

Vaculová K.(1999): Testace krmné hodnoty zrna obilnin. Krmivářství, 3, 1, 21–25.

Vaculová K., Erban V. (2000): A Complex of Hullless Barley Grain Fractions with Milk Starters for Food Additives Development. Proceedings of the 8th International Barley Genetics Symposium, 22–27. October 2000, Adelaide, Australia, vol. II, Contributed papers: 300–303.

Vaculová K., Gabrovská, D., Prokeš J., Erban, V., Ouhrabková J., Hoke K., Houska M., Rysová J. (2004): Ways of Hullless Barley Grain Processing and Nutritional Quality. Proc. of the

9th International Barley Genetics Symposium, Brno, Czech Republic, June 2004. CD-ROM, Poster presentations: 600–608.

Zheng G. H., Rossnagel B. G., Tyler R. T., Bhatti R. S. (2000): Distribution of β -glucan in the grain of hull-less barley. Cereal Chemistry 77, 2: 140–144.

Práce byla vypracována v rámci projektů

MSM 60 46 13 7305, MSM 2532885901

a MZe ČR, č. QG60130.

Kontaktní osoba: Marie.Hruskova@vscht.cz



L. Tvarůžek – Fotosoutěž 2007



Z. Ondruch – Fotosoutěž 2007

Redoxní potenciál a pH u rostlin a jejich funkce v odolnosti rostlin k chorobám a v rostlinné fyziologii – přehled dosavadních výsledků

(Redox potential and pH in plants and their function in the mechanism of resistance to diseases and in plant physiology. Review)

Doc. Ing. Dr. Jaroslav Benada, Kroměříž

Úvod

Studium biofyzikálních stavů u rostlin bylo započato před cca čtyřiceti léty v souvislosti s hledáním podstaty odolnosti rostlin vůči parazitům. Pozornost byla zaměřena na proměnlivou odolnost obilnin k obligátním parazitům jako je padlí travní a rzi. Bylo třeba najít faktor, který se mění během ontogeneze a vlivem vnějších podmínek a který podmiňuje: 1) gradient choroby na rostlině, 2) změnu odolnosti orgánů během ontogeneze a růstu, 3) rozdílnou odolnost u jednotlivých (i sousedních) rostlinných buněk, 4) relativně rychlou změnu náchylnosti během několika hodin, 5) změnu anamorfní a teleomorfní struktury.. Takový faktor bylo možno najít v takových biofyzikálních stavech rostlin jako je redoxní potenciál a pH.

Účelem tohoto pojednání je podat přehled publikací o biofyzikálních stavech v rostlině a odolnosti rostlin, které byly publikovány od roku 1964 a nejsou běžně dostupné v digitální formě a krátce shrnout závěry z těchto prací. V poslední době se otvírá široká možnost využití metody měření RP při studiu fyziologie rostlin.

Introduction

The study of biophysical states in plants was initiated 35 years ago in connection with the looking for the mechanism of plant resistance to parasites. Here the attention was focused on the variable resistance of cereals to obligate parasites such as powdery mildew and rusts. It was necessary to find out a factor which changes during the ontogeny and through the environment and which involves: 1. the disease gradients on plant, 2. the change of susceptibility of organs during the ontogeny and growth, 3. the difference in resistance in individual plant cells, 4. relatively swift changes of resistance during a couple of hours. Such a factor could be found in the biophysical states of plant organs (redox potential and pH).

The aim of this review was to show the publications of biophysical states in plants and plant resistance, that were presented since 1964 and that are not currently accessible in digital form and to declare briefly results from these papers. Recently appears new broad approach of using the method of RP measurement for plant physiology.

Metody

Pro měření redoxního potenciálu (RP) v nerozdrčených pletivech byla používána lesklá platinová elektroda a nasycená kalomelová elektroda [5]. Aby bylo docíleno zřetelného spodního bodu obratu, byla Pt elektroda v některých případech prepolarizována slabým roztokem ferrikyanidu draselného. Aby se zjednodušila interpretace dosažených výsledků RP, nebyly hodnoty upravovány o potenciál nasycené kalomelové elektrody (+244 mV). Pro měření jedné varianty bylo bráno 10 listů nebo jiných orgánů a výsledek byl vyjádřen průměrem a SEM (střední chyba průměru). Před měřením listová čepel byla srolována od špičky k bázi a Pt elektroda byla vbodnuta do pletiva tak, aby celý povrch elektrody byl jím pokryt. Pak elektroda s listy byla vložena do Petriho misky, na jejímž dně byla tenká vrstva 0,1% KCl nebo vodovodní vody. U bramborové hlízy nebo podobných dužnatých orgánů byla Pt elektroda vpíchnuta přímo do pletiva.

