

## INFORMATION

### Anaerobic Seed Treatment to Control Loose Smut of Barley and Wheat

IVAN UJEVIĆ

The loose smuts of barley and wheat, caused by *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. and *U. tritici* (Pers.) Rostr., occur throughout the world and are now controlled by treating infected seeds with systemic fungicides, e.g., carboxin and its derivatives. These chemicals are used in the production of certified seed. However, several important pathogens, including *Ustilago* spp., are now known to have produced strains resistant to one or more systemic fungicides. Besides, there is general public aversion to using chemicals in plant protection. This has led to renewed interest and research in non-chemical disease and pest control.

In this paper we inform about results of studies on anaerobic seed treatment to control the loose smuts of barley and wheat which we carried out at the Research Institute of Crop Production in Prague in the years 1955–1977.

The results of laboratory and field experiments allowed to draw the following conclusions on the theory of the control of these pathogens by physical seed disinfection:

A. In the control of loose smut under aerobic and anaerobic conditions, there is a correlation between the action of different temperatures (both high and low), the duration of exposure to them, and the moisture contents of the seed and of the mycelium of the fungi in the kernels of barley and wheat (UJEVIĆ 1958, 1963a, b).

B. These factors exert a complex influence on the seed of barley and wheat and on the fungi *U. nuda* and *U. tritici*, which may have its specific effect under different conditions (at high or low temperatures, in aerobic or anaerobic conditions, at different seed moisture contents etc.) on the physiological and biochemical processes in the seed and in the parasite. The complex action of these and other factors, their general inter-actions in the control of loose smut of barley and wheat, and the effect on the seed of barley and wheat can be summed as follows:

1. The higher the temperature above the freezing point (or the lower under the freezing point) and the longer the exposure, the more detrimental is the influence of these factors on both seed and loose smut if these have the same moisture content. This applies to aerobic and anaerobic conditions.
2. The higher the temperature above the freezing point (or the lower under the freezing point), the shorter is the

exposure needed at the same seed moisture content to eliminate smut. Conversely, the lower the temperature above the freezing point (or closer to the freezing point), the longer is the required exposure at the same moisture content to eliminate smut.

3. The higher the moisture content of the seed is, the lower is its tolerance to high and low temperature and the seed will survive shorter exposure to it, while the lower the moisture content of the seed (and with it that of the mycelium of loose smut), the better is its tolerance to high and low temperatures and to longer time of exposure to these temperatures under aerobic and anaerobic conditions.
4. The seeds of barley and wheat as well as the mycelium of *U. nuda* and *U. tritici* are damaged to a greater degree under anaerobic conditions than under aerobic conditions, if kept at the same temperature, for the same length of exposure and with the same initial moisture content of the seed.

C. It can be concluded from the results that the seed of barley and wheat and also the mycelium of *U. nuda* and *U. tritici* differ in their physiological, biochemical and other properties, and thus respond differently to the same conditions. In all cases the parasite shows a greater sensitivity than seeds of the hosts, so that the physiological and biochemical processes are more readily impaired in the parasite than in the seeds. Therefore, under certain conditions (at different temperature, moisture content etc.) the control of loose smut may be successful without doing any serious harm to the seed.

These theoretical conclusions may be of more general importance in protection against other diseases. Further efforts were then made to study in detail the principles of the control of loose smut by means of physical, particularly anaerobic, methods of seed disinfection, and to solve some other problems.

It was revealed *in vitro* that *U. nuda* and *U. tritici* were more sensitive under aerobic and anaerobic conditions to higher and lower temperature than were seeds of barley and wheat; this confirms the mentioned theory.

It was concluded from the results that races of loose smut of barley (*U. nuda*) and loose smut of wheat (*U. tritici*) may differ in their sensitivity to the physical meth-



ods of seed disinfection, analogous to the existence of barley and wheat varieties of different sensitivity to such treatments; this conclusion is of theoretical as well as practical importance. The wider the sensitivity of the seed of a variety differs from that of the race of *U. nuda* and *U. tritici* involved, the better will be the effect of the control of loose smut by a certain method of seed disinfection (UJEVIČ, KOVÁČIKOVÁ 1964).

Different temperatures and different lengths of exposure to them under anaerobic conditions were studied for their direct action on chlamydospores and mycelium of loose smut of barley (*U. nuda*) with different moisture contents. Anaerobic treatment was more effective when the temperature and moisture contents of spores and mycelium were increased and the exposure prolonged.

