p. R.	6	16/03/28
Liberec	Hrádek n. Nisou	6 + 7	16/09/15
	Liberec	7 + 2	16/15/15
	Hodkovice u L.	7 + 10	16/15/31
Semily	Turnov	10 + 4	16/31/13
	Benecko	6	16/03/28
	Jilemnice	6	16/02/28
Jičín	Podhorní Újezd	7	16/14/31
Hradec Králové	Nový Bydžov	7 + 4	16/15/31
	Předměřice n. L.	6	16/00/12
Náchod	Nahořany	7	16/15/31
	Červený Kostelec	6	16/02/28
	Broumov	6	16/03/30
Rychnov n. K.	Rychnov n. Knežňou	7	16/13/31
	Luže	6 + 7	16/10/31
Chrudim	Řepníky	7 + 4	16/15/31
	Ústí n. Orlicí	Zámorsk	6 + 4
Svitavy	Česká Třebová	6	16/00/14
	Kunčina	7	16/15/31
Jihlava	Sádek	7	16/15/15
	Velký Beranov	7	16/15/31
Třebíč	Babice	4	31/31/31
	Hrotovice	6	16/02/28
Břeclav	Vranovice	6	16/02/14
Brno-město	Brno	6	16/14/10
	Brno-Tuřany	7	16/15/31

Table I continue

Region	Locality	Pathotypes classified according to	
		Williams	ECD
Blansko	Brno-Jundrov	6 + 7	16/00/30
	Brno-Komárov	7 + 4	16/14/12
	Blansko	7	16/15/31
	Rohozec	6	16/10/28
Zlín	Spytihněv	7 + 4	16/14/31
Prostějov	Prostějov	6 + 7	16/15/31
	Vrbátky I	6 + 7 + 2	16/15/31
	Vrbátky	II 7	16/06/13
Přerov	Troubky	7	16/14/31
	Výmyslov	6 + 2	16/14/31
Olomouc	Olomouc-Holice	6 + 2	16/01/31
	Červenka	7	16/13/31
	Dlouhá Loučka	7	16/15/31
Šumperk	Libina	6 + 2	16/15/30
	Žulová	6 + 7	16/07/30
Bruntál	Krnov	6	16/03/28
	Světlá Hora u B.	10 + 4	17/31/31
Opava	Bolatice	6 + 10	16/15/31
Karviná	Karviná	7 + 10	16/14/31
Frýdek-Místek	Nošovice	6 + 2	16/08/28
	Frýdlant n. O.	1 + 4	16/31/31
Žilina	Kotešová	7	16/15/31
	Žilina	6 + 10	16/01/14
Dolný Kubín	Náměstovo	6	16/00/12
	Tvrdošín	6 + 3	16/00/28
Lipt. Mikuláš	Žiar	3	24/07/14
	Smrečany	3	16/15/28
	Liptovský Mikuláš	7	16/15/31
	Vavrišovo	6	16/00/14
	Liptovský Hrádok	7	16/15/31

Table I continue

Region	Locality	Pathotypes classified according to	
		Williams	ECD
Banská Bystrica	Brezno	6	16/02/28
	Medzibrod	7 + 10	16/15/31
	Banská Bystrica	7	16/14/31
Prievidza	Lehota p. Vtáčnikom	6 + 7	18/00/12
Žiar n. Hronom	Vyhne	7 + 10 + 4	16/15/31
	Horná Trnávka	7	16/15/31
Zvolen	Sliač	7 + 10	16/15/31
Poprad	Poprad	6	16/00/12
	Poprad-Kvetná	2 + 4	17/31/31
	Kežmarok	7 + 2	16/10/31
Stará Lubovňa	Plaveč n. P.	7	16/11/15
Bardejov	Bradejov	7	16/15/31
	Bardejovská Nová Ves	7	16/15/31
Košice	Košice	6	16/03/28

Table I shows that there was no correlation between the pathotypes and locations of their occurrence. For example, pathotype 2 was found at nine locations; of these, six were in four neighbouring regions in Moravia (i.e. Přerov, Prostějov, Olomouc, and Šumperk), others in remote places in northern Bohemia (Liberec) and eastern Slovakia (Poprad, Kežmarok). On the other hand, three different pathotypes were detected at two sites near Poprad (i.e. 6, 2, 4), at four locations in Brno (7, 6, 4), in two samples from Sokolov (4, 7, 10) and two from Vrbátky (6, 7, 2). Only pathotype 3 occurred in three nearby places (villages of Žiar, Smrečany and Tvrdošín).

It was important to compare our results with the data obtained in other countries (Table V). The screening of clubroot pathotypes in 11 countries by means of Williams's classification revealed pathotype 7 in all but Japan and Canada. Pathotypes 4 and 3 were detected in eight countries, 2 and 6 in seven countries, and pathotype 1 in six countries. Pathotypes 5 and 8 were

II. The occurrence of *P. brassicae* pathotypes classified according to Williams in the Czech Republic and Slovakia

Pathotype (Williams)	No. of localities	Percentage occurrence as related to	
		a set of 92 samples	all pathotypes
7	50	54.3	36.7
6	43	46.7	30.9
4	17	18.5	12.2
10	15	16.3	10.8
2	9	9.8	6.5
3	3	3.3	2.2
1	1	1.1	0.7
Total	138		100.0

found in Japan only, whilst pathotype 12 occurred only in Poland. Table VI gives a more detailed comparison of our results with the situation in Poland, where Nowicki (1984) had tested 103 samples, and a few years later Robak (1991) processed 128 samples.

III. Occurrence of different pathotypes (ECD method) of *P. brassicae* in the Czech Republic and Slovakia

Pathotype	No. of records	Percentage occurrence	ECD code	No. of records	Percentage occurrence
16/15/31	26	28.0	16/00/30	2	2.1
16/02/28	8	8.6	16/03/30	2	2.1
16/14/31	8	8.6	16/10/31	2	2.1
16/03/28	5	5.4	16/13/31	2	2.1
16/00/12	3	3.2	16/15/15	2	2.1
16/00/14	3	3.2	16/31/31	2	2.1
17/31/31	3	3.2			

Pathotypes (ECD codes) occurring in only one sample: 16/00/18, 16/00/28, 16/00/31, 16/01/14, 16/01/30, 16/01/31, 16/02/14, 16/04/14, 16/06/13, 16/07/30, 16/07/31, 16/08/28, 16/09/15, 16/11/15, 16/13/31, 16/14/10, 16/14/12, 16/14/28, 16/31/31, 19/31/31, 29/31/25, 31/31/31

IV. Distribution of reaction types on ECD differential set after inoculation by *P. brassicae*

	ECD hosts	Reaction (% from 93 tests)			Average DI
		Resistant (DI ≥ 20)	Indistinct (20 < DI < 80)	Susceptible (DI ≥ 80)	
<i>B. campestris</i>	01	94.6	4.3	1.1	3.6
	02	95.7	4.3	0.0	2.9
	03	97.8	1.1	1.1	2.3
	04	97.8	0.0	2.2	2.8
	05	0.0	3.2	96.8	97.8
	Average 01-05	77.2	2.6	20.2	21.9
<i>B. napus</i>	06	43.0	51.6	5.4	28.0
	07	21.5	54.8	23.7	48.6
	08	37.6	23.7	38.7	49.5
	09	37.6	25.8	36.6	49.3
	10	82.8	12.9	4.3	11.2
	Average 06-10	44.5	33.8	21.7	37.3
<i>B. oleracea</i>	11	40.9	21.5	37.6	48.1
	12	32.3	24.7	43.0	53.9
	13	3.2	12.9	83.9	83.7
	14	0.0	28.0	72.0	85.0
	15	18.3	62.5	19.4	49.5
	Average 11-15	18.9	29.9	51.2	82.2
	Average 01-15	46.9	22.1	31.0	40.6

DI = Disease Index

A total of 35 different pathotypes were identified by means of the ECD method, with 22 of them occurring only once (Table III). The most frequent pathotypes were 16/15/31 (in 26 samples), 16/02/28, 16/14/31 (both in eight

samples) and 16/03/28 (in five samples). Pathotypes 16/14/31 and 16/15/31 occurred were also most frequent in Germany (Mattusch, 1977). While pathotype 16/31/31 was reported as the most frequent by Toxopeus et al. (1986) and Giessmann (1988), it was detected only in two of our samples. Pathotypes 16/02/31 and 16/03/31, found in the USA (Dobson et al., 1983), did not occur in the Czech Republic or Slovakia, as did pathotype 16 that had been often identified in Japan (Yoshikawa et al., 1977). The most virulent pathotype (31/31/31) was detected at the location of Babice (region Třebíč), and a similar one in Germany (Mattusch, 1982).

V. The occurrence of pathotypes in various countries (Williams's classification)

Country	Pathotypes															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	13
Former Czechoslovakia	+	+	+	+		+	+			+						
Former GDR ¹	+		+	+		+	+		+							
Poland ²		+	+	+		+	+			+						
Poland ³	+	+	+	+		+	+			+						
Finland ⁴	+	+	+	+		+	+					+				
Norway ⁴	+	+		+			+		+							
Iceland ⁴							+									
Former USSR ⁵			+	+			+			+						
Japan ⁶	+	+	+	+	+			+	+							
USA ⁷					+	+										
Canada ⁸	+	+	+			+										

¹Williams, Seidel (1968); ²Nowicki (1984); ³Robak (1991); ⁴Linnasalmi, Toiviainen (1981); ⁵Fedorova (1981); ⁶Yoshikawa et al. (1977); ⁷Dobson et al. (1983); ⁸Crete, Chiang (1967) and A y e r s (1972)

Brassica oleracea was the most commonly infested host out of the three ECD host species (Table IV); 47 pathogen samples (i.e. 50.5 %) could attack; all its five hosts. ECD hosts 13 and 14 (head cabbage cvs. Jersey Queen and Septa) were the most vulnerable, while a lower degree of infection was produced in hosts 11, 15 and 12 (head cabbage cvs. Badger Shipper, boreco-

VI. A Comparison of the occurrence of *Plasmodiophora brassicae* pathotypes in the former Czechoslovakia and Poland (percentage of the total number of detected)

Pathotypes	In Czechoslovakia	In Poland	
		Nowicki (1984)	Robak (1991)
1	0.7	—	5.6
2	6.5	17.2	7.5
3	2.2	0.6	1.4
4	12.2	49.6	22.0
6	30.9	5.6	34.1
7	36.7	27.0	26.6
10	10.8	—	2.3
12	—	—0.5	
Frequency of samples with			
one pathotype	54.8	54.0	22.7
two pathotypes	40.9	39.3	72.6
three pathotypes	4.3	6.7	4.7

le Verhoul, head cabbage Bindersachsener). *B. campestris* was the most resistant species, where 86 samples (i.e. 92.4 %) were able to infect ECD host 05 only (Chinese cabbage cv. Granaat). ECD hosts belonging to *B. napus* sp. were comparatively resistant as a total of 11 samples did not infect the five ECD hosts of this species, the most resistant being swede cv. Wilhelmsburger (10) and rape cv. Nevin-DC 101 (06). Taken the set of 15 ECD hosts as a whole, the hosts 03, 04, 02 and 01 were most resistant, while 05, 13 and 14 were most susceptible. Based on the results of 299 ECD tests, Toxopeus et al. (1986) found ECD hosts 02, 04, 01 and 03 least infected, 05, 07 and 14 most vulnerable to infection, and 15, 11 and 06 to show most indistinct reactions ($20 = DI = 80$). In our experiments this latter kind of reaction was observed in ECD hosts 15, 07 and 06.

References

AYERS, G. W.: Races of *Plasmodiophora brassicae* infecting crucifer crops in Canada. *Canad. Pl. Disease Surv.*, 52, 1972: 77-81.

- BUCZACKI, S. T. – TOXOPEUS, H. – MATTUSCH, P. – JOHNSTON, T. D. – DIXON, G. R. – HOBOLTH, L. A.: Study of physiological specialization in *Plasmodiophora brassicae*: proposals for attempted rationalization through an international approach. Trans. Br. mycol. Soc., 65, 1975: 295–303.
- CRETE, R. – CHIANG, M. S.: Screening test of Crucifers for resistance to clubroot in organic soils of Quebec. Pl. Disease Rept., 51, 1967: 991–992.
- DOBSON, R. L. – ROBAK, J. – GABRIELSON, R. L.: Pathotypes of *Plasmodiophora brassicae* in Washington, Oregon, and California. Pl. Disease, 67, 1983: 269–271.
- FEDOROVA, M. N.: Ustojčivye sorta i rasovoj sostav vzbuditelja kily krestocvėtnych kultur. Trudy VNIi zaščity rastenij, Leningrad, 1981: 40–45.
- GIESSMANN, H.-J.: Zum Auftreten von Rassen des Erregers der Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) in der DDR. Nachr.-Blatt Pfl.-Schutz DDR, 42, 1988: 107–109.
- LINNASALMI, A. – TOIVIAINEN, A.: Races of *Plasmodiophora brassicae* Wor. in Finland. Proc. Brassica Conf., Norway, 1981: 24–28.
- MATTUSCH, P.: Pathotype differentiation in *Plasmodiophora brassicae* in Federal Republic of Germany. Proc. Woronin+100 Conf., Madison, 1977: 75–76.
- MATTUSCH, P.: Untersuchungen zur Verbreitung des Erregers der Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*) und seiner Pathotypen sowie zur Anfälligkeit der Wirtspflanzen. BBLF Berlin und Braunschweig, Jahresbericht 1981, 1982: 21.
- NOWICKI, B.: Zróżnicowanie biologiczne *Plasmodiophora brassicae* Wor. v Polsce oraz podatność uprawianych roślin krzyżowych na wykryte patotypy grzyba. Rozprawy naukowe i monografie. Warszawa, Wydawnictwo SGGW-AR 1984: 76 pp.
- ROBAK, J.: Zmienność patotypów *Plasmodiophora brassicae* Wor. występujących w Polsce i ich patogeniczność w stosunku do odmian i linii hodowlanych *Brassica oleracea*. Instytut Warzywnictwa Prace habilitacyjne, Nr 6., 1991 :61 pp.
- ROBAK, J. – ROD, J.: Doskonalenie metod zwalczania kily kapusty (*Plasmodiophora brassicae*). Sprawozdanie etapowe, IW Skierniewice, 1989, 14 pp.
- ROD, J.: Preliminary data on the occurrence of clubroot (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) in Czechoslovakia. Proc. X. Czechoslov. Plant Protect. Conf., Brno, 1986: 103–104.
- ROD, J.: Výskyt a škodlivost nádorovitosti brukvovitých rostlin v ČSSR. Záhradnictvo, 13, 1988a: 556–557.
- ROD, J.: New inoculation method for testing of *Brassicaceae* for resistance to *Plasmodiophora brassicae* Wor. Eucarpia – Crucifers Newsletter No. 13, 1988b: 102–103.
- TOXOPEUS, H. – DIXON, G. R. – MATTUSCH, P.: Physiological specialization in *Plasmodiophora brassicae*: an analysis by international experimentation. Trans. Br. mycol. Soc., 87, 1986: 279–287.

WILLIAMS, P. H.: A system for the determination of races of *Plasmodiophora brassicae* that infected cabbage and rutabaga. *Phytopathology*, 56, 1966: 624-626.

WILLIAMS, P. H. - SEIDEL, D.: Zum Vorkommen von *Plasmodiophora brassicae* -rassen in der Deutschen Demokratischen Republik. *Arch. Pfl.Schutz*, 4, 1968: 31-36.

YOSHIKAWA, H. - ASHIZAWA, M. - HIDA, K.: Pathogenic races of *Plasmodiophora brassicae* in Japan. *Proc. Woronin+100, Madison*, 1977: 80-86.

ZVÁRA, J. - VOŽENÍLKOVÁ, B: Studium fyziologických ras houby *Plasmodiophora brassicae* Wor. a jejich použití v rezistentním šlechtění brukvovitých. [Závěrečná zpráva.] Č. Budějovice, VŠZ 1980: 55 pp.

Received for publication April 14, 1994

J. Rod (Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Olomouc, Česká republika)

Výskyt a rozšíření patotypů *Plasmodiophora brassicae* Wor. v České republice a na Slovensku

U 92 vzorků *Plasmodiophora brassicae*, které pocházely ze všech oblastí České republiky a Slovenska, byl zjišťován výskyt patotypů. Při použití Williamsovy metody bylo identifikováno sedm patotypů. Nejčastěji se vyskytujícími byly patotypy 7 (51 vzorků), 6 (43 vzorků), 4 (17 vzorků) a 10 (15 vzorků). Kromě nich byly identifikovány patotypy 2 (9 vzorků), 3 (3 vzorky) a 1 (1 vzorek). U 38 vzorků bylo zjištěno, že se jedná o směs dvou patotypů a u čtyř vzorků o směs tří patotypů. Nebyly zjištěny závislosti mezi jednotlivými patotypy a oblastmi. Pouze patotyp 3 byl zjištěn ve dvou sousedních obcích a třetí byl výskyt asi 25 km od nich. Při použití metody ECD bylo identifikováno celkem 36 různých patotypů, přičemž 26 patotypů se vyskytlo jen jednou. Podle této metody jsou nejčastější patotypy označeny kódy 16/15/31 (26 vzorků), 16/14/31, 16/02/28 (oba u osmi vzorků) a 16/03/28 (pět vzorků). Ze všech tří testovacích botanických druhů byl nejvíce napadán druh *Brassica oleracea*. U tohoto druhu 47 vzorků způsobilo napadení všech pěti ECD testerů. Nejméně byl napadán druh *B. campestris*. U tohoto druhu způsobilo 86 vzorků napadení pouze ECD testeru 05 (pekingské zelí odrůda Granaat). Poměrně odolné byly i ECD testery z druhu *B. napus*. Jedenáct vzorků nezpůsobilo napadení ani jednoho z pěti ECD testerů tohoto druhu.

nádorovitost; *Plasmodiophora brassicae*; patotypy; Česká republika; Slovensko

THE USE OF SOIL SOLARIZATION TO CONTROL CLUBROOT (*PLASMODIOPHORA BRASSICAE*)

Jaroslav ROD

State Checking and Testing Institute of Agriculture,
783 71 Olomouc, Czech Republic

The effect of tarping of soil in a closed plastic house on the occurrence of clubroot was assessed. The treatment brought about a large decrease in soil infestation. Solarization outperformed chemical disinfection with dazomet, calcium cyanamide or trichlamide. Solarization alone was more efficient than when combined with chemical treatment.

soil solarization; clubroot; *Plasmodiophora brassicae*; chemical soil disinfection; combination of solarization and chemical treatment

The principle of soil solarization is based on covering soil with a thin transparent film which results in heating by solar energy in the warmest season of the year. Although the method was developed and is mostly applied in hot climates (e.g. Israel, California, Egypt etc.), it has also become popular in southern Europe where it is used outdoors on an acreage of about 40 000 ha per year (K a t a n, 1984). In cooler regions of Europe (e.g. Belgium, Great Britain, France) it has proven practical in glasshouses and plastic houses (K a t a n et al., 1987). In Japan, soil solarization is used to treat 2 200 ha of greenhouses for growing strawberries and vegetables (H o r i u c h i, 1990). Since the method has so far been practically unknown in the Czech Republic, we decided to try soil solarization under climatic conditions of this country in view of a previous temperature data assessment (R o d, 1992) to control clubroot (*Plasmodiophora brassicae* Wor.). Similar trials had been conducted in Great Britain (W h i t e, B u c z a c k i, 1979), Australia (P o r t e r, M e r r i m a n, 1985) and USA (C a m p b e l l et al., 1981; M y e r s et al., 1983).

MATERIAL AND METHODS

Two independent experiments were carried out. The first was done in a plastic house (9 x 50 m) with soil naturally infested with clubroot. Unifor-

mity of the infestation was achieved by incorporating 50 l of a suspension of *P. brassicae* resting spores at the concentration of 10^7 per ml. Then the soil was moistened thoroughly. The area of the plastic house was divided into four identical plots, 4.5 x 25 m each. Two of them were tarped with a thin (0.03 mm) transparent microtene film; one plot remained under cover for three weeks, the other for five weeks (July 15 to August 19). The plastic house was kept closed during the trials and soil temperatures were recorded twice a day (at 0700 h and 1500 h) at the depths of 5, 10, and 15 cm. Soil samples taken before the trials were started served as a control; they were stored at 5 °C or heated up to 50 °C for three and six days. After the trial one representative soil sample was removed from the each of the experimental plots and subjected to the biotest (R o d, 1988) to assess the concentration of viable resting spores in the soil. The disease index values show both the quantity and intensity of root infestation of a test crop (D o b s o n et al., 1983)

In the second trial, 0.8 m³ standard garden soil was infested with *P. brassicae* spores (10^6 spores per 1 g soil) and divided into four identical parts. One part was left untreated, the remaining three parts were treated with 200 g/m³ of Basamid gran. (98 % dazomet, BASF, Ludwigshafen, Germany), 300 g/m³ of Perlka (44% calcium cyanamide, SKW, Trostberg, Germany), and 30 g/m³ of Hatadeon (20% trichlamide, Nippon Kayaku, Koshikiya, Japan), respectively.

The soil from each of the four treatments was divided and placed in eight polyethylene fruit containers (volume 50 l) that were then embedded into the ground of the plastic house used for the first trial. Four containers of each variant were left uncovered, the remaining four were covered with a thin (0.03 mm) transparent microtene film. After six weeks the containers were lifted and the soil samples were subjected to the biotest as used in first trial. Data were analysed by analysis of variance.

RESULTS AND DISCUSSION

First trial

In the non-covered variant the mean soil temperatures over the whole 5-week-period recorded at depths of 5, 10, and 15 cm were 25.0, 24.7, and 24. °C, respectively. In the covered variant they reached 32.7, 31.5, and

I. The effect of solarization on the occurrence of *Plasmodiophora brassicae*

Variants	Disease index
Control (5 °C, 5 weeks)	100.0 b
Control (50 °C, 3 days)	17.3 a
Control (50 °C, 6 days)	0.2 a
Non-solarized soil after 3 weeks	100.0 b
Non-solarized soil after 5 weeks	100.0 b
Solarized soil after 3 weeks	15.3 a
Solarized soil after 5 weeks	9.3 a

Means followed by the same letters are not significantly different at $\leq P 0.05$

30.8 °C, resp. There were no significant differences between 3-week and 5-week temperature averages. The mean temperature differences between solarized and non-solarized soil were 7.7 °C at 5 cm and 6.4 °C at 15 cm, but the effects of solarization to control clubroot were tangible. The disease index (DI) was remarkably reduced from 100.0 to 15.3 and 9.3 after 3 and 5-week exposure respectively. In the second trial (Table II) the DI value was also decreased from 93.7 to 4.8 after 5-week solarization.

II. The effect of chemical disinfection, solarization and their combinations on the occurrence of *Plasmodiophora brassicae*

Variants	Disease index
Non-treated and non-solarized control	93.7 f
Dazomet	71.2 d
Calcium cyanamide	74.8 de
Trichlamide	87.8 e
Solarization alone (5 weeks)	4.8 a
Solarization + dazomet	16.9 b
Solarization + calcium cyanamide	30.5 c
Solarization + trichlamide	24.8 bc

Means followed by the same letters are not significantly different at $\leq P 0.05$

In all cases the reduction in the DI values was unexpectedly high, though the pathogen was not eradicated. The 3-week solarization was more effective than the 3-day treatment of the control sample at 50 °C.