Měření je třeba provádět v aerobních podmínkách (s výjimkou pokusů plánovaných pro anaerobní podmínky). Je třeba vzít v úvahu, že hodnota RP je závislá na enzymatické aktivitě a že se mění během času. Hodnota pH byla měřena skleněnou elektrodou v kapce rozdrčeného pletiva, byly zkoušeny i jiné metody měření pH.

Výsledky

Redoxní potenciál se mění během růstu a vývoje orgánů vlivem světla, teploty, vlhkosti, růstových regulátorů, výživy atd. a vlivem stárnutí orgánů.

Pro další výzkum byla formulována následující hypotéza:

Podstata odolnosti spočívá ve schopnosti parazita získávat energii v hostitelské buňce. Parazit využívá oxidoreduktázu v hostitelské plasmalemě. Specifické fenolické látky jsou substrátem pro tyto enzymy (obr.1).

Hlavní body této hypotézy:

1. V rostlinné buňce není volný kyslík.
2. Redoxní potenciál je produktem dýchání buněk součtem aktivit buněčných organel, které vytvářejí elektrony, a aktivitou oxidoreduktázy (terminální oxidázy) v plasmalemě. Nosiče elektronů mohou pronikat z buňky do vnějšího prostředí a jsou rozpustné ve vodě.
3. Redoxní potenciál je základem redoxních gradientů v rostlině, což hraje rozhodující roli v její celistvosti i pro život parazita.
4. Parazit dýchá terminální oxidázou hostitele.
5. Vnější podmínky ovlivňují rozdílně enzymatickou aktivitu hostitele a parazita, čímž vznikají rozdílné RP hostitele a parazita a konečně dochází k nesespecifické oxidaci a redukci přenašečů elektronů.
6. Kyselost (pH) hostitelského pletiva určuje, zda se budou tvořit u padlí travního konidie (za kyselé reakce) nebo kleistothecia (pH blízko neutrálního bodu).
7. Podle hodnot redoxního potenciálu rostlin je možno vysvětlit některé korelační jevy.

Přehled vybraných publikací o biofyzikálních stavech (RP a pH), další publikace je možno najít ve sbornících konferencí, ale i na webové stránce ústavu (www.vukrom.cz/biofyzikalni_stavy):

- 1) Benada J.: The growth of powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC.) on the coleoptiles and on the young leaves of barley. – *Phytopath. Z.* 51:187–189, 1964a.
- 2) Benada J.: Consideration about the resistance of barley against powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC.) from the point of view of oxidation-reduction potentials. – *Scientific Works Cereal Res. Inst., Kroměříž*, 219–223, 1964b.

Methods

Bright foil platinum electrode and saturated calomel electrode was used for RP measurement in the tissues non-damaged by disintegration [5]. The prepolarisation of the Pt electrode by ferricyanide was necessary in some cases to obtain the distinct lower turn point. To simplify the RP interpretation the shown data do not regard the potential of saturated calomel electrode (+244 mV). Generally 10 leaves or other organs were taken for one series of measurement and the results were expressed as mean and SEM (standard error of mean). Before measurement the leaf blade was rolled from the tip to the base and the Pt electrode was run through the leaf tissue so that the whole surface of the electrode was covered with it. Then the leaf was put in a Petri dish with 0.1 % KCl solution in bottom or with the tap water. In potato tubers the electrode was simply inserted into the tissue.

The measurement must be done under aerobic conditions (with the exception of experiments in anaerobiosis). It must be taken into consideration that RP is dependent on the enzyme activity and that it changes during a time period. pH was measured using a glass electrode in a drop of disintegrated tissue. but other methods were tried too.

Results

The redox state changes during the growth and development of organs and it is influenced by outer conditions such as light, temperature, moisture, growth regulators, nutrition, etc. and by the organ senescence.

A hypothesis was formulated for further investigation:

The principle of resistance consists in the ability of the parasite to gain the energy in the host cell. The parasite uses the oxidoreductase of the host plasmalemma. The specific phenolics are the substrate for this enzyme. Fig. 1.