The results confirm the validity of the theory (UJEVIČ 1958) that the mentioned physical factors have a direct selective and complex effect on the destruction of the mycelium of loose smut in the seed. The principle of the destruction of the parasite by the physical method of seed disinfection was explained. The parameters of the mentioned factors (and their mutual relations) that contribute to the destruction of the loose smuts of barley and wheat in the seeds are about the same as the parameters underlying the direct action on the chlamydospores and mycelium of loose smuts *in vitro*. Under all conditions the parasite showed a greater sensitivity than the seeds, so that an appropriate combination of the main factors may facilitate the processes of disinfection and achieve a 100% destruction of loose smut in the seed (UJEVIČ, KRÁTKÁ 1972, 1973, 1974).

The action on the loose smuts and seeds of barley and wheat varies in its manifestations, from growth inhibition up to total destruction of parasite and host. Total destruction of the parasite in the seed without damaging the biological value of seed will depend on the appropriate combination of the mentioned factors, on the variety of the host and, possibly, on the race of loose smut having different resistance to certain conditions, i.e., to different methods of seed disinfection etc.

With knowledge of the mentioned principles, further methods of anaerobic seed disinfection against loose smut were developed by varying the temperature of treatment from 4 to 47°C. Aiming at mechanization of anaerobic disinfection, efforts were focused on successful methods in which seed of barley is soaked for a short time, 5–10 minutes, and the disinfection process takes place at room temperature of about 20–23°C for about 7.5 days. Seed of wheat is soaked for 20–25 minutes, and is then treated anaerobically at 20–23°C for about 8 days (UJEVIČ, DIAS 1970a, b, 1971).

A method has been developed for the anaerobic treatment of a larger amount of seed and special equipment has been designed for this method, and both have been patented in former Czechoslovakia and other countries (UJEVIČ, DIAS 1968–1971).

The effect of different methods of physical disinfection was compared with that of systemic fungicides for the control of loose smut of barley (*U. nuda*). Of all the methods tested, anaerobic disinfection of seed of different varieties of spring barley had the best biological effect (UJEVIČ 1974a, b).

It has also been found that anaerobic disinfection of barley seed acts not only against loose smut but under certain conditions also improves yields (even if the seed or the stand is not affected by loose smut). The increase or decrease of yields will depend also on the variety, on ecological and other factors. The results may be of a more general importance in plant protection for the use of various pesticides or other control methods and may serve as starting points for further study of theoretical and practical problems (UJEVIČ 1974a, b, 1976 a,b).

## References

- UJEVIČ I. (1958): Studium možnosti potírání sněti prašné ječně *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. možením přirozeně infikovaného osiva za různých teplot v rozličných podmínkách. Rostl. Vyr., 4: 1043–1072.
- UJEVIČ I. (1963a): Nové způsoby anaerobního možení semene ječmene proti prašné sněti – *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. Rostl. Vyr., 9: 9–26.
- UJEVIČ I. (1963b): Anaerobní moření pšenice proti prašné sněti pšeničné (*Ustilago tritici* [Pers.] Rostr.). Pracovní zasednutí fytopatol. Sekcie Čs. Bot. Spol. při ČSAV, Brno.
- UJEVIČ I. (1974a): Některé výsledky pokusů dosažené anaerobním mořením s ohledem na výnosy. In: Sbor. Věd. Prací V. Celost. Konf. Ochr. Rostl., Brno: 331–335.
- UJEVIČ I. (1974b): Výsledky srovnávacích pokusů s anaerobním mořením osiva s některými chemickými přípravky na účinek proti prašné sněti. In: Sbor. Věd. Prací V. Celost. Konf. Ochr. Rostl., Brno: 337–341.
- UJEVIČ I. (1976a): Možnost přímého vlivu chemické ochrany na tvorbu výnosů pšenice. In: Sbor. VI. Celost. Konf. Ochr. Rostl., České Budějovice, Díl II B: 223–226.
- UJEVIČ I. (1976b): Možnost přímého vlivu různých metod v ochraně rostlin na tvorbu výnosů. In: Sbor. Věd. Prací VI. Celost. Konf. Ochr. Rostl., České Budějovice, Díl II B: 215–218.
- UJEVIČ I., DIAS R. (1970a): Anaerobic disinfection of seed against *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. and *Ustilago tritici* (Pers.) Rostr. according to a new method with a new equipment. Zbl. Bakt., Abt. II, 125: 678–706.
- UJEVIČ I., DIAS R. (1970b): A new method and equipment for anaerobic disinfection of seed against *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. and *Ustilago tritici* (Pers.) Rostr. In: VII<sup>th</sup> Int. Congr. Plant Protect., Paris.
- UJEVIČ I., DIAS R. (1971): Anaerobní moření osiva proti prašné sněti novým způsobem a zařízením. Metodiky ÚVTI, Praha.
- UJEVIČ I., DIAS R. (1968–1971): Způsob a zařízení pro anaerobní moření osiva – patent (Method and equipment for anaerobic disinfection of seed – the patent). Sweden: 303635, 1968; ČSSR: 131858, 1969; Germany (DDR): 67284, 1969;