In Australia Porter (1983) and Porter, Merrian (1983, 1985) reported a significant effect of solarization on the elimination of clubroot in outdoor broccoli and Chinese cabbage. On the other hand, Campbell et al. (1981) found solarization ineffective under conditions of California. White and Buczacki (1979) obtained positive results when studying the effect of solarization to control clubroot under field conditions of Great Britain, but only at the depth of 10 cm. Our trials have confirmed that soil solarization in glasshouses and plastic houses can be an efficient way of clubroot eradication in the Czech Republic. The results of the second trial evidently show that solarization was the best method of seven different treatments studied. It was surprising to observe only a slight effect of trichlamide (decrease of DI value by 5.9) which has been considered one of the most effective fungicides to control clubroot (Dixon, Wilson, 1984; Vanachter et al., 1985; Doyle, Clancy, 1987). The effects of dazomet and calcium cyanamide were also rather low, with reductions in DI value by 22.5 and 18.9, respectively. In case of dazomet this could be partially due to the fact that the treated soil was not covered with the plastic film immediately after fungicide application as recommended, and thus the effectiveness of the treatment was reduced. Calcium cyanamide was applied at a rate equivalent to 600 kg per 1 ha. The rates recommended for clubroot control are, however, rather higher (Matusch, 1977, 1982, 1987; Dixon, Wilson, 1983).

It was surprising to find a significantly lower effect of the combined treatments, i.e. solarization + chemical disinfection, in all three variants of our trial as compared to solarization alone. It is generally claimed that the combination of solarization with other disease control measures (e.g. biological, chemical, resistant cultivars) can increase its effectiveness. Frank et al. (1986) and Ben-Yephet et al. (1988) reported improved action of solarization when accompanied by fumigation with metham sodium, while Porter et al. (1991) achieved a positive joint action of solarization and dazomet. Our controversial results could be explained theoretically as follows: solarization has a direct thermal effect on the pathogens, but also an indirect biological one. The latter is based on the assumption that the concentration of microorganism antagonistic to and/or hyperparasitic an clubroot is increa-

sing at the elevated soil temperatures. However, chemical disinfectants may inhibit this population of antagonists and hyperparasites, thus reducing the final effect of solarization. It would require further research to experimentally confirm this assumption.

References

- BEN-YEPHET, Y. – MELERO-VERA, J. M. – DEVAY, J. E.: Interaction of soil solarization and metham-sodium in the destruction of *Verticillium dahliae* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. *Crop. Prot.*, 7, 1988: 327.
- CAMPBELL, R. N. – GREATHHEAD, A. S. – MYERS, D. F.: Clubroot in California. *Proc. Brassica Conf.* 1981, Norway, 1981: 11.
- DIXON, G. R. – WILSON, F.: Evaluation of calcium cyanamide for control of *Plasmodiophora brassicae* (clubroot). *Ann. Appl. Biol.*, 103, 1983: 50–51.
- DIXON, G. R. – WILSON, F.: Evaluation of chemicals for control of clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) in transplanted cabbage. *Proc. Crop. Prot. in Northern Britain*, 1984: 400–405.
- DOBSON, R. L. – ROBAK, J. – GABRIELSON, R. L.: Pathotypes of *Plasmodiophora brassicae* in Washington, Oregon, and California. *Plant Dis.*, 67, 1983: 269–271.
- DOYLE, O. P. E. – CLANCY, K. J.: Effects of eight fungicides on clubroot of brassicas, plant survival, phytotoxicity and disease incidence. *Tests of Agrochemicals and Cultivars*, 8, 1987 (*Ann. Appl. Biol.*, 110 – Suppl.): 48–49.
- FRANK, Z. R. – BEN-YEPHET, Y. – KATAN, J.: Synergistic effect of metham and solarization in controlling delimited shell spots of peanut pods. *Crop. Prot.*, 5, 1986: 199.
- HORIUCHI, S.: Solarization for greenhouse crops in Japan. 1st Int. Conf. Soil Solarization, Amman, February 20 to 23, 1990: 6 (Abstr.).
- KATAN, J.: The role of soil disinfection in achieving high production in horticultural crops. *Proc. Br. Crop Prot. Conf.*, 3, 1984: 1189.
- KATAN, J. – GRINSTEIN, A. – GREENBERGER, A. – YARDEN, O. – DEVAY, J. E.: The first decade (1976–1986) of soil solarization (solar heating): a chronological bibliography. *Phytoparasitica*, 15, 1987: 229.
- MATTUSCH, P.: Verminderung der durch den Kohlhernieerreger verursachten Schädigung durch gezielten Einsatz fungicider Substanzen. *BBLF, Berlin u. Braunschweig, Jahresberichte* 1977, 1978: 28.
- MATTUSCH, P.: Verminderung der durch den Kohlhernieerreger (*Plasmodiophora brassicae*) verursachten Schädigung durch den gezielten Einsatz fungicider Substanzen. *BBLF, Berlin u. Braunschweig, Jahresberichte* 1981, 1982: 21.
- MATTUSCH, P.: Kohlhernie, eine der gefährlichsten Krankheiten. *Gemüse*, 23, 1987, (2): 68–69.

- MYERS, D. F. – CAMPBELL, R. N. – GREATHEAD, A. S.: Thermal inactivation of *Plasmodiophora brassicae* Woron. and its attempted control by solarization in the Salinas Valley of California. Crop Prot. 2, 1983: 325–333.
- PORTER, I. J.: Solarization of soil for control of root disease of row crops in Victoria. 4th. Inter. Congr. of Pl. Pathology, Melbourne, 1983: 231.
- PORTER, I. J. – MERRIMAN, P. R.: Effects of solarization of soil on nematode and fungal pathogens at two sites in Victoria. Soil. Biol. Biochem., 15, 1983: 39–44.
- PORTER, I. J. – MERRIMAN, P. R.: Evaluation of soil solarization for control of root disease of row crops in Victoria. Plant Pathol., 34, 1985: 108–118.
- PORTER, I. – MERRIMAN P. R. – KEANE, P. J.: Soil solarization combined with low rates of soil fumigants controls clubroot of cauliflowers, caused by *Plasmodiophora brassicae* Woron. Aust. J. Exp. Agr., 31, 1991: 843–851.
- ROD, J.: New inoculation method for the testing of *Brassicaceae* for resistance to *Plasmodiophora brassicae* Wor. Eucarpia – – Cruciferae Newsletter No. 13, 1988: 102–103.
- ROD, J.: Předpoklady pro využívání půdní solarizace v našich podmínkách. Rostlinolékař, 1992(4): 16–17.
- VANACHTER, A. – VAN WOUWE, M. – TIMMERMANS, E. – VAN WAMBEKE, E. – VAN ASSCHE, C.: Recent experiments with new fungicides against clubroot of brassicas (*Plasmodiophora brassicae*). Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 50/3b, 1985: 1195–1203.
- WHITE, J. G. – BUCZACKI, S. T.: Observations on suppression of clubroot by artificial or natural heating of soil. Trans. Br. mycol. Soc., 73, 1979: 271.

Received for publication February 17, 1994

J. Rod (Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Olomouc, Česká republika)

Použití půdní solarizace proti nádorovitosti (*Plasmodiophora brassicae*)

V prvním pokusu byl zjišťován účinek tří- a pětítýdenního pokrývání půdy v uzavřeném fóliovníku na výskyt nádorovitosti v půdě. Vlivem tohoto opatření došlo k podstatnému snížení infekčnosti půdy. Rozdíl mezi tří- a pětítýdenní solarizací nebyl podstatný. Ve druhém pokusu byl též zjištěn vynikající účinek solarizace, mnohem vyšší než při chemické dezinfekci půdy dazometem, calcium cyanamide nebo trichlamide. Účinek samotné solarizace byl vyšší než účinek kombinace solarizace s chemickou dezinfekcí.

solarizace půdy; nádorovitost; *Plasmodiophora brassicae*; chemická dezinfekce půdy; kombinace solarizace s chemickou dezinfekcí

ASSESSMENT OF ADULT PLANT RESISTANCE OF WINTER WHEAT TO POWDERY MILDEW

Markéta FORMANOVÁ, Josef ŠEBESTA

Research Institute of Plant Production, 161 06 Praha-Ruzyně, Czech Republic

The applicability of four methods to process primary data on powdery mildew severity in the adult plant stage was compared, based on analyses of mildew development on six winter wheat genotypes in three year field trials. The „area under disease progress curve“ (ADPC) was found to be best suited for primary data processing at the recorded powdery mildew occurrence rate and the evaluation technique used. The Gompertz model was less, and the logistic model and the probit transformation were least suitable. The flag leaf was least appropriate for powdery mildew assessment in comparison with the first or second leaf under the flag leaf. The optimum number of tillers per plot that have to be evaluated for determining quantitative differences of adult plant resistance to powdery mildew in winter wheat was analysed. At the recorded powdery mildew occurrence in our trials and by use of the ADPC processing method, 20 tillers do seem adequate. Differences in adult plant resistance detected by ADPC were highly correlated ($r > 0.99$) with differences assessed 14 days after the first powdery mildew colony appeared on the upper three leaves, soon after flowering.

Erysiphe graminis f. sp. *tritici*; winter wheat; adult plant resistance; area under disease progress curve; Gompertz model; logistic model; probit transformation

Resistance of wheat to powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Marchal), based on major genes, was often overcome by new and virulent races of the pathogen. This problem seems to be solved by the quantitative resistance that is conditioned by minor genes, and is expressed mostly in the adult plant stage (adult plant resistance).

However, the use of this type of resistance in breeding still has some limitations. One of them is the lack of suitable methods that can detect this form of resistance, and that is applicable in breeding programmes.

The purpose of this study was 1) to compare the applicability of four methods of processing the date of powdery mildew severity in the adult plant stage of winter wheat, 2) to find the optimum number of evaluated plants per plot and 3) to determine the optimum time of assessment.

MATERIALS AND METHODS

The mildew development on the five winter wheat cultivars and one advanced line Alcedo, Mironovská, Viginta, Avalon, Sabina and ST 262, was evaluated in three year field trials (1989–1991). The entries had been selected on the basis of preliminary observations and literature data. The entries were sown in 2 m² plots in randomised blocks; each annual trial consisted of three replications.

The population of powdery mildew to which the entries were exposed was virulent to the following resistance genes: *Pm 1*, *Pm 2*, *Pm 3a*, *Pm 3b*, *Pm 3c*, *Pm 4b*, *Pm 5*, *Pm 6*, *Pm 7*, *Pm 8* and *Mlk* and avirulent to *Pm 4a* and combination *Pm 2 + Pm 4b + Pm 6*. For the set of wheat differentials see Hanušová (1992): Axmister, Ulka, Asosan, Chul, Sonora, Khapli, Wh MI, Hope/Regina, Timpalen, Transec, Salzmünde, 14/44, Nomrandie, Kenya Civet.

The disease severity of the pathogen was evaluated weekly on the upper three leaves (flag leaf, first and second leaf under the flag leaf). The first evaluation was carried out as soon as possible. The James four category scale (1, 5, 25, 50 % leaf area affected) was used (James, 1971). If the leaf area affected was less than 1% the Daamen and Jorritsma five category scale was used (one colony of powdery mildew = 0.2 % leaf area affected; two colonies = 0.4 %; three colonies = 0.6 %; four colonies = 0.8 %; five colonies = 1 %) (Daamen, Jorritsma, 1990). The primary data were processed by Gompertz, logistic model (Berger, 1981), probit transformation (Kocourek, 1987) and by the method of „area under disease progress curve“ (ADPC) (Shaner, Finney, 1977). The secondary data were statistically processed by means of analysis of variance and Duncan's test.

The optimum number of tillers to be evaluated per plot was analysed. The ADPC for 10, 20, 30, 40, 50 tillers were calculated and the results analysed by means of analysis of variance, Tukey test and regression analyses.

Regression analyses were used to characterize the relationship between the ADPC of each entry and the disease severity on these entries at different times of assessment.

RESULTS AND DISCUSSION

The area under disease progress curve (ADPC) was found to be best suited for primary data processing at the recorded powdery mildew occurrence and the evaluation technique used. The Gompertz model was less, and the logistic model and the probit transformation were least suitable.

The ranking of the entries for rate of disease development, and the statistical significance of differences of this rate depended on which method of data processing was used. Values for progress rate calculated by the logistic model were higher than those calculated by probit transformation, and these were higher than those calculated by the Gompertz model (Tables I-III). The Gompertz, logistic and probit models assume a sigmoidal progress curve of disease development. The sigmoidal curve is then linearized by means of transformation, and the rate of disease development is calculated. We found however, that the value of progress rate is considerably affected by the type of transformation.

The logistic model effectively linearizes symmetrical sigmoidal curve, but many disease progress curves are asymmetrical. Logistic and Gompertz transformations effectively linearize values in the range 5-60 % leaf area affected for both symmetrical and asymmetrical disease progress curves, but the fit with the logistic equation is poorer than that of the Gompertz equation for values outside that range in the typical asymmetrical disease progress curve (Berger, 1981). In our trials the logistic transformation misinterpreted the progress rate when low disease levels were encountered. For example, in 1989 significant differences in progress rates between Viginta and Mironovská (with low disease severities) at $P = 0.05$ were obtained when the logistic model was used (Table I). The significant difference in infection rate was caused by the big difference in logit value for the small differences in actual disease severity. When the Gompertz model was used to calculate the same data, no significant differences in rates were obtained.

Luke, Berger (1982) and Rouse et al. (1981) also found that logistic transformation amplified small differences the disease severity. The logistic

I. The rate of powdery mildew development on flag leaf, on the first and the second leaves under the flag leaf (1 and 2) of wheat cultivars calculated by Gompertz model (k), logistic model (r), probit transformation (l) and area under disease progress curve (ADPC) in 1989

Cultivar	Flag leaf						Leaf 1											
	k	5	1	r	5	1	ADPC	5	1	k	5	1	r	5	1	l	5	1
VI	0.003	a	a	0.020	a	a	1.96	a	a	0.006	a	a	0.033	ab	ab	0.007	a	a
MI	0.011	ab	abc	0.085	bc	a	1.80	a	a	0.007	a	a	0.016	a	a	0.007	a	a
AL	0.006	a	ab	0.046	ab	ab	1.59	a	a	0.018	ab	ab	0.102	bc	abc	0.029	ab	ab
ST	*			*			0.34	a	a	0.019	ab	ab	0.126	c	abc	0.029	ab	ab
AV	0.018	bc	bc	0.132	c	b	2.23	a	a	0.025	bc	ab	0.140	c	bc	0.051	b	ab
SA	0.023	c	c	0.135	c	b	10.37	b	b	0.034	c	a	0.137	c	bc	0.055	b	b

Cultivar	Leaf 1			Leaf 2											
	ADPC	5	1	k	5	1	r	5	1	l	5	1	ADPC	5	1
VI	7.37	ab	a	0.012	a	a	0.060	a	ab	0.015	a	a	16.64	ab	a
MI	6.66	ab	a	0.011	a	a	0.048	a	a	0.013	a	a	16.95	ab	a
AL	10.91	b	a	0.028	b	abc	0.123	bc	bc	0.038	ab	ab	28.23	b	a
ST	1.90	ab	a	0.035	bc	bc	0.163	c	c	0.060	bc	b	13.92	ab	a
AV	6.86	ab	a	0.022	ab	ab	0.094	ab	ab	0.036	ab	ab	18.35	ab	a
SA	40.89	c	b	0.048	c	c	0.169	c	c	0.073	c	b	87.76	c	b

Values followed by the same letter are not significantly different at $P = 0.05$ (5) and $P = 0.01$ (1) according to Duncan's test; cultivar: Viginta (VI), Mironovská (MI), Alcedo (AL), ST 262 (ST), Avalon (AV), Sabina (SA) * = the disease severity in the first assessment was 0 it was not possible to calculate the rate of the disease development for the leaf 1 by probit transformation as the values of disease severity were too small

and Gompertz models were compared by Luke and Berger (1982), when estimating crown rust development in oats; the Gompertz model was more consistent at detecting degrees of slow rusting.

Since in the present study the disease severity on some entries was low, the logistic and probit transformations were inappropriate.

The ADPC curve includes both rate of disease development and disease severity (Pandey et al., 1989). The method does not use any transformation of percentage of leaf area affected and it avoids the inadequate linearization of a disease progress curve. The advantage of the ADPC is that it can be calculated from a small value of disease severity and does not amplify this value. ADPC depends on cultivar effects and individual trial effects and therefore ADPC has some limitations for field trials conducted over different seasons and locations. Cultivar effects can be distinguished from individual trial effects if the standard cultivars are always included in the field trials and the ADPC-s of other cultivars are compared with those of the standard cultivars.

Hartleb and Walther (1983) also found that ADPC is a more suitable method than the logistic model to assess quantitative differences in resistance of barley cultivars to powdery mildew.

Due to low levels of infection on the flag leaf, it was least appropriate for a reliable single assessment of powdery mildew. More suitable is to use the first or second leaf under the flag leaf.

The optimum number of tillers per plot that have to be evaluated for determining quantitative differences of adult plant resistance to powdery mildew in winter wheat was analysed. At the recorded powdery mildew occurrence and using ADPC progress curve it seemed sufficient to evaluate 20 tillers. A more detailed analysis of the relationship between disease severity and optimum number of evaluated plants per plot might be interesting.

The timing of assessment is very important and may affect the rank of a cultivar. Ideally, three or more assessments should be made a week apart during the season when mildew infection on the first or second leaf under the flag leaf is developed, and differences in cultivar resistance should be compared based on ADPC values. Our results from three years confirm a high correlation ($r > 0.99$) between differences of adult plant resistance detected by ADPC and differences based on one assessment of the disease severity 14 days after the first powdery mildew colony appeared on the upper three

II. The rate of powdery mildew development on flag leaf, on the first and the second leaves model (r), probit transformation (l) and area under disease progress curve (ADPC) in 1990

Cul-tivar	Flag leaf									Leaf 1			
	k	5	l	r	5	l	ADPC	5	l	k	5	r	5
VI	0.004	a	a	0.027	a	ab	1.17	a	a	0.012	a	0.078	a
MI	0.013	b	bc	0.089	cd	c	1.76	a	ab	0.014	a	0.086	a
AL	0.003	a	a	0.019	a	a	2.34	a	ab	0.014	a	0.085	a
ST	0.014	b	c	0.104	d	c	1.70	a	ab	0.020	a	0.123	a
AV	0.007	a	ab	0.052	b	b	1.17	a	a	0.034	a	0.211	a
SA	0.012	b	bc	0.081	c	c	5.63	b	b	0.026	a	0.123	a

Values followed by the same letter are not significantly different at $P = 0.05$ (5) and $P = 0.01$ (1) (ST), Avalon (AV), Sabina (SA); s = dry leaves it was not possible to calculate the rate of the severity were to small

(Table IV). Therefore, if only one assessment can be carried out, the most suitable timing of assessment as mentioned above should be adhered to.

Bennett (1982) also found that one assessment done soon after flowering seems to provide reliable cultivar ranking. Knudsen et al. (1986) found a high correlation between ADPC values and mildew severity on the

III. The rate of powdery mildew development on flag leaf, on the first and the second leaf model (r), probit transformation (l) and area under disease progress curve (ADPC) in 1991

Cul-tivar	Flag leaf									Leaf 1					
	k	5	r	5	l	5	ADPC	5	l	k	5	l	r	5	l
VI	0.004	a	0.016	a	0.003	a	22.22	b	b	0.010	ab	ab	0.048	a	a
MI	0.003	a	0.015	a	0.007	a	25.56	b	b	0.004	a	a	0.016	a	a
AL	0.012	a	0.051	a	0.021	a	25.30	b	b	0.017	b	ab	0.060	a	ab
ST	0.004	a	0.022	a	0.008	a	12.58	ab	ab	0.012	ab	ab	0.052	a	a
AV	0.006	a	0.028	a	0.011	a	23.32	b	b	0.013	ab	ab	0.051	a	a
SA	0.016	a	0.061	a	0.025	a	47.51	c	c	0.018	b	ab	0.056	a	ab

Values followed by the same letter are not significantly different at $P = 0.05$ (5) and $P = 0.01$ Cultivar: Viginta (VI), Mironovská (MI), Alcedo (LI), ST 262 (ST), Avalon (AV), Sabina (SA)

under the flag leaf (1 and 2) of wheat cultivars calculated by Gompertz model (k), logistic

Leaf 1					Leaf 2								
1	5	ADPC	5	1	k	5	1	r	5	1	ADPC	5	1
0.020	a	2.54	a	a	s			s			s		
0.021	a	4.94	a	a	0.041	a	a	0.275	a	a	5.54	a	a
0.023	a	5.40	a	a	0.042	a	a	0.219	a	a	4.28	a	a
0.037	a	3.00	a	a	0.038	a	a	0.251	a	a	1.32	a	a
0.062	a	6.44	a	a	s			s			s		
0.045	a	27.80	b	b	0.091	b	b	0.467	b	a	20.74	b	b

according to Duncan's test; cultivar: Viginta (VI), Mironovská (MI), Alcedo (AL), ST 262 disease development for the leaf 1 and 3 by probit transformation as the values of disease

found a high correlation between ADPC values and mildew severity on the upper four leaves of barley cultivars assessed 1–3 weeks after inflorescence emergence.

The expression of resistance to powdery mildew in wheat varies between organs on the plant. Results of Formanová and Šebesta (1994) show that ranking based on ear infection bears little relation to that based on leaf

under the flag leaf (1 and 2) of wheat cultivars calculated by Gompertz model (k), logistic

Leaf 1						Leaf 2										
1	5	1	ADPC	5	1	k	5	1	r	5	1	5	1	ADPC	5	1
0.018	ab	ab	18.45	ab	ab	0.016	ab	a	0.083	a	0.029	a	13.21	a	a	
0.006	a	a	28.22	b	ab	0.020	a	a	0.076	a	0.026	a	59.92	b	b	
0.029	bc	ab	66.17	c	c	0.035	bc	ab	0.089	a	0.045	a	186.19	c	c	
0.020	abc	ab	30.74	b	b	0.024	ab	b	0.096	a	0.039	a	41.91	b	b	
0.023	abc	ab	90.46	d	d	0.027	ab	a	0.071	a	0.035	a	195.23	c	c	
0.026	abc	ab	105.25	d	d	0.035	bc	ab	0.088	a	0.046	a	191.53	c	c	

(1) according to Duncan's test

IV. Regression coefficients (R) for ADPC's values and powdery mildew severity of wheat cultivars in four separate assessments

		1989				1990				1991			
L	assessment	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	growth stage	(56-68)	(68-70)	(72-78)	(78-80)	(58-64)	(66-68)	(68-72)	(74-78)	(52-60)	(62-68)	(70-72)	(78-80)
F	R	0.033	0.949**	0.996***	0.986***	0.787	0.673	0.689	0.945**	0.289	0.934**	0.975***	0.966***
1	R	0.894*	0.990***	0.992***	0.984***	0.997*	0.921**	0.997***	0.980***	0.769	0.996***	0.996***	0.986***
2	R	0.766	0.991***	0.989***	s	0.920	0.212	0.996***	s	0.718	0.993***	0.997***	0.951***

L = leaf, F = flag leaf, 1 = the first leaf under flag leaf, 2 = the second leaf under flag leaf

Regression coefficients significant at * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

s = dry leaves

infection. Therefore, for a complete assessment of the reaction of a cultivar, an estimate of ear infection (2 or 3 weeks later than that of the leaves) should be taken.

Acknowledgement

The authors would like to express their sincere thanks and gratitude to Mrs A. Hanišová and Mr V. Knytl who very kindly helped us in the technical management of the experiments at the Stupice Plant Breeding Station.