The main features of this hypothesis are:

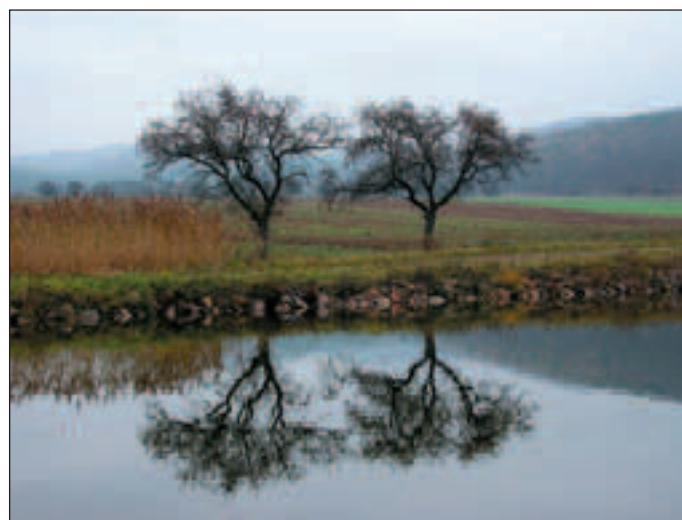
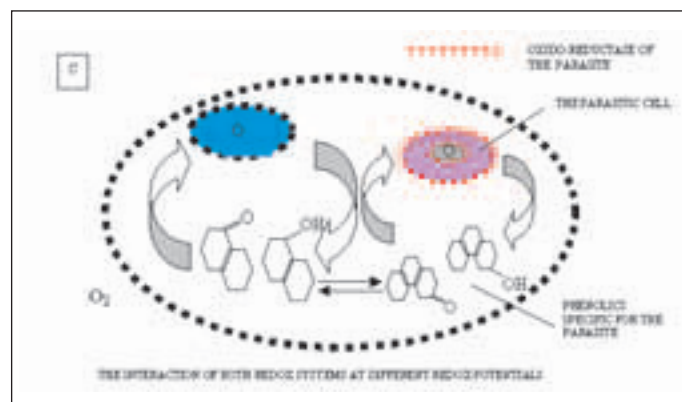
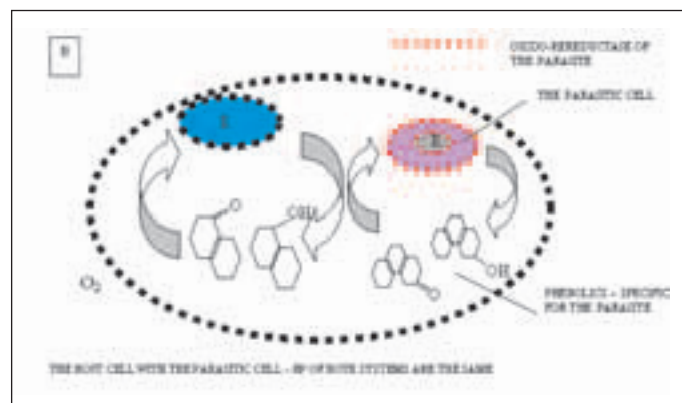
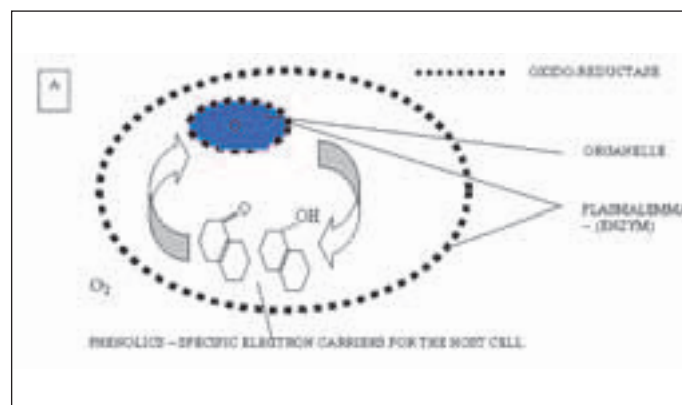
1. There is no free oxygen in the cell plasma.
2. The redox potentials are generated by the respiration of the cells by the sum of activities in cell organelles which produce the electrons and the activity of oxidoreductase (the terminal oxidase) in the plasmalemma. The electron carriers can permeate from the cell to the environment and they are soluble in water.
3. The redox potential is the basis of electric gradients in the plant which plays the main role in its integrity as well as for the life of the parasite.
4. The parasite respire through the terminal oxidase of the host.
5. The environmental conditions influence the enzyme activity of host and parasite cells differently by which different redox potentials may appear in the host and parasite cells resulting in unspecific oxidation or reduction.
6. The acidity of the host cells determinates the formation of conidia or cleistothecia (in powdery mildew) or formation of redia or telia (in rusts).
7. In the dependence on redox potential it is possible to explain some correlations in plants.