- Poland: 58879, 1969; Italy: 816960, 1969; France: 1527195, 1969; Bulgaria: 14322, 1970; England: 1188562, 1970; Australia: 417671, 1971.
- UJEVIĆ I., KOVÁČIKOVÁ E. (1964): Studium možnosti existence ras *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. a *Ustilago tritici* (Pers.) Rostr. s ohledem na moření osiva. In: Věd. Práce ÚVÚRV Praha-Ruzyně: 61–62.
- UJEVIĆ I., KRÁTKÁ J. (1972): Vliv některých faktorů na chlamydospory a mycelium *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. za anaerobních podmínek *in vitro*. In: Sbor. Věd. Prací IV. Celost. Konf. Ochr. Rostl., Bratislava.
- UJEVIĆ I., KRÁTKÁ J. (1973): The effect of different temperatures, moisture content, and different exposure under anaerobic conditions on the chlamydospores and the mycelium of loose smut of barley – *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. Zbl. Bakt., Abt. II., 128: 173–183.
- UJEVIĆ I., KRÁTKÁ J. (1974): The effect of some physical factors on the chlamydospores and mycelium of loose smut of wheat – *Ustilago tritici* (Pers.) Rostr. Zbl. Bakt., Abt. II., 129: 487–495.

## Souhrn

UJEVIĆ I. (2000): **Anaerobní moření osiva proti prašné sněti ječmene a pšenice.** Plant Protect. Sci., 36: 73–75.

Ochrana proti prašné sněti ječmene, způsobované *Ustilago nuda*, a prašné sněti pšenice, jejíž původcem je *Ustilago tritici*, spočívá v současnosti hlavně v ošetření infikovaných partií osiva systémovými fungicidy na bázi carboxinu a jeho derivátů. Riziko vzniku rezistentních kmenů patogenů k systémovým fungicidům a převládající odmítavý postoj veřejnosti k chemické ochraně rostlin vede v posledních letech k obnovení zájmu výzkumu o nechemickou ochranu proti škodlivým organismům. V článku jsou shrnuty výsledky studia, které bylo uskutečněno v letech 1955–1977 a vyústilo ve vypracování nové metody anaerobního moření osiva ječmene a pšenice proti prašným snětem. Byla vypracována ucelená teorie týkající se podstaty ničení parazita v obilkách ječmene a pšenice. Bylo zjištěna pravidelná závislost mezi hlavními fyzikálními faktory (tj. teplotou, dobou jejího působení a vlhkostí obilky) a účinností na mycelium sněti prašné v obilkách při anaerobních a aerobních podmínkách. Lepší účinnosti se dosáhlo při anaerobních podmínkách. Tyto faktory přímo komplexně působí odlišně na obilky ječmene a pšenice a na mycelium sněti prašné. Za všech podmínek parazit vykazoval větší citlivost a menší životaschopnost než obilky, proto lze při vhodné kombinaci uvedených faktorů dosáhnout toho, aby parazit byl zničen a obilky přitom nebyly vážně poškozeny. Bylo vyvinuto zařízení, které umožňuje uplatnění anaerobního moření u různých objemů osiva (o hmotnosti několika dekagramů až tun). Osivo ječmene se máčí ve vodě po dobu 5–10 minut, poté je vystaveno anaerobním podmínkám po dobu 7 a půl dne při 20–23 °C. Stejným postup se používá při moření pšenice, s tím rozdílem, že osivo se máčí 20–25 minut a anaerobním podmínkám je vystaveno okolo 8 dní. Po ukončení moření se osivo dosuší na normální vlhkost. V porovnání s chemickým mořením při použití přípravků na bázi carboxinu, jejichž účinnost se v našich pokusech pohybovala v rozmezí 80–100 %, byla účinnost anaerobního moření 100%. Bylo také zjištěno, že anaerobní moření osiva ječmene zvyšovalo za určitých podmínek výnosy, i když osivo nebylo napadeno snětí prašnou. Kromě spolehlivé biologické účinnosti proti prašným snětem patří k přednostem anaerobního moření ekologická nezávadnost a přijatelné náklady. Nová metoda a zařízení na anaerobní moření bylo potentováno v devíti státech. Ve spolupráci s ministerstvem zemědělství a Šlechtitelským a seminářským podnikem OSEVA bylo na čistící stanici osiva Vraňany instalováno zařízení pro anaerobní moření většího množství osiva. Metoda byla po několika let ověřována na několika šlechtitelských stanicích (Branišovice, Sládkovičovo, Horní Moštěnice) a ve výrobních podnicích.

**Klíčová slova:** ječmen; pšenice; *Ustilago nuda*; *Ustilago tritici*; anaerobní moření

---

Corresponding author:

Ing. IVAN UJEVIĆ, CSc., Bělohorská 64, 169 00 Praha 6, Česká republika

---