References

- BENNETT, F. G. A.: The expression of resistance to powdery mildew infection in winter wheat cultivars. II. Adult plant resistance. *Ann. appl. Biol.*, 98, 1981: 305-317.
- BENNETT, F. G. A. – WESCOTT, B.: Field assessment of resistance to powdery mildew in mature wheat plants. *Plant Pathol.*, 31, 1982: 261-268.
- BERGER, R. D.: Comparison of the Gompertz and logistic equations to describe plant disease progress. *Phytopathology*, 71, 1981: 716-719.
- DAAMEN, R. A. – JORRITSMA, I. T. M.: Effects of powdery mildew and weather on winter wheat yield. 2. Effects of mildew epidemics. *Neth. J. Path.*, 96, 1990: 35-46.
- FORMANOVÁ, M. – ŠEBESTA, J.: Rezistence českých a slovenských odrůd a novošlechtění ozimé pšenice k padlí travnímu v dospělosti. *Ochr. Rostl.*, 30, 1994: .
- HANUŠOVÁ, R.: Specifická odolnost pšenice k padlí travnímu (*Erisiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Marchal) – studium genů rezistence. [Kandidátská disertace.] Praha, VÚRV 1992.
- HARTLEB, H. – WALTHER, U.: Neue Erkenntnisse in der Resistenzforschung auf dem Wege zur dauerhaften Resistenz bei Getreide gegen Rost- und Mehltaupilze. *Tag-Ber. Acad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin*, 216, 1983: 509-515.
- JAMES, C.: A manual of assessment keys for plant disease. *Can. Dep. Agric. Publ.*, 1971: 1458.
- KOCOUREK, F.: Využití výpočetní techniky ve fytopatologii z hlediska šlechtění na rezistenci. In: LEBEDA, A. (Ed.): *Proc. Využití fytopatologických metod ve šlechtění zelenin na rezistenci k chorobám a škůdcům*. Olomouc, 1987: 162-172.
- LUKE, H. H. – BERGER, R. D.: Slow rusting in oats compared with the logistic and Gompertz models. *Phytopathology*, 72, 1982: 400-402.
- PANDEY, H. N. – MENON, T. C. M. – RAO, M. V.: A simple formula for calculating area under disease progress curve. *Rachis*, 8, 1989: 38-39.

ROUSE, D. I. – MacKENZIE, D. R. – NELSON, R. R.: A relationship between initial inoculum and apparent infection rate in a set of disease progress data for powdery mildew on wheat. *Phytopath. Z.*, 100, 1981: 143–149.

SHANER, G. – FINNEY, R. E.: The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, 67, 1977: 1051–1056.

ZADOKS, J. C. – CHANG, T. T. – KONZAK, C. F.: A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, 14, 1974: 415–421.

Received for publication 1994

M. Formanová, J. Šebesta

(Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, Česká republika)

Hodnocení odolnosti pšenice ozimé k padlí travnímu v dospělosti

Na základě analýzy rozvoje padlí travního (*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) na pěti odrůdách a jednom novošlechtění pšenice ozimé byla v tříletých pokusech posuzována vhodnost čtyř metod zpracování primárních údajů o intenzitě napadení pro zjišťování kvantitativních rozdílů v rezistenci v dospělosti. Jako nejvhodnější se při daném stupni výskytu a použité metodě hodnocení ukázala metoda plochy pod křivkou rozvoje choroby (ADPC), méně vhodný byl Gompertzův model a nejméně vhodný logistický model a probitová transformace.

Vzhledem k malé intenzitě napadení byl praporcový list pro detekci rozdílů v rozvoji padlí travního na pšenici nevhodný.

S ohledem na způsob hodnocení, metodu zpracování primárních údajů o intenzitě napadení a intenzitu výskytu choroby byla detekce adekvátních kvantitativních rozdílů možná při hodnocení dvaceti rostlin z parcelky.

Rozdíly v rezistenci v dospělosti detekované metodou plochy pod křivkou rozvoje choroby byly ve vysoké korelaci ($r > 0.99$) s rozdíly stanovenými na základě rozdílů v intenzitě napadení mezi genotypy zjištěnými čtrnáct dní poté, co se objevily první kolonie padlí travního na horních třech listech (v růstové fázi 70–72 podle Zadokse – (Zadoks et al., 1974).

Erysiphe graminis f. sp. *tritici*; pšenice ozimá; rezistence v dospělosti; plocha pod křivkou rozvoje choroby; Gompertzův model; logistický model; probitová transformace

REZISTENCIA MÚČNATKY TRÁVOVEJ (*ERYPSIE GRAMINIS* F. SP. *TRITICI* MARCHAL) NA SLOVENSKU A V MAĎARSKU PROTI NIEKTORÝM FUNGICÍDOM V ROKOCH 1992 A 1993

Miroslav ŠVEC, Marta MIKLOVIČOVÁ, Eduard KRIPPEL

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského – Katedra genetiky,
Mlynská dolina B1, 842 15 Bratislava, Slovenská republika

V rokoch 1992 a 1993 sme sledovali stav rezistencie populácií múčnatky trávovej na pšenici (*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) z územia Slovenska a Maďarska voči štyrom triazolovým fungicídne účinným látkam: triadimenolu, tebuconazolu, flutriafolu a propiconazolu. Znamenali sme výrazný vzostup senzitivity múčnatky z Maďarska voči všetkým sledovaným fungicídmi. V porovnaní s predchádzajúcim rokom je senzitivityjšia aj populácia múčnatky zo Slovenska voči triadimenolu. Najnižšie hodnoty priemerného rezistenčného faktora MRF boli zistené pri tebuconazolovej rezistencii. Aplikácia triazolových fungicídov na území Maďarska a Slovenska je pri chemickej ochrane rastlín zatiaľ dostatočne účinná.

triazolové fungicídy; múčnatka trávová na pšenici; rezistencia populácií

Problematikou rezistencie hubových patogénov voči fungicídmi sa zaoberajú pestovatelia obilnín a vedeckí pracovníci už viac ako 15 rokov. Samotný proces vzniku rezistencie je prirodzeným javom a je dôsledkom selečného tlaku v populáciách patogéna. Intenzívne používanie fungicídov zvyčajne vedie k selekcii menej citlivých izolátov v danej populácii patogéna. Vývoj rezistencie voči sterol - inhibujúcim fungicídmi je pomerne dobre zmapovaný v populáciách múčnatky trávovej na jačmeni (Limpert, 1991; Pons, Hau, 1992) a múčnatky trávovej na pšenici (Felsenstein, 1991) z oblastí západnej Európy. Len čiastočne sú k dispozícii údaje o stave fungicídnej rezistencie z oblasti strednej a východnej Európy. Pozornosť je venovaná dynamike populácií s ohľadom na znižujúcu sa senzitivitu najmä voči triadimenolu, ale aj voči tebuconazolu (Folicur) a fenpropimorphu (Corbel). Monitorovanie stavu fungicídnej citlivosti voči flutriafolu (Impact) a propiconazolu (Tilt), ktoré majú tiež uplatnenie v praxi je v publikovaných vedeckých prácach zriedkavejšie.

Na území Slovenska sledujeme stav fungicídnej rezistencie od roku 1991. V tejto práci sa zaoberáme vývojom rezistencie regionálnych populácií pšenej múčnatky voči triazolovým fungicídmi v rokoch 1992 a 1993.

MATERIÁL A METÓDY

Vzorky spór z rôznych regiónov Slovenska a Maďarska sme získali pomocou špeciálneho zariadenia na odchyt spór (Schwarzbach, 1979), umiestneného na streche automobilu. Termín odchytu spór bol v oboch sledovaných rokoch 1992 a 1993 v poslednej dekáde mája. Spóry patogéna boli zachytávané na listových segmentoch náchylnej odrody Kanzler, resp. Košútka, ktoré nemajú žiadny gén špecifickej odolnosti. Po narastení jednotlivých izolátov boli tieto premnožené opäť na listoch náchylnej odrody v klimatizačnom boxe pri teplote 18 °C a za stáleho osvetlenia. Vzorky spór z lokality Košice v roku 1992 boli získané formou stacionárneho zberu.

Senzitivitu múčnatky sme testovali voči štyrom fungicídmi z triazolovej skupiny: Bayfidanu – účinná látka triadimenol, Folicuru – účinná látka tebuconazole, Tiltu – účinná látka propiconazole a Impactu – účinná látka flutriafol.

Rastliny náchylnej odrody boli jeden deň pred inokulovaním konídiami múčnatky namáčené v roztokoch fungicídov, ktorých koncentrácie sa stupňovali logaritmicky podľa faktora 3,16 v rozsahu 0,001–1 mg aktívnej látky na 1 liter. Inokuláciu sme uskutočnili pomocou inokulovacej veže, kde bol zaistený rovnomerný rozptyl konídií. Po 10 dňoch po inokulácii bol kvantitatívne hodnotený počet kolónií na ovplyvnených listoch a porovnávaný s kontrolou.

Pomocou probitovej analýzy sme vypočítali hodnoty ED_{50} pre každý fungicíd, pre každú lokalitu a pre územie Slovenska a Maďarska. Tieto hodnoty sme porovnávali s hodnotami ED_{50} pre štandardné izoláty (Sappo a Benno) a tak sme vypočítali hodnotu priemerného rezistentného faktora MRF, vyjadrujúceho, koľkokrát je sledovaná populácia rezistentnejšia ako štandardné citlivé izoláty. Hodnoty MRF sme vypočítali tak na základe geometrického priemeru (z hodnôt $\log ED_{50}$), ako aj aritmetického priemeru (z hodnôt odlogaritmovaných). Z odlogaritmovaných hodnôt sme tiež vypočítali aritmetický priemer a smerodajnú odchýlku a na ich základe variačný koeficient, ako ukazovateľ variability jednotlivých populácií.

VÝSLEDKY

Získané údaje, predstavujúce hodnoty priemerných rezistenčných faktorov MRF, sú zahrnuté v tab. I a na obr. 1 a 2.

I. Senzitivita populácií pšeničnej múčnatky voči triazolovým aktívnym látkam na území Maďarska a Slovenska v rokoch 1992 a 1993 (priemerné hodnoty MRF za jednotlivé krajiny získané pomocou geometrického priemeru - MRF_g a aritmetického priemeru - MRF_a) – Sensitivity of populations of powdery mildew of wheat to triazole active ingredients in Hungary and Slovakia in the years 1992 to 1993 (average values of MRF for individual countries achieved through the geometric mean – MRF_g and arithmetic mean – MRF_a)

Rezistenčný faktor ¹	Krajina ²	Rok ³	Aktívna látka ⁴			
			triadimenol	tebuconazole	flutriafol	propiconazole
MRF _g	Slovensko ⁵	1992	19,5	1,7	3,0	2,7
		1993	6,3	2,6	3,4	2,9
	Maďarsko ⁶	1992	44,4	4,2	11,2	5,8
		1993	8,3	2,2	2,4	3,3
MRF _a	Slovensko ⁵	1992	70,9	3,3	7,2	3,5
		1993	11,4	3,5	5,4	3,5
	Maďarsko ⁶	1992	97,8	11,3	16,1	7,8
		1993	16,2	4,3	2,1	4,2

¹resistance factor; ²country; ³year; ⁴active ingredient; ⁵Slovakia; ⁶Hungary

Najvyššia rezistencia bola u populácií v oboch krajinách zaznamenaná voči triadimenolu, pričom maďarská populácia je menej citlivá ako slovenská. Zároveň sa prejavuje jednoznačná tendencia znižovania rezistencie v roku 1993 v porovnaní s predchádzajúcim rokom (tab. I). Regionálne rozdiely sa prejavili v rezistencii voči tomuto fungicídu v Maďarsku v roku 1993. Populácia z východného Slovenska je voči triadimenolu citlivejšia ako populácie z iných regiónov (obr. 1 a 2).

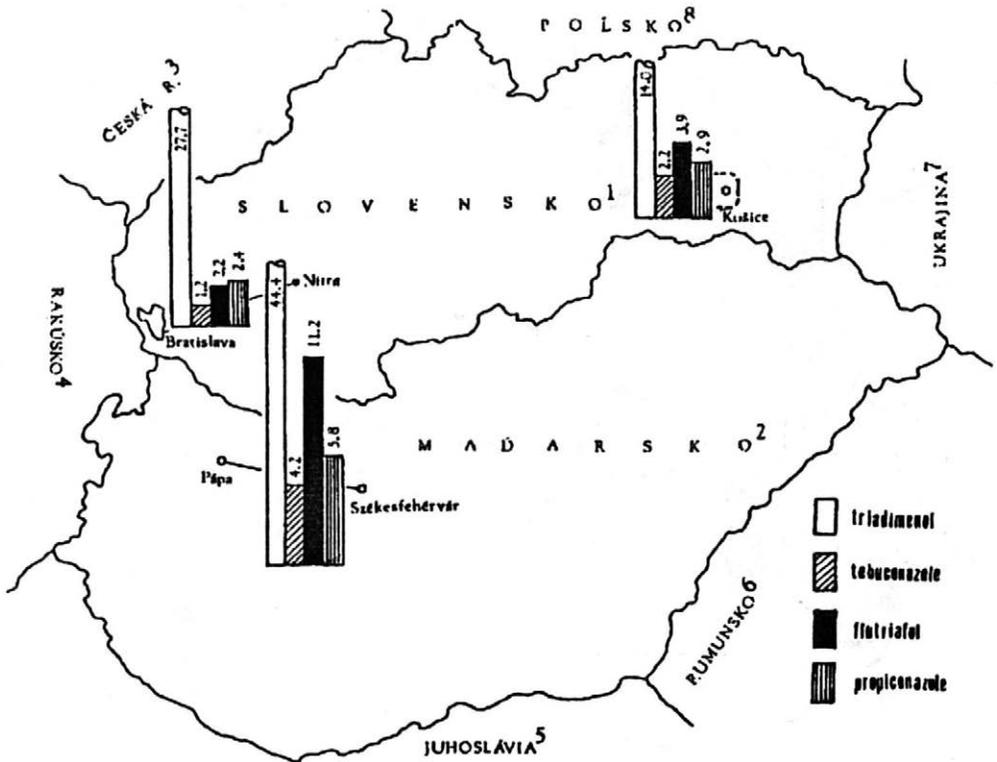
Spomedzi ostatných troch fungicídov sa pri populáciách pšeničnej múčnatky vyvinula relatívne vyššia rezistencia voči flutriafolu. Táto bola vysoká v roku 1992 v maďarskej populácii, avšak v nasledujúcom roku nastal výrazný pokles podobne ako u triadimenolu. Na Slovensku sme zaznamenali najvyššiu hodnotu MRF = 7 u regionálnej populácie zo severozápadného Slovenska (obr. 2). Rezistencia voči propiconazolu sa udržiava približne na

II. Variabilita rezistencie regionálnych populácií pšeničnej múčnatky z územia Maďarska a Slovenska v rokoch 1992 a 1993 vyjadrená variačným koeficientom (v %) vypočítaným z hodnôt ED₅₀ jednotlivých izolátov a stav rezistencie vyjadrený aritmetickým MRF (MRF_a) – Variability of resistance of regional populations of powdery mildew of wheat from the territories of Hungary and Slovakia in the years 1992 and 1993 expressed by variation coefficient (in %) calculated from the values ED₅₀ of different isolates and condition of the resistance expressed by arithmetic mean MRF (MRF_a)

Rok ¹	Regionálna populácia ²	n*	Aktívna látka ³							
			triadimenol		tebuconazole		flutriafol		propiconazole	
			MRF _a	[%]	MRF _a	[%]	MRF _a	[%]	MRF _a	[%]
1992	štandardy ⁴	4		5,4		2,9		27,7		55,1
	Bratislava - Nitra	10	90,3	135,2	2,5	89,0	6,7	97,7	2,9	73,5
	Košice	11	53,4	138,8	4,0	95,8	7,5	114,8	4,0	97,9
	Pápa - Székes	10	97,8	120,3	11,3	180,7	16,1	74,1	7,8	63,5
1993	štandardy	25		54,1		42,6		91,2		63,4
	Sátoral. - Moldava	21	8,0	116,4	2,9	117,6	2,5	77,9	3,4	107,7
	Bratislava - Nitra	19	12,8	105,3	2,8	85,1	2,1	90,3	3,3	69,4
	Piešťany - Ružomberok	15	14,5	132,1	5,3	101,2	7,7	113,0	4,1	91,0
	Jászber. - Karcag	20	12,1	131,5	1,7	72,9	1,6	86,5	3,2	78,7
	Sárvár - Nagykan.	20	15,7	119,7	3,7	101,8	1,4	82,5	3,1	89,6
	Nagykan. - Siófok	16	28,7	71,5	3,4	58,4	3,6	48,5	6,0	78,4
Mártonv. - Dunaföld.	20	10,8	120,5	2,9	62,6	2,2	85,0	5,0	117,3	

* počet testovaných izolátov – number of tested isolates

¹ year; ² regional population; ³ active ingredient; ⁴ standards



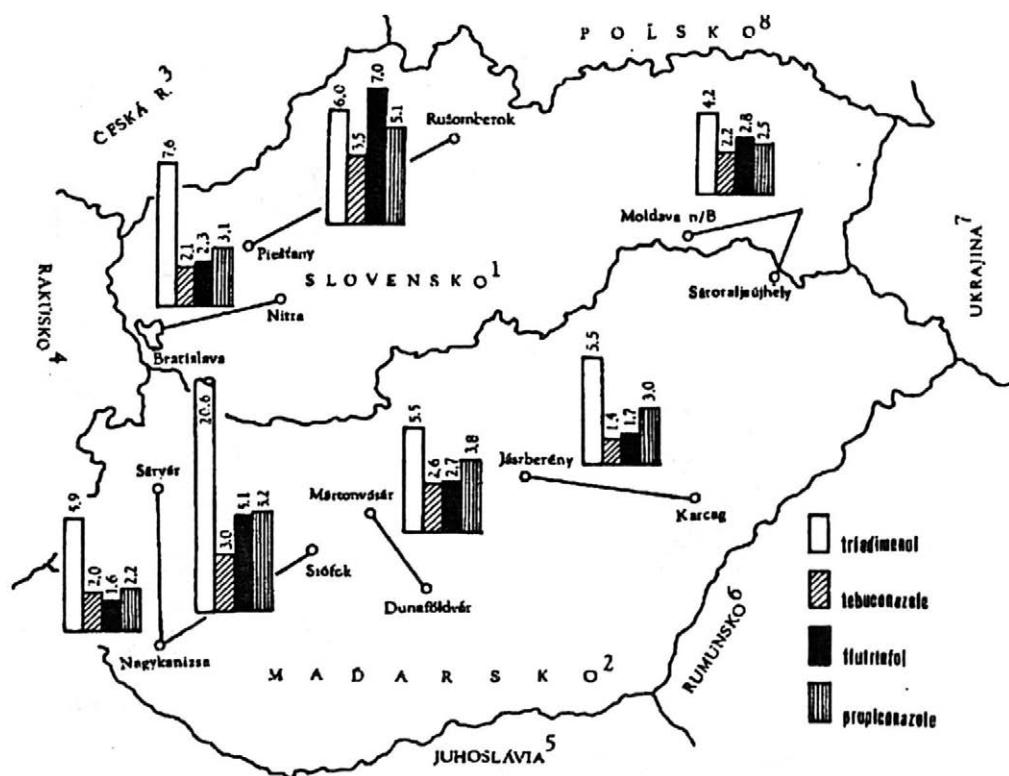
¹Slovakia; ²Hungary; ³Czech Republic; ⁴Austria; ⁵Yugoslavia; ⁶Roumania; ⁷Ukraine; ⁸Poland

1. Variabilita rezistencie regionálnych populácií v roku 1992 vyjadrená geometrickým rezistenčným faktorom (MRF_g) – Variability of resistance of regional populations in 1992 expressed by geometric resistance factor (MRF_g)

rovnakej úrovni, i keď pri maďarskej populácii sme zaznamenali v roku 1993 zvýšenie fungicídnej senzitivity podobne ako aj u predchádzajúcich fungicídov.

V našich experimentoch sa v oboch sledovaných rokoch ako najúčinnjší fungicíd prejavoval tebuconazole. Kým na Slovensku môžeme sledovať mierne vzostup rezistencie, v Maďarsku je tendencia v roku 1993 v porovnaní s rokom 1992 opačná.

Ak berieme do úvahy hodnoty MRF získané na základe aritmetického priemeru, zistíme, že tieto sú oveľa vyššie než hodnoty MRF vypočítané pomocou geometrického priemeru. Tieto hodnoty vypočítané rôznymi spôsobmi však vo väčšine prípadov rovnakou mierou odrážajú vzostup, resp. pokles rezistencie populácií (tab. I).



¹Slovakia; ²Hungary; ³Czech Republic; ⁴Austria; ⁵Yugoslavia; ⁶Roumania; ⁷Ukraine; ⁸Poland

2. Variabilita rezistencie regionálnych populácií v roku 1993 vyjadrená geometrickým rezistenčným faktorom (MRF_g) – Variability of resistance of regional populations in 1993 expressed by geometric resistance factor (MRF_g)

Z vypočítaných hodnôt variačných koeficientov regionálnych populácií (tab. II) vyplýva, že všetky populácie sa vyznačujú vysokou variabilitou rezistencie voči fungicídum. Relatívne najnižšiu variabilitu vykazujú štandardné izoláty. Nižšie hodnoty variačných koeficientov sa vyskytujú u tých regionálnych populácií, ktoré sa vyznačujú zvýšenou rezistenciou voči niektorému fungicídu. Tak napríklad v roku 1992 boli najvyššie hodnoty MRF pre triadimenol a flutriafol zaznamenané u maďarskej populácie (obr. 1). U tejto populácie boli pre spomenuté dva fungicídy vypočítané najnižšie variačné koeficienty (120,3, resp. 74,1 %, tab. II). V roku 1993 bola najvyššia hodnota MRF voči triadimenolu zistená u populácie z oblasti Nagykanizsa-Siófok (obr. 2), pričom hodnota variačného koeficientu pri tejto populácii bola najnižšia (71,5 %, tab. II) zo všetkých hodnôt pre triadimenol. Tento vzťah závislosti medzi hodnotami MRF a variačnými koeficientami nie je

úplný (viď napr. hodnotu variačného koeficientu populácie z lokality Piešťany-Ružomberok pre flutriafol v roku 1993 (obr. 2, tab. II).

Na základe porovnania dosiahnutých výsledkov možno vo všeobecnosti konštatovať, že u sledovaných populácií nastal najmä na území Maďarska pokles rezistencie predovšetkým voči triadimenolu a flutriafolu. Na Slovensku sa takýto pokles prejavil pri triadimenole, kým voči ostatným fungicídum zostáva rezistencia stabilizovaná na nízkej úrovni.

DISKUSIA

V súvislosti so stále intenzívnejším používaním fungicídov najmä v západnej Európe sa rozvinuli programy na monitorovanie zmien fungicídnej senzitivity populácií pšeničnej múčnatky v rôznych európskych regiónoch.

Na znižujúcu sa senzitivitu populácií múčnatky trávovej na jačmeni už v rokoch 1981 až 1984 poukázali Wolfe et al. (1984) a v rokoch 1982 až 1984 Ward et al. (1986) u pšeničnej múčnatky. Odvtedy sa hodnoty MRF postupne zvyšujú. Ako zistili Felsenstein et al. (1991), hodnoty MRF sa pri jačmeni v rokoch 1986 až 1988 zvýšili ročne približne o 40 %. Felsenstein (1991) zistil nižšie hodnoty MRF vo východoeurópskych krajinách v porovnaní so západnou Európou. Ako udáva Schulz (1993), možnosť vzniku rezistencie voči triazolovým fungicídum v stredo- a východoeurópskych krajinách síce nie je nulová, ale riziko prekonania účinnosti fungicídov je malé. Toto riziko je malé najmä v dôsledku menšieho počtu aplikácií fungicídov. Podľa našich výsledkov sa v nami sledovaných populáciách vyskytujú okrem senzitívnych izolátov aj izoláty múčnatky so zvýšenou fungicídnu rezistenciou a po intenzívnej aplikácii fungicídov by sme mohli očakávať aj výraznejšie zmeny v senzitivite populácií patogéna.