Author's previous publications on biophysical states that appeared in journals, recent publications as well as contributions to conferences you may find on web sites www.vukrom.cz/biophysical_states

- 3) Benada J.: Die Veränderungen in der Resistenz gegen Mehltau und Roste während der ontogenetischen Entwicklung der Getreidearten. – Symposium: Host-parasite relations in plant pathology, Budapest, 235–238, 1964c.
- 4) Benada J.: The influence of pH of barley tissues on the symptoms caused by powdery mildew (*Erysiphe graminis* D.). – *Phytopath. Z.* 54: 185–192, 1965.

- 5) Benada J.: The gradients of oxidation-reduction potentials in cereals and the dependance of obligate parasites on redox potentials of the host tissues. – *Phytopath. Z.* 55: 265–290, 1966a.
- 6) Benada J.: The occurrence of telia of rusts and cleistothecia of powdery mildew on cereals and an attempt to find a factor conditioning it. – *Zentr. Bak., Infek., Hygiene II. Abt.* 120: 427–433, 1966b.
- 7) Benada J.: Effect of CCC on oxidation-reduction potentials of cereals under the influence of environment. – *Flora, Abt. A* 157: 334–349, 1966c.
- 8) Benada J.: The dependance on the pH of the host tissue for the production of uredia and telia in *Uromyces pisi* (Pers.) de Bary. – *Česká mykologie* 21: 90–91, 1967a.
- 9) Benada J.: Redox potential gradients in the flower. – *Biol. Plantarum* 9: 202–204, 1967b.
- 10) Benada J.: The distribution of redox potentials and pH values in the leaves of cereal tillers during the stem extension. – *Flora Abt. A* 158: 343–350, 1967c.
- 11) Benada J.: Anaerobe Beizung von Getreidesaatgut im Blickpunkt der Redoxpotentiale. – *Intern. Pflanzenschutzkongress Wien 1967*, 155–156, 1967d.
- 12) Benada J.: The effect of wilting on redox potential of cereal leaves. – *Biol. Plantarum* 9: 447–453, 1967e.
- 13) Benada J.: A study on the correlation between the expansion of plant organs and oxidation reduction potentials. – *Flora Abt. A* 157: 552–560, 1967f.
- 14) Benada J.: The measurement of redox potential in plants and some applications on the growth and development of cereals. – *Flora Abt. A* 159: 104–127, 1968a.
- 15) Benada J.: The effect of IAA on the tropisms of *Helianthus annuus* L. seedlings in the relationship with redox potential gradients. – *Flora Abt. A* 159: 367–378, 1968b.
- 16) Benada J.: The germination of cereal seeds and the anaerobic treatment of them from the point of view of redox potential. – *Phytopath. Z.* 63: 135–141, 1968c.
- 17) Benada J.: Brown pathes on leaves of barley in the relationship to powdery mildew. – *Phytopath. Z.* 65: 288–290, 1969.
- 18) Benada J.: Chlorotic spots on cereal leaves as the expression of resistance against powdery mildew. – *Phytopath. Z.* 67: 89–92, 1970a.
- 19) Benada J.: Observation of early phases of infection by powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC.) – *Phytopath. Z.* 68: 181–187, 1970b.
- 20) Benada J.: The effect of different conditions of cultivation of powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC.) on the infectivity. – *Phytopath. Z.* 69: 273–276, 1970c.
- 21) Benada J.: The testing of correlation between the biophysical states in host tissues and the susceptibility of cereals to powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC.). – *Phytopath. Z.* 70: 127–136, 1971.
- 22) Benada J.: [The use of redox potential measurement in the study of cereal ecology.] – *Rostl. Výr.* 19: 815–820, 1973. [In Czech.]
- 23) Benada J.: [The susceptibility and resistance of *Cucumis sativa* and *C. pepo* organs to powdery mildew *Sphaerotheca fuliginea* in the dependance on redox potential and pH.] – *Česká mykologie* 28: 44–53, 1974. [In Czech.]
- 24) Benada J.: [Attempt for the elucidation of some correlations in peas and flax from the redox potentials point of view.] – *Acta Univ. Agric. (Brno), Fac. Agr.* 34: 69–73, 1986. [In Czech.]
- 25) Benada J.: The nature of resistance of plants to obligate parasites. – *Ochr. Rostl.* 27: 9–14, 1991.
- 26) Benada J.: Electric potentials as a factor of morphogenesis and ontogenesis of plants. – 9th Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, Brno, p. S97, 1994.
- 27) Benada J.: [The measurement of redox potential in soil.] *Ob. listy* No. 3: 48–49, 1995. [In Czech.]
- 28) Benada J.: Mechanism of plant resistance to obligate parasites in relation to biophysical states. *Pflanzenschutzberichte* 57: 37–48, 1997.
- 29) Benada J.: O estado biofísico das plantas e sua função no mecanismo da resistência ás doenças. *Revisao Anual de Patol. de Plantas* 10: 347–372, 2002.
- 30) Benada J., Váňová M.: The growth of the roots of barley in the dependance on oxidation reduction potential, nitrogen nutrition and aeration of nutrient solution. – *Biológia (Bratislava)* 27: 53–61, 1972.
- 31) Benada J.: [Importance of biophysical states for phytopathology and plant physiology]. *Agro* 1998, č. 5, 55–63. [In Czech]