Dynamiku vývoja fungicídnej senzitivity na území Slovenska môžeme sledovať porovnaním výsledkov, ktoré získal Felsenstein (1991) v roku 1989 a našich výsledkov v roku 1991 (Švec et al., 1993), resp. v rokoch 1992 a 1993. Prvé známe údaje o triadimenolovej rezistencii pšeničnej múčnatky z územia Slovenska (z roku 1989) sú MRF = 17 pre západné Slovensko a sedem pre východné Slovensko (Felsenstein, 1991). V roku 1991 bol zistený na západe Slovenska vzostup rezistencie voči triadimenolu až na hodnotu 32 MRF (Švec et al., 1993). Ako vidieť na obr. 1 a 2 v rokoch 1992 a 1993 sa senzitivita izolátov z tohto regiónu značne zvýšila. Predpokladáme, že tento pokles rezistencie nastal v dôsledku zníženej aplikácie

fungicídov. Populácie múčnatky pomerne rýchlo reagujú na zmenený selekčný tlak a za jeho neprítomnosti sa vyselektujú izoláty s vysokou citlivosťou. Posun rezistencie môže byť značný aj v rámci jednej sezóny (Koller et al., 1993).

Všeobecne zvýšená citlivosť (resp. pokles rezistencie) voči všetkým sledovaným triazolovým fungicídmi je charakteristická aj pre maďarskú populáciu pšeničnej múčnatky. Tento pokles rezistencie je dokonca výraznejší ako v populácii zo Slovenska. Zdá sa, že populácia múčnatky na území Maďarska, čo sa týka fungicídnej rezistencie, sa vyznačuje podobnou dynamikou vývoja ako populácia na Slovensku. Kým v roku 1986 (Enisz, Sagi, 1988) bola rezistencia voči fungicídmi ešte na nízkej úrovni, neskôr sa postupne hodnota rezistencie zvyšovala (až na hodnotu MRF = 44 v roku 1992) a napokon v roku 1993 nastalo výrazné zníženie hodnoty rezistencie. Podobný pokles rezistencie v dôsledku neprítomnosti selekčného tlaku bol zistený aj pre iné regionálne populácie (Ward et al., 1986). Výrazné regionálne rozdiely súvisiace s množstvom aplikovaných fungicídov zaznamenali Felsenstein et al. (1991).

Dosiaľ uvádzané hodnoty MRF, či už nami vypočítané, alebo citované, sú hodnoty vypočítané na základe geometrického priemeru. V tejto práci uvádzame aj hodnoty získané použitím aritmetického priemeru, ktoré sú v porovnaní s predchádzajúcimi oveľa vyššie. Tieto hodnoty sú preto vyššie, že okrajové triedy v rámci distribúcie hodnôt rezistencie (najmä rezistentné izoláty) nadobúdajú po odlogaritmovaní vyššie číselné hodnoty, než ako je tomu pri logaritmických hodnotách. Nižšie hodnoty MRF získané z geometrického priemeru zase vyplývajú z asymetrického charakteru logaritmického rozdelenia hodnôt rezistencie. Okrem toho nám štatistické spracovanie odlogaritmovaných hodnôt umožňuje aj výpočet parametrov variability jednotlivých súborov, ako napr. smerodajnej odchýlky a variačného koeficientu. Nami vypočítané hodnoty variačných koeficientov ukazujú, že väčšinou tie regionálne populácie, ktoré sú charakteristické vyšším stupňom rezistencie voči určitému fungicídmi, sa zároveň vyznačujú zúženým variačným rozpätím. Táto znížená variabilita je pravdepodobne dôsledkom negatívnej selekcie voči citlivejším izolátom, ktoré sú z populácie likvidované zásahom fungicídmi.

Celkove možno zhrnúť, že populácie pšeničnej múčnatky z územia Slovenska a Maďarska sa vyznačujú vysokou citlivosťou voči triazolovým fun-

gicídóm, a že tieto fungicídy sú zatiaľ efektívne pri chemickej ochrane rastlín.

L i t e r a t ú r a

- ENISZ, J. – SAGI, M.: Fungicide sensitivity of Hungarian wheat powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) populations I. Results of 1986. *Növénytermelés*, 37, 1988: 397–403.
- FELSENSTEIN, F. G.: Virulenz und Fungizidsensitivität des Weizenmehltaus (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Marchal) in Europa. [Dissertation Thesis.] Technische Universität München-Weihenstephan, 1991.
- FELSENSTEIN, F. G. – LIMPET, E. – FISCHBECK, G.: Wheat mildew populations in the FRG and neighbouring regions (1986–1988) – some aspect of their change. In: JORGENSEN, H. J.: Integrated Control of Cereal Mildews. Monitoring the Pathogen. Dordrecht, Martinus Nijnhof Publ. 1991: 1–7.
- KOLLER, B. – MÜLLER, K. – WOLFE, M. S.: Dynamics and patterns of fungicide sensitivity in populations of *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. *Poľnohospodárstvo*, 39, 1993: 333–339.
- LIMPET, E.: Fungicide resistance in populations of plant pathogens-determination, correlations with virulence, and recent evolution resistance to triadimenol in barley mildew in Europe. In: JORGENSEN, H. J.: Integrated Control of Cereal Mildews. Monitoring the Pathogen. Dordrecht, Martinus Nijnhof Publ. 1991: 177–185.
- PONS, J. – HAU, B.: Variation in fungicide sensitivity in populations of *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. *Vort. Pfl. - Zücht.*, 24, 1992: 332–334.
- SCHULZ, U.: Resistance to fungicides. General aspects and examples from practice. *Poľnohospodárstvo*, 39, 1993: 318–325.
- SCHWARZBACH, E.: A high throughput jet trap for collecting mildew spores on living leaves. *Phytopath. Z.*, 94, 1979: 165–171.
- ŠVEC, M. – MIKLOVIČOVÁ, M. – SÝKORA, M.: Sensitivity of wheat powdery mildew population from the region of Slovakia to triadimenol and tebuconazole in the years 1991–1992. *Poľnohospodárstvo*, 39, 1993: 340–346.
- WAARD, M. A. de – KIPP, E. M. C. – HORN, N. M. – NISTELROOY, J. G. M.: Variation in sensitivity to fungicides with inhibit-ergosterol biosynthesis in wheat powdery mildew. *Neth. J. Plant Pathol.*, 92, 1986: 21–32.
- WOLFE, M. S. – MINCHIN, P. N. – SLATER, S. E.: Dynamics of triazole sensitivity in barley mildew, nationally and locally. In: Proc. Brit. Crop Protection Conf. Pests and Diseases, 2, 1984: 465–470.

Došlo 13. 4. 1994

M. Švec, M. Miklovičová, E. Krippel (Department of Genetics,
Faculty of Natural Sciences, the Comenius University, Bratislava, Slovak Republic)

**Resistance of powdery mildew of cereals and grasses
(*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* Marchal) in Slovakia and Hungary
to some fungicides in the years 1992 and 1993**

In the years 1992 and 1993 the condition of resistance of powdery mildew populations was studied in wheat (*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) from Slovakia and Hungary to four triazole fungicide-efficient substances: triadimenol, tebuconazole, flutriafol and propinconazole.

Samples of spores of various regions of Slovakia and Hungary were taken by special apparatus for trapping the spores, placed on the roof of a car. Spores of pathogen were trapped on leaf segments of susceptible varieties Kanzler and Košútka and repeatedly re-reproduction on the same varieties. Plants of a susceptible variety were a day prior to inoculation with conidia of powdery mildew dipped in solutions of fungicides whose concentrations gradated logarithmically within 0.001 and 1 mg of active ingredient $\cdot l^{-1}$. 10 days from inoculation the test has been assessed. Through the probit analysis the values ED_{50} were calculated for each fungicide, each locality and for the territories of Slovakia and Hungary.

The highest resistance in the populations of both countries was found to triadimenol, while the Hungarian population is less sensitive compared with the Slovak one. Amongst the other three fungicides in populations of the powdery mildew of wheat relatively higher resistance to flutriafol has been developed. In our experiments in both investigated years tebuconazole was found to be the most effective.

In view of dynamics of the development of resistance in recent years a marked increase in the sensitivity of powdery mildew from Hungary to all studied fungicides has been observed. Compared with the previous year the population of the powdery mildew from Slovakia to triadimenol is more sensitive. An application of triazole fungicides in Hungary and Slovakia till now is efficient enough in the present chemical protection of plants.

triazole fungicides; powdery mildew on wheat; resistance of populations

ÚČINNOSŤ DRUHOV *TRICHOGRAMMA EVANESCENS* WESTWOOD
A *TRICHOGRAMMA MAIDIS* PINT. et VOEG. PROTI VIJAČKE
KUKURIČNEJ (*OSTRINIA NUBILALIS* HBN.)
NA CUKROVEJ KUKURICI

Ján TANCIK, Živica RADINOVÁ¹, Franja BAČA²

¹Vysoká škola poľnohospodárska, Katedra ochrany rastlín, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika; ¹Hemijska industrija Zorka, Subotica
a ²Institut za kukuruz Zemun Polje, Beograd-Zemun, Juhoslávia

V predloženej práci sú uvedené výsledky používania *Trichogramma evanescens* Westwood a *Trichogramma maidis* Pint. et Voeg. proti vijačke kukuričnej (*Ostrinia nubilalis* Hübner) na cukrovej kukurici lokalita Ruski Krstur, Juhoslávia. Druh *Trichogramma evanescens* sme získali z Ústavu pre jadranské kultúry v Splitte a druh *Trichogramma maidis* z Ústavu ochrany rastlín v Kostinbrode, Bulharsko. V pokusoch proti prvej generácii vijačky kukuričnej v roku 1989 sme použili v troch dávkach s celkovým počtom 170 000 jedincov *T. evanescens*, alebo 150 000 jedincov *T. maidis* na 1 ha. Proti druhej generácii vijačky kukuričnej sme v roku 1989 použili 350 000 jedincov *T. evanescens* na hektár v štyroch dávkach. V roku 1990 sme použili 364 000 jedincov *T. evanescens* proti prvej generácii a 650 000 jedincov *T. evanescens* na hektár v šiestich dávkach proti druhej generácii vijačky kukuričnej. V roku 1991 sme proti prvej generácii vijačky kukuričnej použili 400 000 jedincov *T. maidis* na hektár v troch dávkach. Biologická účinnosť *T. evanescens* pri hodnotení napadnutia šúľkov bola v rozpätí od 8,3 do 75,0 %, *T. maidis* od 36,3 do 53,3 %. Biologická účinnosť *T. evanescens* pri hodnotení napadnutia stebľa bola v rozpätí 14,3 až 36,1 %, *T. maidis* od 36,3 do 41,8 %. Výskyt húseníc na rastline bol od 0,08 do 6,0 kusov na ošetrovaných variantoch a od 0,1 do 10,0 kusov na kontrole.

Ostrinia nubilalis (Hübner); *Trichogramma evanescens* Westwood; *Trichogramma maidis* Pint. et Voeg.; vypúšťanie trichogramy; cukrová kukurica

Druhy rodu *Trichogramma* ako biologický činiteľ v ochrane rastlín sa používajú proti rôznym škodcom asi na 18 miliónoch hektároch pôdy v 16 krajinách sveta (Hassan, 1991). Osemnásť druhov rodu *Trichogramma* sa

používa proti škodcom kukurice, cukrovej trstiny, ryže, sóje, bavlny, cukrovej repy, zeleniny a ovocia (H a s s a n, 1991). Tento spôsob je účinný, lacný a môže sa používať na celom svete (H a s s a n, 1980). Na Slovensku sa prvé vypúšťanie trichogramy domáceho pôvodu uskutočnilo v roku 1988 v PD Družba v Piešťanoch na ploche 4 ha cukrovej kukurice. Toto vypúšťanie bolo možné po založení masového chovu tohto parazita v roku 1987 a jeho produkcii v Združení pre realizáciu biotechnológií v Spoločnom poľnohospodárskom liahárenskom podniku v Nitre v úzkej spolupráci s Ústavom experimentálnej fytopatológie a entomológie SAV v Ivanke pri Dunaji. V pokuse sa použila trichograma hnedá – *Trichogramma evanescens* Westw. rozmnožená vo vajíčkach psoty obilnej – *Sitotroga cerealella* (B í r o v á et al., 1990). Skúsenosti s vypúšťaním trichogramy v Juhoslávii sú tiež malé. D a n o n (1989) v roku 1987 a 1988 v pokusoch použil druh *Trichogramma pretiosum* Riley, premnožený v laboratóriu Ústavu pre jadranské kultúry v Splite, proti vijačke kukuričnej na zrnovej kukurici. Aplikáciu urobil dvomi spôsobmi: nalepením parazitovaných vajíčok na rámiky, ktoré umiestnil na rastliny, a priamym vypúšťaním parazitovaných vajíčok z lietadla.

Cieľom tejto práce bolo stanoviť biologickú účinnosť parazita *Trichogramma* spp. proti vijačke kukuričnej na cukrovej kukurici a zhodnotiť jej možnosť používania v praxi.

MATERIÁL A METÓDY

Pokusná a kontrolná plocha

Pokusy boli založené na výrobných plochách obsiatych cukrovou kukuricou na lokalite Ruski Krstur. Pokusy pri prvej generácii vijačky kukuričnej sme založili na odrode Seneca Horison a pri druhej generácii na odrode Jubile.

V rokoch 1989 a 1990 bola ošetrovaná a kontrolná plocha veľkosti 1 ha, medzi nimi bol 70metrový ochranný pás. Pri druhej generácii bola cukrová kukurica pod závlahou. V roku 1991 bola ošetrovaná a kontrolná plocha 1,3 ha s tromi opakovaniami. Okrem nich bol aj variant ošetrovaný insekticídnom Karate 2,5 EC v dávke 0,3 l v 300 litroch vody na ha.

Použitá trichograma a spôsob aplikácie

V pokusoch sme použili druhy *Trichogramma evanescens* a *T. maidis*. *T. evanescens* bola premnožená na Ústave pre jadranské kultúry a melioráciu krasu v Splite pod vedením Dr. Vladimíra Pelicarica a *T. maidis* na Ústave

ochrany rastlín v Kostinbrode, Sofia pod vedením Dr. Dimitrija Kostadinova. *T. evanescens* sa rozmnožovala vo vajíčkach vijačky múčnej – *Ephestia kuehniella* a *T. maidis* vo vajíčkach psoty obilnej – *Sitotroga cerealella*.

Parazitované vajíčka s trichogramou sme nalepili na hárok papiera, ktorý sme rozdelili na lístky veľkosti 40 x 20 mm a tie sme rozložili po pokusnej

I. Počet trichogramy a dátum aplikácie - Number of parasites released and date of application

Rok ¹	Gene- rácia ²	<i>Trichogramma</i>		Aplikácia ⁴		
		druh	počet na ha ³	dátum ⁵	dávka ⁶	spôsob ⁷
1989	1.	<i>T. evanescens</i>	170 000	14. 06.	50 000	vajíčka
				22. 06.	80 000	vajíčka
				28. 06.	40 000	vajíčka
	2.	<i>T. maidis</i>	150 000	14. 06.	50 000	vajíčka
				22. 06.	50 000	vajíčka
				28. 06.	50 000	vajíčka
2.	<i>T. evanescens</i>	350 000	02. 08.	75 000	vajíčka	
			08. 08.	75 000	vajíčka	
			14. 08.	100 000	vajíčka	
			18. 08.	100 000	vajíčka	
1990	1.	<i>T. evanescens</i>	369 000	15. 06.	85 000	vajíčka
				20. 06.	77 000	vajíčka
				23. 06.	100 000	vajíčka
				27. 06.	100 000	vajíčka
	2.	<i>T. evanescens</i>	650 000	26. 07.	92 000	vajíčka
				31. 07.	96 000	imágo ⁹
				05. 08.	116 000	vajíčka
				10. 08.	150 000	vajíčka
2.	<i>T. evanescens</i>	650 000	16. 08.	108 000	vajíčka	
			23. 08.	95 000	imago	
1991	1.	<i>T. maidis</i>	400 000	30. 06.	100 000	vajíčka
				05. 07.	100 000	vajíčka
				10. 07.	200 000	imágo

¹year; ²generation; ³quantity of released *Trichogramma* per ha; ⁴application; ⁵date; ⁶quantity released; ⁷method; ⁸eggs; ⁹adult

ploche na vzdialenosť 6 až 9 m jeden od druhého v podobe siete. Lístky s trichogramou sme kládli do listovej pošvy. V roku 1990 sme aplikovali aj imága parazita. Lístky s nalepenými vajíčkami parazitovanými trichogramou sme vložili do skúmaviek. Po vyliahnutí trichogamy sme skúmavky rovnomerne rozmiestnili na 150 miest na pokusnú plochu. Skúmavky sme lepili pod horný list kukurice. Vypúšťanie trichogamy sme urobili podľa náletu motýľov vijačky kukuričnej do svetelného lapača a na základe výskytu vajíčkových znášok na 20 rastlinách kukurice. Prvú aplikáciu sme urobili v čase, keď nálet samičiek trval už päť až sedem dní a po prvom výskyte vajíčok na listoch kukurice. Dávky trichogamy a dátumy aplikácie sú uvedené v tab. I.

Monitorovanie vijačky kukuričnej

Výskyt motýľov vijačky kukuričnej sme sledovali svetelným lapačom umiestnením na lokalite Ruski Krstur v blízkosti pokusov (tab. II).

Výskyt znášok vajíčok

Znášky vajíčok sme zisťovali na spodnej strane listov 20 rastlín – po štyri rastliny na piatich miestach na parcely v podobe písmena V. Každé ďalšie hodnotenie sme robili z opačnej strany pokusnej plochy. Výskyt vajíčok je uvedený v tab. III.

Hodnotenie biologickej účinnosti trichogamy

Hodnotenie biologickej účinnosti vypustenej trichogamy sme robili na základe rozborov rastlín v čase mliečnej zrelosti šúľkov (vo fáze technologickej zrelosti cukrovej kukurice). Každú rastlinu sme rozrezali, vybrali všetky húsenice zo stebľa a šúľkov, zaznamenali sme ich počet a zároveň i počet napadnutých i zdravých stebiel a šúľkov. Rovnaký rozbor sme urobili aj na kontrolnej ploche. Z hodnôt získaných rozborom rastlín na ošetrovanej ploche trichogramou a na kontrolnej sme vypočítali biologickú účinnosť trichogamy v percentách podľa Abbottovho vzorca:

$$\text{účinnosť [\%]} = [(A - B) / A] \cdot 100$$

kde: A - počet napadnutých rastlín v kontrole

B - počet napadnutých rastlín na ošetrovanej ploche

II. Dynamika náletu vijačky kukuričnej do svetelného lapača na lokalite Ruski Krstur v rokoch 1989 až 1991 - The number of European Corn Borer (ECB) moths caught into the light traps in Ruski Krstur during the years 1989-1990

Mesiac ¹	Dekáda ²	Počet motýľov v roku ³		
		1989	1990	1991
Máj	1.	0	3	0
	2.	0	28	0
	3.	0	209	4
Jún	1.	40	172	19
	2.	172	136	133
	3.	328	188	113
Júl	1.	167	4	140
	2.	25	10	12
	3.	103	105	29
August	1.	397	257	394
	2.	691	1 168	468
	3.	246	179	587
September	1.	34	63	413
	2.	19	50	227
	3.	11	67	28

¹month; ²decade; ³number of ECB moths in the year

V roku 1989 sme rozbery rastlín robili 12. júla (pri prvej generácii) a 2. septembra (pri druhej generácii), v roku 1990 17. júla a 5. septembra a v roku 1991 12. augusta (pri prvej generácii).

VÝSLEDKY

Vijačka kukuričná má v severnej časti Juhoslávie dve generácie za rok. V období rokov 1973 až 1988 dominovala druhá generácia škodcu (Bača, Hadžistević, 1989). Potvrdzujú to aj naše údaje (tab. II). Priemerný počet motýľov druhej generácie behom troch rokov bol trikrát väčší (5587:1852) ako počet prvej.

III. Počet znášok vijačky kukuričnej na 20 rastlinách cukrovej kukurice v rokoch 1989 až 1991 – Number of egg masses on 20 plants of sweet corn in the period 1989–1991

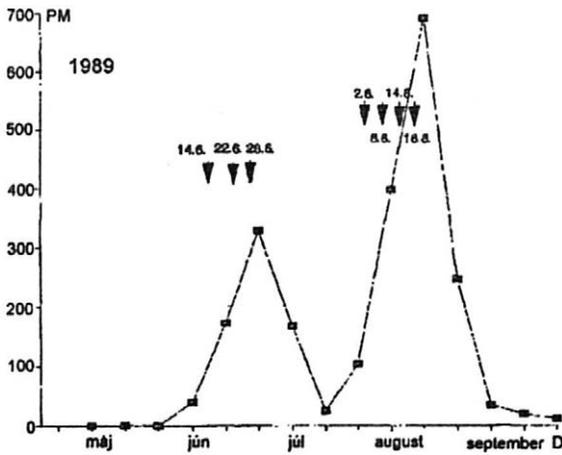
Rok ¹	Generácia ²	Dátum hodnotenia ³	Počet ⁴		
			vajíčkových znášok ⁵	poškodených rastlín ⁶	húseníc ⁷
1989	1.	08. 06.	0	0	0
		13. 06.	1	0	0
		19. 06.	2	1	0
	2.	29. 07.	0	0	0
		10. 08.	1	0	0
		19. 08.	0	4	4
1990	1.	08. 06.	0	0	0
		13. 06.	1	1	1
		18. 06.	1	1	1
	2.	24. 07.	0	0	0
		29. 07.	2	0	0
		02. 08.	3	0	0
		07. 08.	4	0	0
1991	1.	19. 06.	1	0	0
		26. 06.	2	3	3

¹year; ²generation; ³date; ⁴number; ⁵egg masses; ⁶number of attacked plants; ⁷number of larvae

V roku 1989 sme zistili jedno maximum náletu motýľov prvej generácie vijačky kukuričnej a v rokoch 1990 a 1991 dve maximá náletu do svetelných lapačov (tab. II a obr. 1).

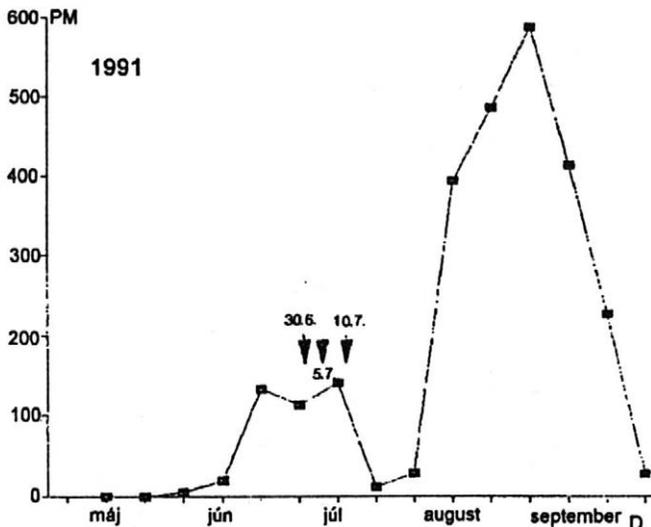
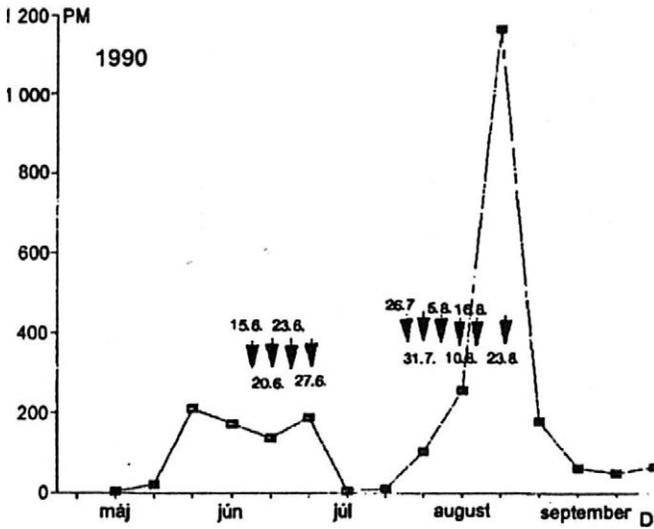
Na základe trojročných údajov o nálete motýľov vijačky kukuričnej do svetelného lapača vidíme, že nálet motýľov prvej generácie trvá približne 20 dní. Veľký vplyv na to majú poveternostné podmienky, najmä suma efektívnych teplôt. V roku 1990 bol začiatok masového náletu už v tretej dekáde mája a trval počas celého júna, kým v roku 1989 a 1991 začal v prvej dekáde júna a trval až do konca prvej dekády júla.

Nálet druhej generácie vijačky kukuričnej začal koncom druhej dekády júla a maximum dosiahol v druhej (v rokoch 1989 a 1990), alebo v tretej dekáde augusta (v roku 1991). Čím skôr sa objavila prvá generácia motýľov, tým bol väčší počet motýľov druhej generácie. Napadnutie porastov kukurice



1. Nález motýľov vijačky kukuričnej (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) do svetelného lapača na lokalite Ruski Krstur v rokoch 1989 až 1991 – The flight of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) into the light traps at Ruski Krstur in the period 1989–1991

Šípky označujú dátumy vypúšťania trichogramy – The dates of *Trichogramma* release are denoted by arrows
 PM = počet motýľov – number of ECB moths
 D = dekáda mesiaca – decade of month



IV. Hodnotenie napadnutia stebiel a šúľkov cukrovej kukurice a biologickej účinnosti trichogramy počas 1. a 2. generácie vijačky kukuričnej na lokalite Ruski Krstur v rokoch 1989 až 1991 - Analysis of 100 sweet corn plants treated with *Trichogramma* and untreated during the first and the second generation of ECB in Ruski Krstur, Yugoslavia, in the period 1989-1991

Rok ¹	Gene- rácia ²	Ošetrovanie ³	Steblo ⁴		Šúľok ⁵		Húsenice ⁶	
			% napadnutých a	účinnosť [%] b	% napadnutých c	účinnosť [%] d	počet na rastlinu e	účinnosť [%] f
1989	1	<i>T. evanescens</i>	16,0	36,0	11,0	8,3	0,21	44,7
		kontrola ⁵	25,0	—	12,0	—	0,38	—
		<i>T. maidis</i>	7,0	36,3	7,0	36,3	0,08	20,0
		kontrola	11,0	—	11,0	—	0,10	—
	2	<i>T. evanescens</i>	36,0	14,3	17,0	29,2	6,00	40,0
		kontrola	42,0	—	24,0	—	10,00	—
1990	1.	<i>T. evanescens</i>	23,0	36,1	9,0	75,0	0,39	59,4
		kontrola	36,0	—	36,0	—	0,96	—
	2.	<i>T. evanescens</i>	58,9	15,9	42,4	24,5	2,10	19,8
		kontrola	70,0	—	56,2	—	2,62	—
1991	1	<i>T. maidis</i>	25,0	41,8	7,0	53,3	0,20	42,8
		kontrola	43,0	—	15,0	—	0,35	—
		Karate 2,5	9,0	79,1	3,0	80,0	0,07	80,0

¹year; ²generation of ECB; ³treatment; ⁴stalk; ⁵ear; ⁶larvae; ⁷control

a – percentage of attacked stalks, b – percentage of reduction = efficacy (control – treatment: x 100/control; c – percentage of attacked ears, d – percentage of reduction = efficacy; e – number of larvae per plant, f – percentage of reduction = efficacy

druhou generáciou vijačky kukuričnej veľmi závisí od poveternostných podmienok v auguste.

Pri prezeraní 20 rastlín jeden deň pred aplikáciou trichogamy v roku 1989 v pokuse s prvou generáciou vijačky kukuričnej sme našli jednu vajíčkovú znášku. V pokuse s druhou generáciou vijačky kukuričnej sa štyri dni pred aplikáciou trichogamy nepodarilo nájsť vajíčkové znášky, neskôr áno (tab. III). To znamená že aplikácia bola urobená v správnom termíne. Dva dni pred aplikáciou trichogamy v roku 1990 sme zistili v pokuse s prvou generáciou vijačky kukuričnej jednu znášku a jednu poškodenú rastlinu a v pokuse s druhou generáciou žiadne vajíčkové znášky. To znamená, že pri prvej generácii sme sa s vypúšťaním oneskorili. Napriek tomu sme pri prvej generácii vijačky kukuričnej v roku 1990 zaznamenali vysokú biologickú účinnosť trichogamy. V pokuse s druhou generáciou vijačky kukuričnej bola aplikácia urobená na čas a zaznamenali sme nízku účinnosť. V roku 1991 v pokuse s prvou generáciou vijačky kukuričnej sme tri dni pred aplikáciou trichogamy našli na dvadsiatich rastlinách dve vajíčkové znášky a tri rastliny boli poškodené. To znamená, že sme vypúšťanie trichogamy začali s oneskorením.

Biologická účinnosť trichogamy pri napadnutí stebľa bola v rozpätí od 14,3 do 41,8 %. Podstatne vyššia biologická účinnosť bola pri napadnutí šúľkov, od 8,3 do 75,0 %. V našich pokusoch sme najvyššiu biologickú účinnosť trichogamy dosiahli v pokuse pri prvej generácii vijačky kukuričnej v roku 1990 pri napadnutí šúľkov (73,5%) Na základe priemerných hodnôt troch ukazovateľov (napadnutia stebiel, napadnutia šúľkov a počtu húseníc) pri použití dvoch druhov trichogamy (*T. evanescens* a *T. maidis*) môžeme konštatovať, že medzi použitými druhmi trichogamy neboli výraznejšie rozdiely v biologickej účinnosti. *T. evanescens* v pokusoch pri prvej generácii vijačky kukuričnej mala priemernú biologickú účinnosť 43,2 % a *T. maidis* 38,5 %.

Pri jednorazovom použití insekticídu Karate 2,5 EC (0,3 l/ha) dosiahli sme dvojnásobne väčšiu insekticídnu účinnosť ako použitím *T. maidis*, čo ukazuje na potrebu ďalšieho zdokonaľovania metód používania trichogamy.

DISKUSIA

Danon (1989) v pokusoch v rokoch 1987 a 1988 použil 300 tisíc jedincov *Trichogramma pretiosuma* a dosiahol 22,5 až 51,7% biologickú účinnosť

pri rastlinách napadnutých vijačkou kukuričnou. Je to približne rovnaká biologická účinnosť, akú sme zamenali aj v našich pokusoch. O niečo vyššiu biologickú účinnosť zistili B í r o v á et al. (1990), ktorí aplikovali 260 až 280 tisíc jedincov *Trichogramma evanescens* v štyroch termínoch. Biologická účinnosť pri napadnutí rastlín bola 24,2 % a pri znížení počtu húseníc 53 %.

V krajinách, kde sa tejto problematike venujú dlhšiu dobu v pokusoch aj v praxi, dosahujú oveľa lepšie výsledky. H a s s a n et al. (1991) v rokoch 1986 až 1989 aplikovali v dvoch termínoch po 75 000 jedincov *Trichogramma evanescens*, čím dosiahli redukcii počtu lariev vijačky kukuričnej v rozsahu od 76,0 do 84,9 %. Termín prvého vypúšťania trichogramy bol niekoľko dní pred začiatkom kladenia vajíčok vijačky kukuričnej na kukuricu. B i g l e r (1986) uvádza výsledky z použitia trichogramy vo Švajčiarsku v rokoch 1982 až 1984 na osivovej kukurici. Zníženie napadnutia sa pohybovalo od 60 do 90 %.

PodĎakovanie

Ďakujeme dr. Rosicii Kostadinovej, vedeckej spolupracovníčke Ústavu ochrany rastlín Kostin Brod – Sofia, Bulharsko za zaobstaranie materiálu druhu *Trichogramma maidis*. Taktiež ďakujeme dr. Vladimirovi Pelicariovi z Ústavu pre jadranské kultúry a melioráciu krasu v Splitte a dr. Dimitrovi Kostadinovi zo spomínaného Ústavu v Sofii za pomoc pri zaobstaraní materiálu druhov *Trichogramma* sp.

L i t e r a t ú r a

- BAČA, F. – HADŽISTEVIC, D.: Flight of moths of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in Zemun Polje in the period 1966-1985. Acta Phytopathol. Entomol. Hung., 24, 1989: 37–41.
- BIGLER, F.: Mass production of *Trichogramma maidis* Pint. et Voeg. and its field application against *Ostrinia nubilalis* HBN. in Switzerland. J. appl. Ent., 101, 1986: 23–29.
- BÍROVÁ, H. – BRESTOVSKÝ, J. – JAKUBČIN, P. – LONGAUEROVÁ, J.: Skúsenosti s vypúšťaním trichogramy hnedej, *Trichogramma evanescens*, proti vijačke kukuričnej, *Ostrinia nubilalis*, na cukrovej kukurici. Ochr. Rostl., 26, 1990: 29–36.
- BRESTOVSKÝ, J.: Biologická ochrana poľných kultúr pomocou trichogramy. In: Škodliví činitelia hustosiatych obilnín a kukurice. Zbor. Sem. Nitra, VŠP 1991: 109–112.

- DANON, V.: Biološko suzbijanje kukuruznog moljca, *Ostrinia nubilalis* (Hübner) pomocu parazitne osice *Trichogramma pretiosum* Rieleley. *Zaštita Bilja*, 40, 1989 (188): 131-141.
- HASSAN, S. A.: Bekämpfung des Maiszünslers durch die Schlupfwespe. *Mais*, 3, 1980(3): 31-32.
- HASSAN, S. A.: Massenproduktion und Anwendung von *Trichogramma*. In: 4. Feststellungen der günstigsten Freilassungstermine für die Bekämpfung des Maiszünslers *Ostrinia nubilalis* Hübner. *Gesunde Pflanzen*, 36, 1984(2): 40-45.
- HASSAN, S. A. – GUO, M. F.: Selection of effective strains of egg parasites of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lep. Pyralide). *J. Appl. Ent.*, 111, 1991: 335-341.
- RADIN, Ž. – BAČA, F. – TANCİK, J.: Mogucnosti zaštite kukuruza šecerca i semenskog kukuruza od kukuruznog plamenca (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). In: Savetovanje 1989. Zbor. Sem. Subotica, Zorka 1989: 51-59.

Došlo 21. 4. 1994

J. Tancik, Ž. Radin, F. Bača (University of Agriculture, Department of Plant Protection, Nitra, Slovak Republic; Zorka Chemical Industry, Subotica, Maize Research Institute, Zemun Polje, Beograd-Zemun, Yugoslavia)

Efficiency of *Trichogramma evanescens* Westwood and *Trichogramma maidis* Pint. et Voege, in the control of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* HBN) on sweet corn

Results of effects of egg parasites, *Trichogramma evanescens* Westwood and *T. maidis* Pint and Voeg, on European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in sweet corn in the location of Ruski Krstur are presented in this paper. Production of *T. evanescens* and *T. maidis* was provided by the Institute for Adriatic Agriculture and Karst Reclamation, Split, Croatia and Institute for Plant Protection, Kostin Brod – Sofia, Bulgaria, respectively. In the control of the first generation of European corn borer, 170 000 individuals of *T. evanescens* and 150 000 individuals of *T. maidis* (three releases) were used in trials during 1989, while in 1990, 369 000 individuals of *T. evanescens* (four releases) and 400 000 individuals of *T. maidis* (three releases) were used in 1991.

In the control of the second generation of *Ostrinia nubilalis* Hbn., 350 000 individuals of *T. evanescens* (four releases) and 650 000 individuals of *T. evanescens* (six releases) were used during 1989 and 1990.

Biological efficiency of *Trichogramma evanescens* according to reduction of ear attack ranged from 8.3 to 75.0 % and from 36.4 to 59.0 % for *T. maidis*, respectively. According to the number of attacked plants, biological efficiency amounted to 14.3 to 36.1 % for *T. evanescens* and to 36.4 to 41.2 % for *T. maidis*. Number of caterpillars per plant ranged from 0.08 to 6.00 on the treated plot and from 0.1 to 10.0 on the control plot.

Ostrinia nubilalis Hübner, *Trichogramma evanescens* Westwood, *Trichogramma maidis* Pint. et Voeg.; release of *Trichogramma*; sweet corn

POLNÍ SCREENING PĚTI ODRŮD PŠENICE OZIMÉ NA REZISTENCI VŮČI MŠČICÍM

Helena HAVLÍČKOVÁ

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha-Ruzyně, Česká republika

V letech 1989 a 1991 až 1993 byla zjišťována polní rezistence pěti odrůd ozimé pšenice – Hana, Regina, Sparta, Viginta, Zdar – vůči mščicím *Metopolophium dirhodum* Walk., *Rhopalosiphum padi* L. a *Sitobion avenae* F. podle výběru (preference, nonpreference) odrůd mščicemi při migraci a abundance mšic na rostlinách ve fázi 71 Tottmanovy stupnice. Zastoupení a četnost mšic v jednotlivých letech kolísaly. Nejvyšší napadení rostlin bylo zaznamenáno v roce 1989. U všech tří druhů mšic byla abundance mšic na jednotlivých odrůdách pozitivně ovlivněna preferencí. Podle čtyřletých výsledků je možné předpokládat nonpreferenci (antixenózu) odrůdy Regina vůči *S. avenae* a odrůdy Hana vůči mščicím *R. padi* a *M. dirhodum*. Možný antibiозní účinek uvedených odrůd na mšice je třeba ověřit.

odrůdy pšenice; *Metopolophium dirhodum*; *Sitobion avenae*; *Rhopalosiphum padi*; polní rezistence

Ve všech oblastech intenzivního pěstování obilnin je aktuálním problémem snížení škod působených obilními mščicemi, které patří k nejvýznamnějším škůdcům obilnin. Vzhledem k velkým plochám pěstování obilnin je stále větší důraz kladen na získávání a využití odrůd s vyšší hladinou přirozené rezistence vůči mščicím, která by snížila, případně zcela vyloučila náročnou chemickou ochranu. Dosud se podařilo stanovit některé mechanické (Acreman, Dixon, 1986) a chemické (Leszczynski, 1987) faktory rezistence podmiňující nonpreferenci (antixenózu) a antibiозu (Painter, 1951; Kogan, Ortman, 1978) obilnin vůči mščicím.

Základním postupem při získávání jedinců či odrůd se zvýšenou rezistencí vůči škůdcům je polní screening, vycházející z rozdílů ve stupni napadení rostlin v přirozených podmínkách pěstování (Fritsche et al., 1988). Tento postup je běžně používán i při hodnocení souborů odrůd a linií obilnin na rezistenci proti obilním mščicím (Lowe, 1984; Lee 1983; Dedryver, Pietro, 1986; Leszczynski, 1987).

V předchozích pokusech jsme na modelovém souboru 13 odrůd pšenice ozimé, vybraných ze sortimentu pšenic udržovaných v genobance Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze, zaznamenali průkazné meziodrůdové rozdíly ve stupni napadení obilními mšicemi v průběhu vegetace rostlin (Havlíčková, 1989) a rozdíly v hladině a mechanismech rezistence vůči mšici *Sitobion avenae* (F.) (Havlíčková, 1993). Metody a postupy vypracované v předchozím období byly použity při polním screeningu pěti výkonných odrůd pšenice ozimé na rezistenci vůči obilním mšicím.

MATERIÁL A METODY

K pokusům byly vybrány odrůdy Hana, Regina, Sparta, Viginta a Zdar. Pšenice byly pěstovány na pokusném pozemku v Praze-Ruzyni na čtvercových poličkách obklopených izolačním pásem pšenice obdobným způsobem jako při zjišťování rozdílů ve stupni napadení pšenice mšicemi v předchozí práci (Havlíčková, 1989). Pokusy byly opakovány ve čtyřech letech: 1989, 1991, 1992 a 1993. Rok 1990 byl pro opožděný a příliš nízký výskyt mšic z hodnocení vynechán.

Zjišťování rozdílů v rezistenci pšenic bylo založeno na rozdílech ve výběru (preference – nonpreference, tj. antixenóza) odrůd mšicemi a abundanci (vhodnost – nevhodnost, tj. antibióza) mšic na rostlinách. Při zjišťování antixenózy odrůd mšicemi se vycházelo z počtu larev F_1 na odnož, porozených alátními mšicemi při primárním náletu na pšenici (Havlíčková, 1987). Kritériem pro posouzení antibiózy byl počet mšic na odnož v období, kdy byla většina rostlin na přechodu z fáze kvetení do fáze mléčné zralosti (fáze 71 – Tottman, 1987). Bylo hodnoceno 50 (1989) až 80 fertilních odnoží od každé odrůdy.

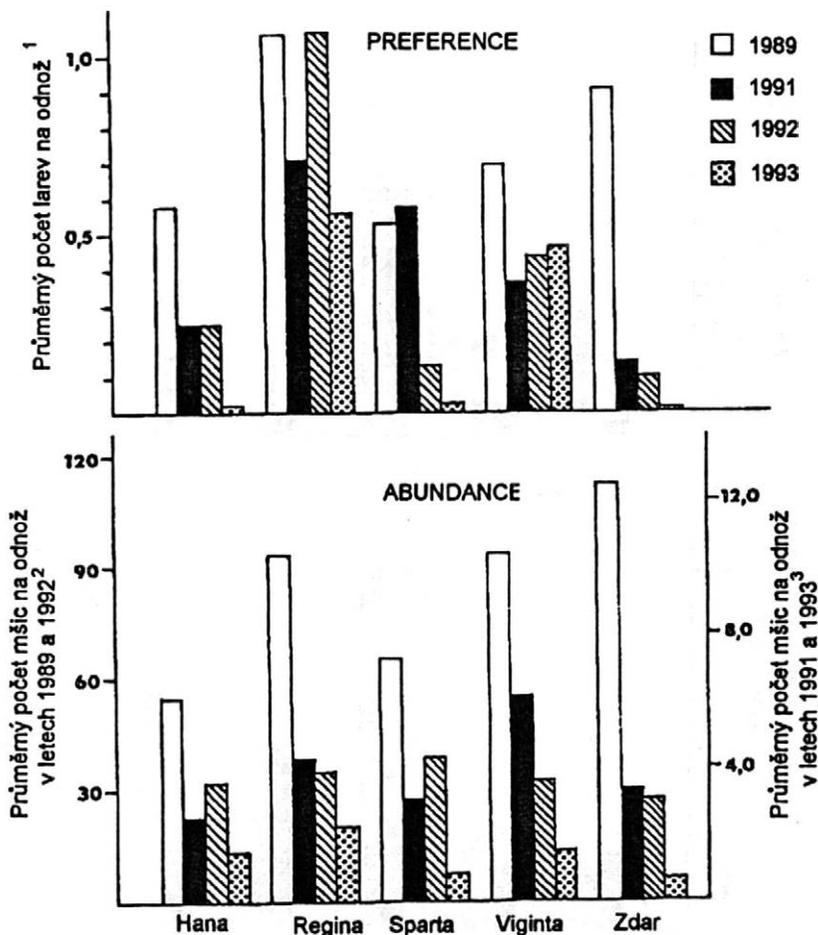
Rozdíly v rezistenci odrůd proti mšicím byly vzhledem ke kolísání výskytu mšic v jednotlivých letech posuzovány podle odchylek hustoty mšic (larv) na jednotlivých odrůdách od průměrného napadení všech testovaných odrůd v daném roce.

VÝSLEDKY

Ve sledovaných čtyřech letech – 1989, 1991, 1992 a 1993 – byly na testovaných odrůdách pšenice přítomny v různých hustotách tři druhy obilních mšic: kyjatka travní – *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) (dále MD), mšice

střemchová – *Rhopalosiphum padi* (L.) (RP) a kyjatka osenní – *Sitobion avenae* (F.) (SA). Nejvyšší abundance všech tří druhů mšic na rostlinách byla zaznamenána v roce 1989, v následujících letech zastoupení jednotlivých druhů mšic na rostlinách kolísalo.

Nejvyšší kolísání v hustotě mšic na pšenících v rámci sledovaných let i vybraných odrůd bylo zjištěno u MD. Počet larev MD se pohyboval od 0,005 (odrůda Zdar, 1993) do 1,05 (odrůda Regina, 1989 a 1992) a průměrný

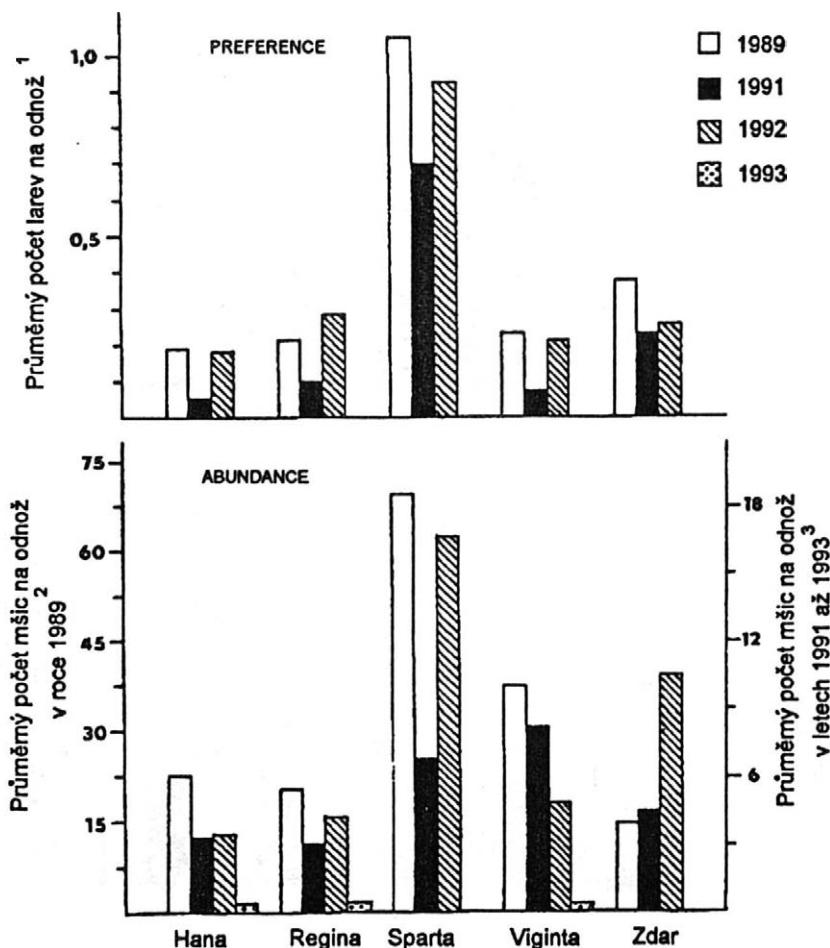


¹average number of larvae per tiller; ²average number of aphids per tiller in the years 1989 and 1992; ³average number of aphids per tiller in the years 1991 and 1993

1. Výběr (preference) odrůd pšenice ozimé mšicí *Metopolophium dirhodum* a hustota (abundance) mšic na rostlinách ve fázi 71 Tottmanovy stupnice v letech 1989, 1991, 1992 a 1993 – Preference of winter wheat cultivars by the aphid *Metopolophium dirhodum* and aphid abundance on the plants at stage 71 of Tottman's scale in the years 1989, 1991, 1992 and 1993

počet mšic na odnož ve fázi přechodu rostlin z kvetení do mléčné zralosti od 0,7 (odrůda Zdar, 1993) do 110 (odrůda Zdar, 1989) mšic na odnož (obr. 1).

Mšice *R. padi* se vyznačovala největšími rozdíly v nárocích na hostitele, které se projevíly jak při výběru odrůd, tak při rychlosti reprodukce na rostlinách. Kromě roku 1989, kdy průměrné počty mšic na rostlinách ve fázi 71 u preferované odrůdy Sparta přesahovaly 70 jedinců na odnož (odrůda Sparta – bílý sloupec, obr. 2), byl výskyt tohoto druhu mšice na pšenících nízký.

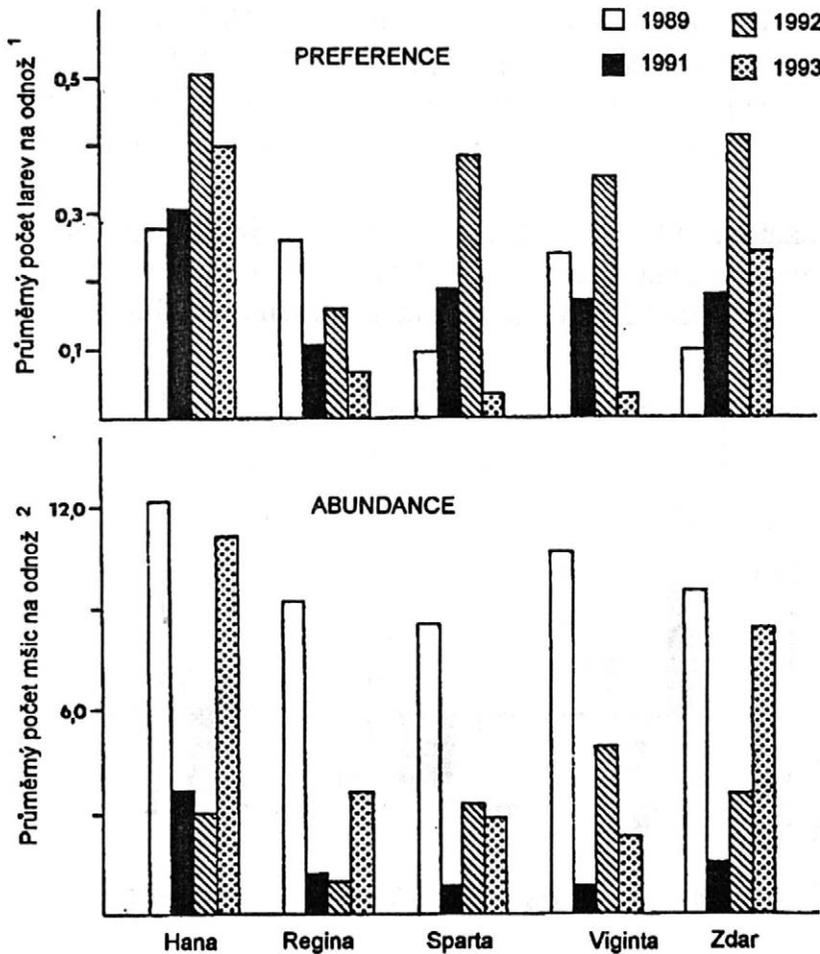


¹average number of larvae per tiller; ²average number of aphids per tiller in the years 1989 and 1992; ³average number of aphids per tiller in the years 1991 and 1993

2. Výběr (preference) odrůd pšenice ozimé mšiči *Rhopalosiphum padi* a hustota (abundance) mšic na rostlinách ve fázi 71 Tottmanovy stupnice v letech 1989, 1991, 1992 a 1993 – Preference of winter wheat cultivars by the aphid *Rhopalosiphum padi* and aphid abundance on the plants at stage 71 of Tottman's scale in the years 1989, 1991, 1992 and 1993

Zvlášt nízký výskyt *RP* v roce 1993 neumožnil získat údaje o rozdílech v preferenci a i v průběhu vegetace se tento druh mšice vyskytoval na rostlinách sporadicky.

S. avenae byla na pšenících přítomna každý rok, včetně roku 1990, který nebyl pro nízký výskyt ostatních druhů mšic uvažován. Průměrný počet larv na odnož nepoklesl u žádné z testovaných odrůd během opakování pokusů pod 0,05 (odrůdy Viginta a Sparta, 1993) a nepřesáhl hodnotu 0,5 (odrůda



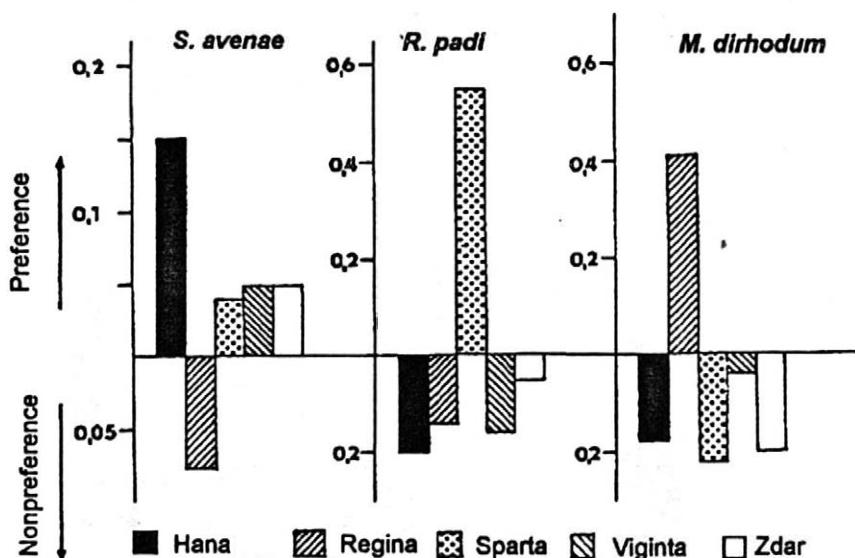
¹ average number of larvae per tiller; ² average number of aphids per tiller in the years 1989 and 1992

3. Výběr (preference) odrůd pšenice ozimé mšicí *Sitobion avenae* a hustota (abundance) mšic na rostlinách ve fázi 71 Tottmanovy stupnice v letech 1989, 1991, 1992 a 1993 – Preference of winter wheat cultivars by the aphid *Sitobion avenae* and aphid abundance on the plants at stage 71 of Tottman's scale in the years 1989, 1991, 1992 and 1993

Hana, 1992). Hustota mšic na rostlinách ve fázi 71 se pohybovala v průměru od jedné (odrůdy Sparta a Viginta, 1991) do dvanácti mšic (odrůda Hana, 1989) na odnož (obr. 3).

Výběr odrůd při migraci (preference) ovlivnil pozitivně stupeň napadení rostlin ve fázi 71 (abundance) (obr. 1 až 3). Nejvýrazněji se tento vztah projevil v roce 1989, kdy byla korelace mezi výběrem a napadením odrůd u všech druhů mšic statisticky významná (*SA* a *MD* $P < 0,05$, *RP* $P < 0,001$). Pro *SA* byl pozitivní vztah mezi preferencí odrůd a abundancí mšic na rostlinách statisticky významný ve všech čtyřech letech. U *RP* byla tato korelace statisticky vysoce významně potvrzena v roce 1992 ($P < 0,001$). Hodnoty získané u *MD* v letech 1991 a 1992 značně kolísaly, ale i při nízkém počtu mšic v roce 1993 byl vztah mezi těmito sledovanými údaji na hladině průkaznosti ($P < 0,1$).

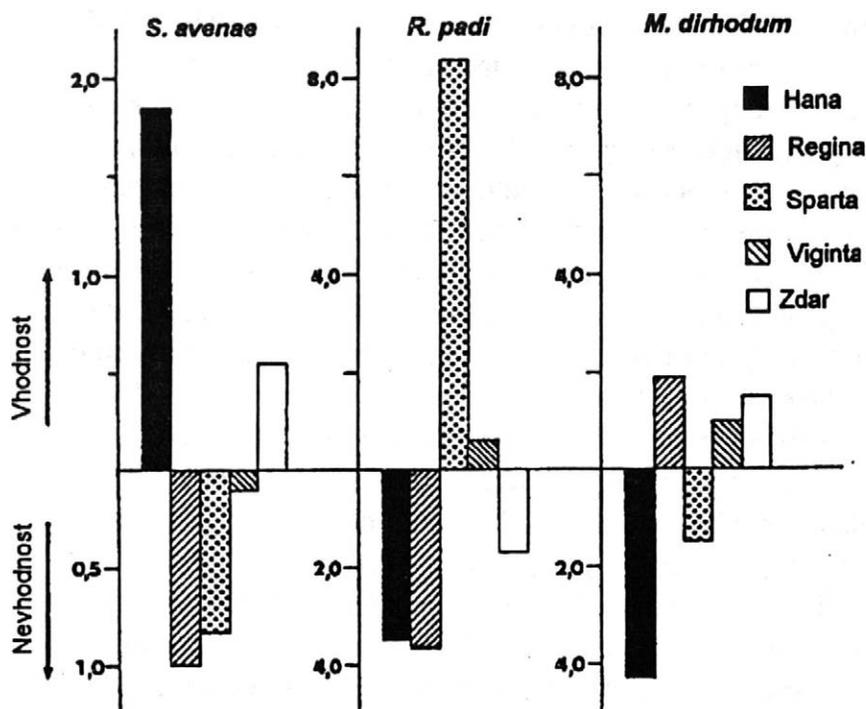
Porovnání odchylek v četnosti mšic (larev) na jednotlivých odrůdách od průměrného napadení všech odrůd v daném roce ukázalo rozdíly v polní rezistenci odrůd vůči mšicím, podmíněné především rozdílným výběrem od-



4. Rozdíly ve výběru (preference – nonpreference) odrůd pšenice ozimé Hana, Regina, Sparta, Viginta a Zdar mšicemi podle odchylek od průměrného počtu larev na odrůdách v jednotlivých letech. Průměrný počet larev na odnož ($n = 4$, osa y) - *S. avenae* = 0,22, *R. padi* = 0,34, *M. dirhodum* = 0,44 – Preference and nonpreference of winter wheat cultivars Hana, Regina, Sparta, Viginta, Zdar by the aphids according to deviations from the average number of larvae on the cultivars in the particular years. Average number of larvae per tiller ($n = 4$, y-axis) – *S. avenae* = 0.22, *R. padi* = 0.34, *M. dirhodum* = 0.44

růd při migraci (nonpreference, antixenóza). V období náletu mšic byly rostliny většinou ve fázi sloupkování až vymetání, s mírným vývojovým předstihem odrůd Hana a Sparta (v roce 1989 i odrůdy Viginta) vůči odrůdám Regina a Zdar. Podle sumárních výsledků ze čtyř pokusných let mšice *S. avenae* preferovala při výběru hostitele odrůdu Hana a opomíjela odrůdu Regina. *R. padi* dávala ve všech letech přednost odrůdě Sparta a *M. dirhodum* odrůdě Regina, zatímco odrůda Hana byla oběma druhy mšic opomíjena (obr. 4).

V souladu s preferencí byla na odrůdě Hana zaznamenána nejvyšší reprodukce mšic SA v průběhu vegetace rostlin, zatímco na nepreferované odrůdě Regina byla množivost tohoto druhu mšice relativně nízká (obr. 5). Podobně



5. Rozdíly v abundanci (vhodnost – nevhodnost) mšic na odrůdách pšenice ozimé Hana, Regina, Sparta, Viginta a Zdar podle odchylek od průměrné infestace odrůd v jednotlivých letech. Průměrný počet mšic na odnož ($n = 4$, osa y) - *S. avenae* 5,05, *R. padi* 15,3, *M. dirhodum* 30,7 (hodnoty z roku 1989 upraveny koeficientem 0,5) - Differences in aphid abundance (suitability - unsuitability) on winter wheat cultivars Hana, Regina, Sparta, Viginta, Zdar according to deviations from the average infestation of the cultivars in the particular years. Average number of aphids per tiller ($n = 4$, y-axis) - *S. avenae* = 5.05, *R. padi* = 15.3, *M. dirhodum* = 30.7 (the 1989 values adjusted with coefficient 0.5)

i *RP* se nejvíce množila na preferované odrůdě Sparta, a to s velkým rozdílem vůči všem zbývajícím odrůdám (obr. 5, střední sloupec). U mšice *MD* byly zaznamenány jak při výběru odrůd (obr. 4), tak v abundanci mšic na rostlinách ve fázi 71 (obr. 5) nejnižší odchylky od průměrných hodnot infestace. Nejvíce se mšice namnožily na preferované odrůdě Regina, zatímco odrůdy Sparta a především při výběru hostitele opomíjená odrůda Hana vykazaly vůči tomuto druhu mšice kromě antixenózy i mírnou hladinu antibiózy.

DISKUSE

Výsledky čtyřletého hodnocení polní rezistence pěti výkonných odrůd pšenice ozimé vůči mšicím *S. avenae*, *M. dirhodum* a *R. padi* potvrdily rozdílné požadavky jednotlivých druhů mšic na hostitele (Vereijken, 1979; Dixon, 1987). Porovnání údajů z jednotlivých let ukázalo kolísání v hustotě a zastoupení druhů mšic na testovaných odrůdách v průběhu opakování pokusů, se kterými je třeba při polním screeningu obilnin na rezistenci vůči mšicím počítat (Acreman, Dixon, 1986). Nejvyšší četnost mšic na pšenicích byla zjištěna v roce 1989, kdy se obilní mšice přemnožily nejen na pšenicích, ale i na planých travách rodu *Triticeae* (Holubec et al., 1993). V rozporu s výsledky předchozích let (Havličková, 1989) byla v roce 1991 a především v roce 1993 relativně nízká abundance *M. dirhodum*, ačkoliv tento druh mšice běžně představuje 60 až 80 % z celkového počtu mšic na pšenici (Honěk, 1991).

Při hodnocení rezistence odrůd pšenice vůči mšicím bylo statisticky prokázáno, že stupeň napadení odrůd v průběhu vegetace byl v přímé pozitivní korelaci s preferencí odrůd při migraci na pšenice. Obdobný výsledek byl zjištěn i v předchozích pokusech (Havličková, 1989, 1993). Opomíjení rostlin hmyzem při výběru hostitele, nonpreference, častěji nyní označována termínem antixenóza (Kogan, Ortman, 1978), je jedním ze tří hlavních mechanismů rezistence kulturních rostlin proti škůdcům (Painter, 1951). U obilních mšic hraje tento mechanismus rezistence zvláště významnou roli, protože na preferovaných odrůdách je častější výskyt virových onemocnění přenášených mšicemi než na odrůdách nepreferovaných (Kieckhefer et al., 1980).

Podle výsledků polního screeningu byly v testované kolekci pšenic podchyceny odrůdy více či méně vhodné pro jednotlivé druhy mšic. V souladu s dřívějšími výsledky (Havličková, 1989) byly nejvyšší meziodrůdové

rozdíly ve výběru a napadení rostlin zjištěny u *R. padi* a nejnižší u *M. dirhodum*. Vyšší preference odrůdy Hana mšicí *S. avenae* mohla souviset s mírným vývojovým předstihem této odrůdy vůči opomíjené odrůdě Regina, protože rozdíly ve vývoji rostlin mohou ovlivnit výběr hostitele mšicemi (Dedryver, Pietro, 1986) i hladinu rezistence obilnin vůči těmto škůdcům (Lowe, 1978).

Rozdíly ve stupni napadení testovaných pšenic mšicemi v průběhu vegetace ukázaly, že u některých odrůd je možné předpokládat účast nejen anti-xenózy, ale i antibiózy. Antibióza je v současné době nejvíce studovaným mechanismem rezistence obilnin vůči mšicím (Nicol et al., 1993). U vybraných pěti odrůd, i na modelovém souboru 13 odrůd pšenice (Havličková, 1989), se podílely na rozdílech v polní rezistenci vůči mšicím především rozdíly ve výběru hostitelů na počátku kolonizace rostlin. Jak bylo zjištěno (Basedow, 1987; Havličková, 1993), může se reprodukce mšic na odrůdách obilnin v nekrytých polních pokusech lišit od reprodukce v laboratoři či ve skleníku. Proto je nezbytné ověřit možný antibiální účinek méně napadených odrůd v polních pokusech umělou infestací rostlin v kontrolovaných skleníkových podmínkách.

Literatura

- ACREMAN, T. M. – DIXON, A. F. G.: The role of awns in the resistance of cereals to the grain aphid, *Sitobion avenae*. Ann. appl. Biol., 109, 1986: 375–381.
- BASEDOW, Th.: Screening oat varieties for cereal aphid resistance in the field and in the laboratory: a comparison of results. IOBC/WPRS Bull., X, 1987: 162–165.
- DEDRYVER, CH. A. – PIETRO, J. P. di: Biologie des pucerons des céréales dans l'Ouest de la France. IV. – Etude comparative des fluctuations au champ des populations de *Sitobion avenae* (F.), *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) et *Rhopalosiphum padi* (L.) sur différents cultivars de blé d'hiver. Agronomie, 6, 1986: 75–84.
- DIXON, A. F. G.: Cereal aphids as an applied problem. Agric. Zool. Rev., 2, 1987: 1–57.
- FRITZSCHE, R. – DECKER, H. – LEHMANN, W. – KARL, E. – GEIBLER, K.: Resistenz von Kulturpflanzen gegen tierische Schaderreger. Jena, G. Fritscher Verlag 1988: 356s.
- HAVLÍČKOVÁ, H.: Výběr odrůd pšenice ozimé mšicemi *Rhopalosiphum padi*, *Macrosiphum avenae* a *Metopolophium dirhodum* v polních podmínkách. Ochr. Rostl., 23, 1987: 285–291.

- HAVLÍČKOVÁ, H.: Rozdíly ve stupni napadení odrůd pšenice ozimé obilními mšicemi v polních podmínkách. Ochr. Rostl., 25, 1989: 53-58.
- HAVLÍČKOVÁ, H.: Level and nature of the resistance to the cereal aphid, *Sitobion avenae* (F.), in thirteen winter wheat cultivars. J. Agron. Crop Sci., 171, 1993: 133-137.
- HOLUBEC, V. - HAVLÍČKOVÁ, H. - HANUŠOVÁ, R. - KOSTKANOVÁ, E.: Evaluation of *Aegilops* for aphid infestation, rust and powdery mildew resistance and seed quality. In: DAMANIA, A. B. (Ed.): Biodiversity and Wheat Improvement. Chechester, ICARDA, J.Wiley-Sayce Public 1993: 375-384.
- HONĚK, A.: Environment stress, plant quality and abundance of cereal aphids (Hom., Aphididae) on winter wheat. J. app. Entomol., 112, 1991: 65-70.
- KIECKHEFER, R. W. - JEDLINSKI, H. - BROWN, C. M.: Host preferences and reproduction of four cereal aphids on 20 *Avena* selection. Crop Sci., 20, 1980: 400-402.
- KOGAN, M. - ORTMAN, E. E.: Antixenosis - a new term proposed to replace Painter's "non-preference" modality of resistance. Entomol. Soc. Am. Bull., 24, 1978: 175-176.
- LEE, G.: Field and laboratory assessments of antibiotic resistance to *Sitobion avenae* in ancient and modern winter wheats. Ann. appl. Biol., 102, 1983: 124-125.
- LOWE, H. J. B.: Detection of resistance to aphids in cereals. Ann. appl. Biol., 88, 1978: 401-406.
- LOWE, H. J. B.: The assessment of populations of the aphid *Sitobion avenae* in field trials. J. Agric. Sci., 102, 1984: 487-497.
- LESZCZYNSKI, B.: Winter wheat resistance to the grain aphid *Sitobion avenae* (Fabr.) (Homoptera, Aphididae). Insect. Sci. Applic., 8, 1987: 251-254.
- NICOL, D. - WRATTEN, S. D. - EATON, N. - COPAJA, S. V. - NIEMEYER, H. M.: Hydroxamic acid in wheat antibiosis, antixenosis and effects upon aphid susceptibility to an insecticides. Bull. OILB crop, 16, 1993: 130-140.
- PAINTER, R.H. : Insect resistance in crop plants. New York, Macmillan 1951: 520 s.
- TOTTMAN, D. R.: The decimal code for the growth stages of cereals, with illustration. Ann. appl. Biol., 110, 1987: 441-454.
- VEREIJKEN, P. H.: Feeding and multiplication of three cereal aphid species and their effect on yield of winter wheat. Agric. Res. Rep., 888, PUDOC, Wageningen, 1979: 58 pp.

Došlo 14. 4. 1994

H. Havlíčková (Research Institute of Crop Production,
Praha-Ruzyně, Czech Republic)

Field screening of five winter wheat cultivars on resistance to aphids

In 1989, 1991–1993, field resistance to cereal aphids of the winter wheat cultivars Hana, Regina, Sparta, Viginta and Zdar was evaluated. The year 1990 was omitted because of low occurrence of aphids on experimental plants. Two criteria were used to estimate the resistance: aphid preference for cultivars during the first aphid migration on wheat, and aphid abundance on plants at stage 71 of Tottman's scale. In all years, the cereal aphids *Metopolophium dirhodum* (Walk.), *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Sitobion avenae* (F.) infested the plants. Both proportions between the aphid species and their density varied among years and wheat cultivars. The highest infestation of plants by all aphid species was noted in 1989.

In all aphid species, especially in *S. avenae*, a positive correlation between aphid preference for cultivars (nonpreference, antixenosis) and aphid abundance on plants (antibiosis) was observed. According to the results of 4 years nonpreference (antixenosis) to *S. avenae* in the cultivar *Regina* and to *R. padi* and *M. dirhodum* in Hana may be supposed. It is desirable to verify under conditions that exclude the effect of host preference whether antibiosis plays a role in the relatively lower infestation of these cultivars.

winter wheat cultivars; *Metopolophium dirhodum*; *Sitobion avenae*; *Rhopalosiphum padi*; field resistance

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION
Slezská 7, 12056 Praha 2, Czech Republic
Fax: (0042 4) 257 090

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences and Slovak Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with summaries in English or in English with summaries in Czech or Slovak.

Subscription to these journals be sent to the above-mentioned address

Journal	Number of issues per year
Rostlinná výroba (Plant Production)	12
Živočišná výroba (Animal Production)	12
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12
Lesnictví (Forestry)	12
Veterinární medicína (Veterinary Medicine - Czech)	12
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4
Zahradnictví (Horticultural Science)	4

AKTUALITY

Šlechtění obilnin na rezistenci k chorobám v České republice*

Začátky šlechtění obilnin na odolnost k chorobám v České republice spadají do třicátých let, kdy se prof. Peklo (1932, 1942) zabýval šlechtěním pšenice na odolnost ke rzi plevové, i když při výběrech šlechtitelé věnovali pozornost i napadení rzí pšeničnou a rzí travní.

Po druhé světové válce dosáhli jako první pozoruhodných úspěchů ve šlechtění pšenice na odolnost ke rzím K. Zadražil ve spolupráci s P. Bartošem (Zadražil, Bartoš, 1964). Křížili odrůdy pšenice seté s *Triticum timopheevi* Zhuk. První odrůdu ječmene jarního Merkur s odolností k padlí travnímu podmíněnou genem *Mlg* vyšlechtil Fadrhons (1962).

Avšak teprve systematický výzkum fytopatologických a genetických základů pro šlechtění na odolnost, se kterým bylo v souvislosti s epidemickými výskyty padlí travního na ječmeni a rzi plevové na pšenici započato ve Výzkumném ústavu obilnářském v Kroměříži a ve Výzkumné ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni koncem padesátých let, vytváří podmínky pro efektivní šlechtění na rezistenci.

Výzkum rzi a padlí travního na pšenici, ječmeni a ovsu patří u nás k nejpropracovanějším z hlediska šlechtění na rezistenci, což se projevilo i v úspěších našich šlechtitelů.

Pozoruhodné jsou však i nedávné úspěchy našich šlechtitelů při tvorbě odrůd pšenice ozimé odolných ke stéblolamu.

Typy rezistence a jejich charakteristiky

Z hlediska dědičného založení hovoříme o rezistenci oligogenní (major genové) a polygenní (minor genové). Tomuto členění z hlediska epidemiologického většinou odpovídají Vanderplankovy výrazy rezistence vertikální (specifická) a rezistence horizontální (nespecifická) (Vanderplank, 1968).

Snad až na začátky je české rezistentní šlechtění obilnin ke rzím orientováno na major genovou rezistenci, příp. její kombinaci s polygenní odolností v dospělosti. V případě rzi má tento přístup plné opodstatnění.

* Předneseno na 3. zasedání šlechtitelů v Brně 17. 2. 1994.

Strategie genetické ochrany obilnin proti chorobám

Strategie šlechtění a pěstování odolných odrůd obilnin, jež byla formulována teprve nedávno, se projevila i v průběhu více než třiceti let našeho šlechtění obilnin.

Poznátky z genetické variability biotrofních patogenů (rzi a padlí) ukázaly, že ve většině případů monofaktoriální rezistence k těmto chorobám má relativně krátkou dobu účinnosti, i když pravděpodobně existují rozdíly mezi jednotlivými major geny a variabilitou patogenů.

Rezistence založená na několika major genech v jednom genotypu se v současné době považuje za jeden z nejprogresivnějších způsobů vyžití specifické rezistence, např. proti rzím. Multigenní odrůda, která je alternativou multiliniových odrůd, by měla obsahovat několik nových major genů. Ideální se ukazuje inkorporace tří genů. Aby taková rezistence byla patogenem překonána, musely by u něj v jedné buňce na třech nezávislých lokusech současně nastat tři homozygotně recesivní nebo dominantní mutace pro virulenci. Předpokládá se, že pěstování multigenních odrůd se širokým spektrem rezistence spolu s vhodným regionálním rozmístěním používaných genů podstatně prodlouží dobu účinnosti jednotlivých major genů.

Znalost genetické podstaty je základní podmínkou pro určení možnosti kombinace několika genů. Mnohočetné alely, jak je známe u ječmene k padlí, snižují možnosti vytvořit široce založenou rezistenci, protože geny patogena pro virulenci patrně nejsou alelické a mohou se tedy vytvářet kmeny patogena s širokým rozsahem virulence.

Úspěch široce založené specifické rezistence také spočívá v účasti jednotlivých genů v komplementárních nebo aditivních vztazích.

Při polygenní rezistenci šlechtíme na odolnost k nekrotrofům (fakultativním parazitům) *Septoria nodorum*, *Fusarium* spp., vůči kterým zatím neznáme major genovou rezistenci. Důležitá je však také polygenní rezistence k padlí, rzi plevové a rzi ovesné, příp. její kombinace se specifickou rezistencí.

Kombinace major genové a minor genové rezistence nabízí způsob, jak stabilizovat odolnost odrůdy proti důležitým chorobám, proti kterým nemáme dostatek major genů.

Oligogenní rezistenci inkorporujeme do odrůd s vysokou hladinou polygenní rezistence, což je možné pomocí zpětného křížení. Možný je i opačný postup.

U pšenice bylo dosaženo největších úspěchů ve šlechtění na polygenní rezistenci, příp. její kombinaci s rezistencí oligogenní proti rzi plevové. Odolnost v dospělosti mají zejména východoevropské odrůdy. Také proti rzi pšeničné vzhledem k její proměnlivosti a přezimování v urediální fázi se ukazuje perspektivní šlechtění na nespecifickou, polygenní rezistenci. Tento typ odolnosti byl např. zjištěn u odrůd Knox, Rusalka, Skorospělka 3b aj.

Kombinace hypersenzitivních typů specifické rezistence s odolností kvantitativní je základem úspěchu genetické ochrany proti padlí travnímu (slow mildewing) jak u pšenice, tak u ječmene a ovsa.

Zdá se, že multiliniové odrůdy sestávající z určitého počtu téměř izogenních linií (izolinií) a lišící se pouze svými major geny pro odolnost k určité chorobě již byly (alespoň v Evropě) překonány směsmi odrůd, příp. směsmi linií.

Zajímavé se ukazuje regionální rozmístění major genů rezistence v rámci evropského kontinentu, ale i na úrovni menších územních celků, příp. i jednotlivých farem, jak se to již delší dobu úspěšně praktikuje ve Velké Británii. To by však předpokládalo mít i u nás k dispozici vhodný sortiment pěstovaných odrůd s různými typy rezistence a každoroční informace o efektivnosti jednotlivých typů rezistence.

Pšenice

Pšenice se šlechtí na rezistenci k chorobám, proti kterým není účinné moření osiva, jako jsou např. rzi, ale i k řadě dalších chorob (padlí, choroby pat stébel, septoriózy, fuzariózy). Je-li odolnosti odrůdy překonána, je nutné vícenásobné ošetření, případně použití speciálních přípravků.

Rez travní. U rzi travní (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) do roku 1972 převládaly rasy 21 a 14, později rasy 11, 34 a další s virulencí ke genu *Sr 5*. Tento gen mají odrůdy Jubilejná, Iljičovka, Solaris, Juna a Viginta. V současné době je nejrozšířenějším genem ke rzi travní *Sr 31*, odvozený od žita. Poprvé by gen *Sr 31* přenesen do odrůdy Solaris (1976 až 1987). V roce 1987 měla v Československu gen *Sr 31* již jedna třetina povolených odrůd (Agra, Danubia, Roxana, Sabina, Selekt, Solaris). Odrůdy Hana, Hela, Mara, Slavia a Vala mají gen *Sr 29* pro střední odolnost ke rzi travní.

Perspektivní se ukazuje využití genu *Sr 11*, který mají naše odrůdy pšenice ozimé Iris a Ilona a pšenice jarní Sylva. Začíná se využívat rezistence z *Triticum monococcum* a *T. timopheevi* (Bartoš, 1991).

Poměrně dlouhodobou účinnost genu *Sr 31* si lze vysvětlit cizím původem inokula *P. graminis* f. sp. *tritici* z jihovýchodní Evropy a snad až z východní Afriky nebo Malé Asie, kde se gen *Sr 31* asi využívá zatím jen málo. Nicméně kombinace tohoto genu s některým z dalších genů (typů) rezistence, např. s genem rezistence *Sr 11*, jak je tomu v odrůdě Iris, by byla velmi vhodná.

Rez plevová. Všechny naše odrůdy pšenice jsou ke rzi plevové (*P. striiformis*) v dospělosti odolné nebo středně odolné. Jejich odolnost je podmíněna major i minor geny. Z major genů se nejčastěji vyskytuje gen *Yr 9*, odvozený od žita. Je třeba dbát

na komplexní založení rezistence ke rzi plevové, protože ta se u nás uchovává v urediální fázi a stále hrozí nebezpečí namnožení virulentní rasy, např. ke genu *Yr 9*.

Rez pšeničná. Podobně jako rez plevová, přezimuje rez pšeničná (*P. persistens* var. *tritricina*) v urediální fázi. Je velmi variabilní. Gen rezistence *Lr 26* ze žita, obsažený v řadě našich odrůd, byl již překován. Z dalších *Lr* genů je pro šlechtění ve střední Evropě vhodný gen *Lr 9* z *Aegilops umbellulata*, *Lr 19* z *Agropyron elongatum* a gen z *T. monococcum*. Je však třeba se orientovat, podobně jako u rzi plevové, na minor genovou rezistenci, kterou mají odrůdy Rusalka, Skorospělka 3b, Knox a Viginta (Bartoš, 1991). Snad by bylo vhodné hodnotit novošlechtění pšenice i na toleranci ke rzi pšeničné (Bartoš, Stuchlíková, 1990; Bartoš et al., 1990).

Padlí travní (*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) patří u nás nyní k nejrozšířenějším houbovým chorobám pšenice. Je to velmi variabilní patogen.

Jak zjistila Hanušová (1992), z třiceti českých a slovenských odrůd pšenice ozimé polovina obsahuje známé major geny rezistence (*Pm 2*, *Pm 4b*, *Pm 6*, *Pm 8*). Tyto geny jsou však již překonávány. V polních pokusech byly nejodolnější odrůdy Soldur, Agra (*Pm 2*, *Pm 6*), Ilona, Torysa (*Pm 2*, *Pm 6*), Viginta a Blava. Z hlediska rezistence k padlí se ukazují zajímavá novošlechtění pšenice SO 2392, SO 8561, UH 139 a SK 8090. Perspektivně se počítá s využitím rezistence rodu *Aegilops*, zejména *Ae. speltoides* (Hanušová, 1992; Hanušová, Bartoš, 1993). Zajímavým se také ukazuje využití hexaploidních derivátů odrůdy Soldur (*T. durum*) odolných k padlí. Významné je využití odolnosti v dospělosti. Metoda plochy pod křivkou rozvoje choroby (ADPC) se ukázala jako vhodná pro stanovení tohoto typu odolnosti (Formanová, 1992).

Braničnatka plevová, fuzariózy klasu. Bylo započato s rozpracováváním patologicko-genetických základů pro šlechtění. Šlechtí se na minor genovou rezistenci nebo toleranci. Za tolerantní se považuje anglická odrůda M. Huntsman. Odrůdy Zdar a Hana jsou k braničnatce poměrně nejodolnější (Tvarůžek, 1993).

Stéblolam. Středně odolné ke stéblolamu (*Pseudocercospora herpotrichoides*) jsou odrůdy Zdar, Sabina a Selekt (rezistence z Cappelle Desprez) a odrůda Regina. Intenzivně se pracuje na využití vyšší rezistence z *Ae. ventricosa* (VPM 1, Roazon, Rendezvous) (Šebesta et al., 1987, 1991a, b).

Pro identifikaci rezistence z *Ae. ventricosa* byl navržen biochemický test (McMillin et al., 1986), založený na vazbě mezi izozymovým lokusem pro endopeptidázu a genem pro rezistenci ke stéblolamu na chromozomu 7DL. Zdá se však, že vybrané linie by měly být porovnávány i v patologickém testu, který umožňuje stanovit podíl minor genové rezistence (Šebesta et al., 1989).

***Rhizoctonia cerealis*.** Šlechtění na odolnost k *Rh. cerealis* se zdá být proveditelné. Odolnost ke kořenomorce byla zjištěna u odrůd Rapier a Hustler (Scott et al., 1987).

***Gaeumannomyces graminis*.** Nejsou známy zdroje vysoké, reprodukovatelné rezistence pšenice k černání kořenů a pat stébel. Předpokládá se, že problém by mohl být řešitelný při využití potenciálních zdrojů rezistence rodů *Secale*, *Agropyron*, *Aegilops*, *Hordeum* a zejména rodu *Avena* a přenosu genů pomocí molekulárních technik. Zjistilo se, že rezistenci ke *G. graminis* propůjčují avenaciny, jež jsou podmíněny několika aditivními geny (Scott et al., 1989).

Ječmen

Padlí travní. Podobně jako na pšenici je *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* velmi variabilní i na ječmeni.

O rozpracování základů pro šlechtění ječmene na odolnost k padlí, transfer genů do relevantních materiálů a tvorbu řady odrůd se velmi zasloužil F. Brückner. V roce 1964 byla povolena první odrůda ječmene Merkur s genem odolnosti k padlí *Mlg*. Do konce roku 1992 bylo povoleno 43 odrůd ječmene jarního, z toho je čtyři bez odolnosti k padlí, šest odrůd s genem *Mlg*, 25 odrůd s jedním jiným genem a osm odrůd s rezistencí podmíněnou dvěma geny. V letech 1976 až 1985 byly povoleny odrůdy se sedmi novými geny rezistence k padlí: první dvouliniová odrůda Rubín s geny *Mla1* a *Mla7*, první odrůda s kombinací odolnosti k padlí a rzi ječné (Karát) a první odrůda s kombinací rezistence k padlí, rzi ječné a hnědé skvrnitosti (Zenit). Jak uvádí Dreiseitl (1993a, b), od roku 1980 nebyla u nás pěstována žádná odrůda bez rezistence k padlí. Alelu *Ml a13* má osm odrůd (Safir, Korál, Krystal, Karát, Bonus, Zenit, Perun, Novum), alelu *Ml a6* mají tři odrůdy (Jaspis, Orbit, Profit) (Brückner, 1984; Dreiseitl, 1989).

Monofaktoriálně založené rezistence jsou poměrně rychle překonávány. Škoda, že odrůda Forum s nespécifickou rezistencí k padlí čekala na povolení až do roku 1993, i když byla hotova již před 10 až 15 lety (Brückner, 1993a).

Rez ječná. Gen *Pa 3* pro specifickou rezistenci ke rzi ječné (*P. hordei*), inkorporovaný do odrůd Karát, Zenit a Perun, byl poměrně rychle překonán. Zdá se, že bude vhodné kombinovat účinné geny *Pa* s minor geny. Zkušenosti s odolností odrůdy Cebada Capa zatím nejsou dobré. Vhodná se ukazuje orientace na kvantitativní rezistenci odrůdy Vada.

Hnědá skvrnitost. Šíření a škodlivost houby *Pyrenophora teres* je na postupu. K poznání genetické variability populací *P. teres* v různých regionech České republiky a zjištění potenciálních zdrojů rezistence významně přispěla Minaříková

(1993). Z domácích odrůd ječmene je odolná odrůda Kredit, ve které je ve vazbě s genem rezistence k padlí *Ml-(1192)*, a také odrůda Zenit. Jak uvádí Brückner (1993b), je perspektivní orientace na částečnou, střední odolnost.

Rhynchosporiová skvrnitost. Byl vyšlechtěn kmen odolný k *Rhynchosporium secalis*, který obsahuje gen rezistence *Rh 4* a gen *Mlo* pro odolnost k padlí.

Oves

Z chorob ovsa kontrolovatelných geneticky zasluhují zmínku padlí, rez ovesná a rez travní. V posledních letech jsou na postupu hnědá skvrnitost, braničnatka ovesná a z viróz žlutá zakrslost ječmene (BYDV).

Padlí travní. Ve šlechtění ovsa na odolnost k padlí se u nás hojně využíval gen *Eg 3*. Zatím nepřekonaný je gen *Eg 4* z *A. barbata*. Pozornost šlechtitelů ovsa se soustřeďuje na rezistenci linie Pc 54 (Šebesta et al., 1993) a hexaploidní deriváty diploidu *A. pilosa* (APR 122, APR 166), transgresivní linie OM 1387 a OM 1621 a odrůdu Melys, která je také tolerantní k BYDV.

Rez ovesná. Ke rzi ovesné (*P. coronata* f. sp. *avenae*) jsou u nás, ale i v jiných evropských zemích velmi účinné geny z *A. sterilis* Pc 39, Pc 50-2, Pc 54-1, Pc 55, Pc 58, Pc 59 a Pc 68 (Šebesta et al., 1991b). Široce se šlechtitelsky využívá i multigenní rezistence odrůdy Garland.

Rez travní. Ke rzi travní (*P. graminis* f. sp. *avenae*) je nejen u nás, ale i v jiných zemích Evropy velmi účinná kombinace major genů *Pg 4* a *Pg 9* a dále major geny *Pg 13*, *Pg 15*, *Pg 16* a genový komplex *Pg a*. Odolnost ke rzi travní, ale i ke rzi ovesné obsahuje celá řada našich pokročilých materiálů.

Hnědá skvrnitost (*Pyrenophora avenae*) se v posledních letech u nás vyskytuje poměrně často a ve vyšší intenzitě. Naše odrůdy Zlatáček a Adam a nšl. KR 8122 a KR 9046 byly k ruzyňské populaci *P. avenae* odolné.

Braničnatka ovesná. K *Leptosphaeria avenaria* f. sp. *avenaria* se se šlechtěním na rezistenci ještě nezačalo. Avšak jak ukazují výsledky ze sousedních států (Šebesta et al., 1993), jde o chorobu významnou. Některé ovsy odolné ke rzím a padlí byly i méně napadeny braničnatkou.

Žlutá zakrslost ječmene. Tato viróza se stává i v Evropě prvořadou chorobou. Jsou dostupné zdroje rezistence (tolerance) ke žluté zakrslosti s rezistencí ke rzím. Začíná se se šlechtěním na odolnost.

Žito

U žita je významná zejména plíseň sněžná (*Fusarium nivale*). Známé jsou i silné výskyty rzi travní (*P. graminis* f. sp. *secalis*) a rzi žitné (*Puccinia dispersa*) a padlí

(*E. graminis* f. sp. *secalis*). Jsou známy odrůdy odolnější k těmto chorobám. K plísni sněžné byly odolnější odrůdy Bučanské, Floriánka aj. Šlechtění na rezistenci komplikuje cizosprašnost žita.

Kukuřice

Šlechtění kukuřice se orientuje zejména na odolnost k hnilobám (*Fusarium graminearum*, *F. moniliforme*) a sněti kukuřičné (*Ustilago maydis*). Odolnost k těmto chorobám je založena polygenně.

Závěry

1. Šlechtění a pěstování odrůd obilnin rezistentních k chorobám je základem jejich vysoce ekonomické a ekologické ochrany a zdraví člověka a zvířat, Odolnost odrůdy k chorobám je základem organického pěstování obilnin.
2. Ve šlechtění obilnin na rezistenci k chorobám bylo v České republice v minulých několika desetiletích dosaženo mnoho úspěchů. Dlouhodobého účinku rezistence k biotrofům (rzím, padlí) lze dosáhnout kombinací několika major genů, příp. kombinací major genů a minor genů detekovaných v dospělosti.
3. Nejvyšší efektivity ve šlechtění na rezistenci je možné dosáhnout úzkou spoluprací výzkumníků se šlechtiteli a předáváním relevantních donorů rezistence a patotypů patogena pro detekci genů (typů) rezistence šlechtitelům v průběhu šlechtění.
4. Z důvodů jak dlouhodobého účinku rezistence v našich podmínkách, tak možnosti prodeje nových odrůd do zahraničí je třeba efektivnost doporučovaných nových genů (typů) rezistence proti listovým mykózám hodnotit v evropském měřítku. Monitoring rozšíření populací listových patogenů, jejich virulence a agresivity v Evropě by měl být základem.
5. Zatímco proti rzím se většinou úspěšně využívá major genové rezistence, zejména při tvorbě odrůd s multigenní rezistencí, příp. komplexní odolnosti v dospělosti, proti padlí je nutná kombinace specifické rezistence s rezistencí nespecifickou.
6. Při šlechtění pšenice na rezistenci ke stéblolamu při použití odolnosti *Ae. ventricosa* (VPM 1, Roazon, Rendezvous) je vhodné kombinovat biochemický, endopeptidázový test s následným testem patologickým, jenž umožňuje stanovit hladinu kvantitativní rezistence.

7. Základem efektivního šlechtění obilnin na kvantitativní rezistenci, příp. toleranci k nekrotrofům (*Fusarium* spp., *Septoria nodorum*, *Pyrenophora teres*, *Pyrenophora avenae*) je regionální analýza agresivity patogena.
8. Předpokládá se, že problematiku rezistence obilnin k některým nekrotrofům (*Gaeumannomyces graminis*) bude možné řešit užitím molekulárních technik pro přenos rezistence z jiných rodů (*Avena*, *Secale*, *Hordeum*).
9. S ohledem na situaci v sousedních zemích, ale i na ekonomiku pěstování obilnin u nás navrhuje zdůraznit v seznamu doporučovaných odrůd rezistenci odrůdy k chorobám.

L i t e r a t u r a

- BARTOŠ, P.: Odolnost zemědělských rostlin k chorobám. Praha, VŠZ 1991: 119 s.
- BARTOŠ, P. – STUHLÍKOVÁ, E.: Genetika rezistence odrůd pšenice ozimé Hana, Mara, Odra, Košútka, Viginta a Zdar ke rzi travní a rzi pšeničné. Genet. a Šlecht., 26, 1990: 109–118.
- BARTOŠ, P. – STUHLÍKOVÁ, E. – NEUHÄUSLOVÁ, Z.: Genetika rezistence československých odrůd pšenice s translokací 1B/1R ke rzi travní (*Puccinia graminis* Pers., subsp. *graminis*). Genet. a Šlecht., 26, 1990: 23–30.
- BRÜCKNER, F.: Genetické základy a metody šlechtění ječmene na rezistenci k padlí travnímu. Stud. Inform. ÚVTIZ, Ochr. Rostl., 1984.
- BRÜCKNER, F.: Vyšlechtění odrůdy sladovnického ječmene nového morfotypu Forum. Genet. a Šlecht., 29, 1993a: 199–203.
- BRÜCKNER, F.: Jaké jsou možnosti efektivního šlechtění jarního ječmene. Obilnářské listy (ZVÚ Kroměříž), 2, 1993b: 3–4.
- DREISEITL, A.: Rezistence československých odrůd jarního ječmene k padlí travnímu. Genet. a Šlecht., 25, 1989: 57–64.
- DREISEITL, A.: Analysis of breeding Czechoslovak barley varieties for resistance to fungal diseases particularly powdery mildew. Poľnohospodárstvo, 39, 1993: 467 až 475.
- DREISEITL, A.: Analýza pěstování československých odrůd jarního ječmene odolných k padlí travnímu. Rostl. Výr., 39, 1993: 337–344.
- FADRHONS, J.: Šlechtění ječmene na odolnost vůči padlí *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei* Marchal. Rostl. Výr., 8, 1962: 1137–1150.
- FORMANOVÁ, M.: Fytopatologické základy šlechtění pšenice na odolnost k padlí travnímu v dospělosti. [Kandidátská disertace.] Praha-Ruzyně 1992. 132 s. – Výzkumný ústav rostlinné výroby.

- FORMANOVÁ, M. – ŠEBESTA, J.: Problems of identification of adult plant resistance to powdery mildew in winter wheat. Proc. Eighth Europ. and Mediter. Cer. Rusts and Mildews Conf., September 8-11, 1992: 305–307.
- HANUŠOVÁ, R.: Specifická odolnost pšenice k padlí travnímu (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Marchal) – Studium genů rezistence. [Kandidátská disertace.] Praha-Ruzyně, 1992. 140 s. – Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- HANUŠOVÁ, R. – BARTOŠ, P.: Odolnost slovenských odrůd a novošlechtění pšenice ozimé k padlí travnímu (*Erysiphe graminis* DC. f.sp. *tritici* Marchal). Genet. a Šlecht., 29, 1993: 279–288.
- McMILLIN, D. E. – ALLAN, R. E. – ROBERTS, D. E.: Association of an isozyme locus and strawbreaker foot rot resistance derived from *Aegilops ventricosa* in wheat. Theor. appl. Genet., 72, 1986: 743–747.
- MINAŘÍKOVÁ, V.: The study of *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs. population on the territory of the Czech republic. Ochr. Rostl., 29, 1993: 169–177.
- SCOTT, P. R. – HOLLINS, T. H. – SUMMER, R. W.: Breeding for resistance to two soil-borne diseases of cereals. Proc. XII Congr. EUCARPIA. Göttingen, Germany, February 27 – March 4, 1989: 217–230.
- ŠEBESTA, J.: Moderní metody boje proti obilním rzím. Stud. Inform. ÚVTI, Ochr. Rostl., 1975: 134.
- ŠEBESTA, J. – JONES, I. T. – KUMMER, M. – ZWATZ, B.: Virulence padlí travního na ovsu v Evropě, efektivnost donorů rezistence a strategie šlechtění na odolnost. Ochr. Rostl., 23, 1987: 103–116.
- ŠEBESTA, J. – KUMMER, M. – RODERICK, H. W. – HOPPE, H. D. – ČERVENKA, J. – SWIERCZEWSKI, A. – MÜLLER, K.: Šlechtění ovsa na rezistenci ke rzím a padlí travnímu ve střední Evropě. Ochr. Rostl., 27, 1991a: 229–238.
- ŠEBESTA, J. – SYCHROVÁ, E. – FORMANOVÁ, M.: Může vazba isozymového lokusu a rezistence pšenice ke stéblolamu z *Aegilops ventricosa* zcela nahradit patologickou detekci této odolnosti. Patol. fyziologie rostlin. Bratislava, ÚEBE SAV, 1988 (1989): 243–249.
- ŠEBESTA, J. – ZWATZ, B. – STOJANOVIC, S. – KUMMER, M. – HOPPE, H. D. – RODERICK, H. W.: Rust and mildew resistance of oats in central and south-eastern Europe in 1993–1988. Cereal Rusts and Powdery Mildew Bull., 19, 1991b: 9–16.
- ŠEBESTA, J. – RODERICK, H. W. – CHONG, J. – HARDER, D. E.: The oat line Pc 54 as a source of resistance to crown rust, stem rust and powdery mildew in Europe. Euphytica, 71, 1993: 91–97.
- TVARŮŽEK, L.: The research of glume blotch (*Septoria nodorum* Berg.) and Fusarium head blight (*Fusarium* spp.) in Cereal Research Institute Kroměříž. Pořnohospodárstvo, 39, 1993: 713–719.

Breeding cereals for disease resistance in the Czech Republic

In the Czech Republic cereals have been systematically bred for disease resistance since the early sixties. There is a close long-term lasting cooperation between plant breeders and researchers.

Plant pathologic and genetic fundamentals for resistance of wheat and oats to rusts and mildew have been investigated in the Research Institute of Crop Production in Prague-Ruzyně, those for resistance of barley to mildew and dwarf rust in the Research Institute for Cereals in Kroměříž. Recently, research fundamentals for resistance breeding of wheat to eyespot, glume blotch (*Septoria nodorum*), fusarium diseases, foot and root rot and head blight and barley to net blotch (*Pyrenophora teres*) have been started in the above-mentioned Institutes, respectively.

In wheat stem rust resistance the rye gene *Sr 31* has been the most distributed one and still effective. Prospective is supposed the resistance conferred by *Sr 11* and those derived from *Triticum monococcum* and *T. timopheevi*. All the Czech wheat cultivars possess adult plant resistance to yellow rust. In relation to wheat leaf rust the genes *Lr 9*, *Lr 19* and that from *T. monococcum* are supposed to be of importance in central Europe. A half of the Czech and Slovak wheat cultivars possess known *Pm*-genes (*Pm 2*, *Pm 4b*, *Pm 6*, *Pm 8*). It is relied on the resistance to mildew derived from *Aegilops* (*Ae. speltoides*), *Triticum durum* and adult plant resistance. Cvs. Zdar and Hana possess a certain level of resistance to glume blotch, cvs. Zdar, Sabina, Selektá and Regina are moderately resistant to eyespot. However, currently, the eyespot resistance of *Aegilops ventricosa* has been widely used in breeding programmes. By 1992, thirty-nine cultivars of spring barley resistant to mildew had been licensed in the former Czechoslovakia eight of them possessing two genes. In 1993 the spring barley cv. Forum with non-specific resistance to mildew (*ml-o* gene) was licensed.

In oat resistance breeding the genes *Eg-3* and *Eg-4* and the types of adult plant resistance (*Pc 54*, *APR 122*, *APR 166*, *OM 1387* and *OM 1621*) have been used. In relation to crown rust resistance the *Avena sterilis* genes *Pc 39*, *Pc 50-2*, *Pc 54-1*, *Pc 55*, *Pc 58*, *Pc 59* and *Pc 68* have been highly effective against European populations of *Puccinia coronata* f. sp. *avenae*. In addition, the genes of the cv. Garland, widely used in breeding programmes, still remain very effective. In relation to stem rust resistance the genes *Pg 4 + Pg 9*, *Pg 13*, *Pg 15*, *Pg 16* and the complex of three recessive genes *Pg a* were indicated to be very effective against European populations of *P. graminis* s.sp. *avenae*.

The importance of close cooperation of plant breeders and researchers and the monitoring of the distribution, virulence and aggressiveness of cereal pathogens for successful breeding is emphasized.

ŽIVOTNÍ JUBILEA

Šedesátiny ing. Pavla Lásky, CSc.

Dne 13. 1. 1994 se dožije 60 let jeden z našich předních vědeckých pracovníků v oboru ochrany rostlin – ing. Pavel Lásky, CSc.

Narodil se v Turnově v rodině právníka jako druhý ze sedmi dětí. Později se rodina přestěhovala do Prahy, kde studoval na akademickém gymnáziu (maturoval v roce 1952). Již v době středoškolského studia se zabýval problematikou hmyzu a stal se členem entomologické společnosti. Po maturitě studoval na Agronomické fakultě Vysoké školy zemědělské v Praze. Od třetího ročníku se specializoval na ochranu rostlin. Nad předepsaný rozsah studijních disciplín se začal zabývat přirozenými nepřáteli mšic nejprve v rámci tehdejších studentských vědeckých kroužků (SVK), potom v rámci diplomové práce. Později pracoval v radě SVK a jako pomocná vědecká síla na Katedře ochrany rostlin. Vysokoškolské studium ukončil v červenci roku 1957 obhájením diplomové práce Přirození nepřátelé některých druhů mšic (s podrobnějším zpracováním larev pestřenek), z které jasně vyplývaly předpoklady autora pro výzkumnou a vědeckou práci. Než se však k této činnosti dostal, musel nastoupit na základě umístěnky na Strojní a traktorovou stanici v Nové Pace jako rostlinolékař. Tam pracoval tři roky, během nichž se mu podařilo dosáhnout podstatného zintenzivnění ochrany rostlin v okrese a dostat se přes nepříznivé terénní podmínky na první místo v ošetření ovocných stromů v kraji. I když činnost v zaměstnání byla velmi náročná, nepřestal ve studiu přirozených nepřátel mšic, hlavně pestřenek, o nichž již v té době uveřejnil několik prací.

Touha pracovat především na úseku výzkumu byla naplněna 1. února 1961, kdy byl ing. Lásky přijat do Výzkumného ústavu zelinářského v Olomouci. Rozsah jeho činnosti byl široký. Začal se zabývat řešením ochrany mrkve před škůdci (především pochmurnatkou mrkvovou způsobující červivění kořenů a merulí mrkvovou způsobující kadeření listů). Nesledoval jen biologickou účinnost insekticidních přípravků, ale i jejich vliv na kvalitu kořenů z hlediska reziduí. Pro zjišťování reziduí vypracoval velmi citlivou biologickou metodu, která se později používala i v zahraničí. Jeho zásluhou nedošlo k ukvapenému povolení některých insekticidů nebezpečných z hlediska reziduí (dieldrin, aldrin), které se začaly používat i v některých vyspělých státech. Zvláště důkladně zpracoval biologii merule mrkvové, která se stala předmětem jeho kandidátské disertační práce, kterou obhájil v roce 1968. V dalších letech řešil problematiku ochrany košťálovin před mšicí zelnou, ochranu hlavních druhů

zeleniny před mšicemi, ochranu sazečkových a semenných porostů košťálovin před škůdci, ochranu kultur v chráněných prostorách před škůdci aj. Úkoly řešil komplexně z hlediska integrované ochrany rostlin (biologická účinnost přípravků na škůdce, vliv přípravků na přirozené nepřátele škůdců, možnosti biologického boje proti škůdcům) a v mnoha případech i z hlediska reziduí pesticidů a doby jejich trvání ve výpěstcích. Jako první zjistil neškodnost Pirimoru (přípravku proti mšicím) pro slunéčko sedmitečné, což je velmi důležité z hlediska integrované ochrany kultur proti mšicím. Mimo práci na stanovených úkolech měl mimořádnou zálibu ve studiu systematiky i biologie pestřenek (*Syrphidae*). Na tomto úseku úzce spolupracuje s prof. ing. Jindrou Duškem, DrSc. V pokusech zjistil, že larvy pestřenek se až 89 % podílely na vyhubení mšic přirozenými nepřáтели. Výsledky prací zveřejnil v 80 vědeckých sděleních (z toho je 30 o pestřenkách) a 66 článkách v odborných časopisech.

Ze stručného přehledu vyplývá velký rozsah práce, kterou mohl vykonat jen člověk s vysokým stupněm intelektu. Avšak jen intelekt nedělá osobnost. Velikost osobnosti je dána především charakterem. V tomto směru jsem přesvědčen, že všichni, kdo ing. Pavla Lásku, CSc., znají a s ním spolupracovali, poznali jeho ryzí charakter. Proto mu přejeme hodně zdraví a úspěchů v další práci.

Ing. Antonín Janýška, CSc.

ERWINIA AMYLOVORA (BURRILL) WINSLOW, BROADHURST,
BUCHANAN, KRUMWIEDE, ROGERS et SMITH, 1920

Synonyma: *Micrococcus amylovorus* Burrill 1882; *Bacillus amylovorum* (Burrill) Chester 1897; *Erwinia amylovora* f. sp. *rubi* Starr, Cardona et Folsom 1951

Spála růžovitých rostlin

Národní názvy: anglicky – Fireblight; německy – Feuerbrand des Kernobstes; francouzsky – feu bactérien; ruský – ožor bakteriálnyj semečkových porod americkanskij; španělsky – fuego bacteriano



1. Příznaky na hlohu v době květu



2. Příznaky na listech a letorostech hlohu

Hostitelé: 146 druhů z rodů čeledi růžovitých, podčeledi jabloňovitých. Hlavní hostitelé jsou druhy rodů *Pyrus*, *Malus*, *Cydonia*, *Eriobotrys*, *Crateagus*, *Cotoneaster*, *Sorbus*, *Pyracantha*, *Chaenomeles*, *Mespilus*, *Amelanchier*, *Stranvaesia*.

V ČR dosud zjištěna na *Pyrus*, *Malus*, *Cydonia*, *Crateagus*, *Cotoneaster*, *Pyracantha*, *Chaenomeles*.

Geografické rozšíření: Severní Amerika, Bermudy, Mexiko, Guatemala, Nový Zéland, Asie - Arménie, Egypt, Izrael, Jordánsko, Kypr, Libanon, Turecko, Evropa - Belgie, Bulharsko, Česká republika, Dánsko, Francie, Itálie, Irsko, bývalá Jugoslávie, Lucembursko, Německo, Nizozemsko, Norsko, Polsko, Řecko, Švédsko, Švýcarsko, Velká Británie.

V ČR poprvé zjištěn v Praze v roce 1986. Nyní jsou známa ohniska výskytu ve většině českých krajů, hojněji ve středních a západních Čechách.

Epidemiologie: Rozvoj patogena je závislý na vnějších podmínkách. Teplé a vlhké počasí s častými dešťovými srážkami podporuje rozvoj choroby, chladné a slunečné počasí jej zpomaluje a velmi suché zcela zastavuje. Riziko výskytu spály je největší, když teploty převyšují 18 °C (v rozmezí 18 °C a 28 - 33 °C) a prší. Patogen přezimuje

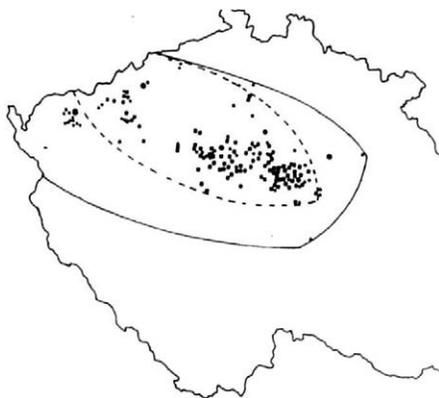
v korových pletivech na okrajích nekrotických lézí na větvích nebo kmenu. Nejčastějším místem pronikání patogena jsou květy, listy a nezdřevnatělé letorosty.

Způsob zavlékání: Na vzdálenost do 100 m se spálové bakterie přemísťují atmosférickou vodou, hmyzem, roztoči a pavouky, na vzdálenosti 100 až 5000 m opylujícím hmyzem a nad 5000 m ptactvem, vzdušnými proudy, rouby, řízky a plody.

Hospodářský význam: Spála je jednou z nejdestruktivnějších chorob rostlin. Postižené rostliny mají snížený výnos a životnost. Stromy předčasně odumírají a výsadby řídnu.

Determinace: *Symptomy:* Infikované květy vodnatí, pak vadnou, sesychají a hnědnou až černají. Listy v několika hodinách náhle hnědnou až černají a svinují se. Letorosty vodnatí, později se zbarvují hnědočerně, usychají a srašňují se, vrcholy vadnou a hákovitě se ohýbají. Korová pletiva výhonů vodnatí, nekrotizují a zbarvují se červenohnědě. Na plodech se v místě infekce vytváří vodnatá skvrna, později hnědne až černá. Specifickým příznakem je tvorba bakteriálního slizu na povrchu napadených orgánů v podobě lepkavých, bělavých a později hnědnoucích a tuhoucích kapek, povlaků nebo jemných vláknitých útvarů. *Diagnostika:* Identifikaci původce spály předchází izolace bakterií z napadených nebo kontaminovaných pletiv a získání čisté kultury. Na živých médiích tvoří *Erwinia amylovora* bílé vypouklé kolonie. Za nepřístupu vzdušného kyslíku zkvašuje během 24 až 48 hodin glukózu. Je gramnegativní, oxidáza-negativní a kataláza-pozitivní. Nejrychlejší determinací je aglutinační test a test patogenity na nezralých plodech hrušní.

Areál rozšíření původce spály v České republice (stav v roce 1992)



SYNCHYTRIUM ENDOBIOTICUM (SCHILBERSKY) PERCIVAL

Rakovina brambor

Národní názvy: anglicky – Potato wart disease; německy – Kartoffelkrebs; francouzsky – Gale (noire) verruqueuse de la pomme de terre; španělsky – sarna verrugosa de la potata



1. Nádory na bramborách



2. Trvalé zoosporangium

Hostitelé: kulturní rostliny - brambory a rajče; okrasné rostliny a plevely - *Solanum nigrum*, *S. dulcamara*, *S. alatum*, *S. marginatum*, *Hyoscyamus niger*, *Nicandra physaloides*, *Physalis franchetii*, *Schizanthus* sp. a další druhy z čeledi Solanaceae.

Geografické rozšíření: Rakovina brambor pochází z andské oblasti Jižní Ameriky. V současnosti je výskyt evidován v Evropě - Česká republika, Dánsko, Finsko, Francie, Irsko, Itálie, bývalá Jugoslávie, Německo, Nizozemí, Norsko, Pobaltské republiky, Polsko, Rakousko, Rumunsko, Rusko, Slovensko, Švédsko, Švýcarsko a Velká Británie. Nepotvrzeny zůstaly informace o výskytu v Belgii, Lucembursku a Portugalsku. V Asii byl výskyt potvrzen v Bhutanu, Číně, Indii a Nepálu, nepotvrzené údaje jsou z Iránu, Libanonu, Japonska a obou korejských států. V Africe se vyskytuje v Alžírsku, Jihoafrické republice a Tunisu, nepotvrzena je v Egyptě a Zimbabwe. Výskyt potvrzen v Severní Americe a v Jižní Americe - Bolívie, Chile, Falklandské ostrovy, Peru, Uruguay a též na Novém Zélandě - Jižní ostrov.

V ČR jsou rakovinou brambor zamořeny některé pozemky na celém území s výjimkou středních Čech. Jde většinou o pozemky drobných pěstitelů.

Epidemiologie: Původce rakoviny brambor je vnitrobuněčný parazit, vytváří zoosporangia obsahující 200 až 300 pohyblivých zoospór. Trvalá zoosporangia z rozložených rakovinných nádorů při teplotě nad 5 °C a dostatečné vlhkosti v půdě klíčí a uvolňují bíčkaté zoospóry, které infikují pokožkové buňky rostoucích pletiv hostitele. Infikovaná buňka se zvětšuje a parazit v ní vytváří letní zoosporangium, z něhož se uvolňují zoospóry a infikují další buňky hostitele. V nich se tvoří další letní zoosporangia a celý cyklus

se během vegetace opakuje. Některé zoospory z letních zoosporangií spolu kopulují a vzniklá zygota se dvěma bičiky infikuje buňku hostitele, která se rychle dělí. Dělením infikovaných buněk pletivo proliferuje a vznikají nádory vzhledu květákových růžic. V hostitelské buňce infikované zygotou se vyvíjí silnostěnné trvalé zoosporangium, většinou kulovitého tvaru, velikosti 25 - 75 μm . Trvalá zoosporangia jsou schopná přežít v půdě bez přítomnosti hostitele i několik desítek let.

Pomocí diferenačních odrůd bramboru byla prokázána různá virulence populací *S. endobioticum* a od původního patotypu 1 byly rozlišeny agresivní patotypy, schopné napadat a rozmnožovat se na odrůdách rezistentních proti patotypu 1. Výskyt agresivních patotypů byl prokázán v České republice, Slovenské republice, Německu, Polsku, na Ukrajině a Newfoundlandu. Dosud bylo identifikováno 35 patotypů, z toho 19 v České republice.

Hospodářský význam: Škody na sklizni z napadených porostů se pohybují od nepatrného snížení výnosu až ke 100% ztrátám, v závislosti na stupni náchylnosti pěstované odrůdy brambor, intenzitě zamoření půdy a klimatických podmínkách. Přímé škody působené patotypem 1 jsou prakticky eliminovány pěstováním rezistentních odrůd brambor, na rozdíl od agresivních patotypů, proti kterým je k dispozici jen málo rezistentních odrůd. Původce choroby škodí také tím, že přenáší X a Y virus bramboru. Nebezpečí rozšíření rakoviny brambor prakticky nehrozí v teplejších a sušších oblastech, které jsou pro vývoj patogena méně vhodné až nevhodné.

Způsob zavlékání: Zárodky rakoviny brambor se šíří infikovanými hlízkami brambor nebo zeminou, která ulpívá na hlízkách nebo na jiných rostlinách pocházejících ze zamořených pozemků, ale též zeminou ulpělou na strojích a nářadí při obdělávání půdy, dále vodní a větrnou erozí apod. Zdrojem zamoření pozemků mohou být též komposty, do kterých se odhazují slupky a jiné zbytky brambor, nebo nevyzrálý hnůj pocházející ze stájí, v nichž jsou užitková zvířata krmena napadenými bramborami.

Determinace: Příznaky napadení bramboru jsou nádory se zvlněným rozbrázděným povrchem o rozměrech od několika mm až do velikosti pěsti. Nádory se tvoří hlavně na očkách hlíz, stolonech a na bázi stonku. Někdy bývají napadeny i listy, zřídka květy, nikdy nejsou napadeny kořeny. Nádory jsou zpravidla bělavé, postupně tmavnou a rozpadají se, za vlhka hníjí. Vyvíjejí se nejen na poli, nýbrž i ve skládkách. Drobné nádorky rakoviny je možné někdy zaměnit s tzv. nepravou rakovinou, projevující se tvorbou rozvětvených útvarů z nevyzrálých pletiv v důsledku předčasného probuzení oček vlivem počasí, dále s vyvýšenou formou obecné strupovitosti hlíz (*Actinomyces scabies*) nebo se spongosporovou strupovitostí (*Spongospora subterranea*). V těchto případech lze rakovinu brambor bezpečně určit mikroskopicky podle typických silnostěnných trvalých zoosporangií, přítomných v napadeném pletivu.

Ke zjišťování trvalých zoosporangií v půdních vzorcích se v ČR používá metoda separace zoosporangií od půdních částic mokřím proséváním, opakovanými dekantacemi po určité době sedimentace ve vodní suspenzi a rozpouštěním minerálního podílu půdního vzorku kyselinou fluorovodíkovou. Mikroskopická diagnostika zjištěných zoosporangií je obtížná pro možnou záměnu s podobnými spórami jiných hub. Spolehlivější je testování zamořenosti půdy pomocí náchylného křížence brambor na speciálním laboratorním zařízení.

OBSAH — CONTENTS

Polák Z.: Wild angelica – a spontaneous host of cow-parasitoid mosaic rhabdovirus – Děhel lesní – spontánní hostitel rhabdoviru mozaiky bolševníku	165
Rod J.: The occurrence and distribution of pathotypes of <i>Plasmodiophora brassicae</i> Wor. in the Czech Republic and Slovakia – Výskyt a rozšíření patotypů <i>Plasmodiophora brassicae</i> Wor. v České republice a na Slovensku	171
Rod J.: The use of soil solarization to control clubroot <i>Plasmodiophora brassicae</i> – Použití půdní solarizace proti nádorovitosti (<i>Plasmodiophora brassicae</i>)	183
Formanová M., Šebesta J.: Assessment of adult plant resistance of winter wheat to powdery mildew – Hodnocení odolnosti ozimé pšenice k padlí travnímu v dospělosti	189
Švec M., Miklovičová M., Krippel E.: Rezistencia múčnatky trávovej (<i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>tritici</i> Marchal) Na Slovensku a v Maďarsku proti niektorým fungicidom v rokoch 1992 a 1993 – Resistance of powdery mildew of cereals and grasses (<i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>tritici</i> Marchal) in Slovakia and Hungary to some fungicides in the years 1992 and 1993	199
Tancik J., Radinová Ž., Bača F.: Účinnosť druhov <i>Trichogramma evanescens</i> Westwood a <i>Trichogramma maidis</i> Pint. et Voeg. proti vijačke kukuričnej (<i>Ostrinia nubilalis</i> HBN.) na cukrovej kukurici – Efficiency of <i>Trichogramma evanescens</i> Westwood and <i>Trichogramma maidis</i> Pint. et Voeg. in the control of European corn borer (<i>Ostrinia nubilalis</i> HBN) on sweet corn	209
Havlíčková H.: Polní screening pěti odrůd pšenice ozimé na rezistenci vůči mšicím – Field screening of five winter wheat cultivars on resistance to aphid	221

AKTUALITY

Šebesta J., Bartoš P.: Šlechtění obilnin na rezistenci k chorobám v České republice – Breeding cereals for disease resistance in the Czech Republic	233
---	-----

ŽIVOTNÍ JUBILEA

Janýška A.: Šedesátiny ing. Pavla Lásky, CSc.	243
---	-----

UPOZORNĚNÍ PRO ODBĚRATELE

Od letošního roku zajišťuje veškeré služby spojené s distribucí časopisu Potravinářské vědy vydavatel - Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha.

Objednávky na předplatné posílejte na adresu:

Ústav zemědělských a potravinářských informací
referát odbytu
Slezská 7
120 56 Praha 2

Vědecký časopis OCHRANA ROSTLIN ♦ Vydává Česká akademie zemědělských věd a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied – Ústav zemědělských a potravinářských informací ♦ Vychází čtyřikrát ročně ♦ Redaktorka RNDr. Marcela Braunová ♦ Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 02 / 251 098, fax 02 / 257 090 ♦ Sazba a tisk ÚZPI ♦ © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1994.

Rozšiřuje Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7