Fig. 1: Why redox potential plays an important role in plant resistance



K. Šamánková – Fotosoutěž 2007



Obr 2: Rozdílná náchylnost různých částí bramborové hlízy k plísní bramborové (*Phytophthora infestans*) v závislosti na redoxním potenciálu

Části bramborové hlízy (odrůda Rosara) naočkované plísní bramborovou a příslušný redoxní potenciál

- 1) Vnitřní část – náchylná, RP < +100 mV
- 2) Vnější část – odolná, RP > +100 mV
- 3) Povrch do hloubky 5 mm byl odstraněn – náchylné pletivo, RP < +100 mV
- 4) Povrch do hloubky 3 mm byl odstraněn – částečně náchylné pletivo, RP kolem +100 mV
- 5) Byla odstraněna jen korková vrstva – odolné pletivo

Fig. 2: Dependence of susceptibility of potato tuber to late blight (*Phytophthora infestans*) on redox potential

Slices of potato tuber (red variety Rosara) inoculated with late blight (*Phytophthora infestans*) and gradient of redox potential (RP)

- 1) Inner part – susceptible, RP < +100 mV
- 2) Outer part – resistant, RP > +100 mV
- 3) Surface to the depth of 5 mm removed – susceptible, RP < +100 mV
- 4) Surface to the depth of 3 mm removed – partly susceptible, RP approx. +100 mV
- 5) Only the cork layer removed – resistant,

Vliv termínu ošetření na účinnost fungicidů ze skupiny strobilurinů a inhibitorů syntézy sterolů proti listovým chorobám pšenice ozimé

(The effect of treatment timing on the efficacy of Qol and DMI fungicides against leaf diseases on winter wheat)

Dr. Ing. Ludvík Tvarůžek, Ing. Václava Spáčilová, Mgr. Ivana Svačinová,
Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž

Souhrn

Celkem 8 systémů fungicidní ochrany pšenice ozimé, založených na dvou ošetřeních, bylo hodnoceno na účinnost proti listovým chorobám, na výnos a na stárnutí horních dvou listových pater. Přípravky na bázi účinných látek Qol (strobilurinů) a DMI (inhibitorů syntézy sterolů) byly hodnoceny v různých časových intervalech mezi dvěma ošetřeními (7, 14, 21, 28 a 35 dnů), kdy druhá aplikace byla provedena jednotně v kvetení (DC65). Nejnižších hodnot AUDPC a tedy i nejlepšího fungicidního efektu bylo dosaženo v případě, že první zákrok byl provenen 14 dnů před květem.

Byl zjištěn statisticky vysoce významný vliv použitých fungicidů a termínu první aplikace na vývoj napadení porostu listovými chorobami a výnosovou reakci na ošetření. Při delších časových odstupech obou aplikací byl zjištěn téměř lineární nárůst napadení od 3 týdenního intervalu po 5 týdenní. Pouze varianta intervalu aplikací 21 dnů se blížila optimu účinnosti zjištěnému při dvoutýdenním odstupu aplikací. Absolutní ochrana proti chorobám byla zjištěna pouze u variant, ve kterých byly použity látky skupiny Qol. Jejich průměrný výnosový efekt byl o 0,5 t/ha vyšší ve srovnání s ošetřeními DMI fungicidy. Fungicidní systémy Qol poskytly výrazně delší ochranný efekt, který se projevil i ve zbarvení listů horních dvou listových inzercí.

Klíčová slova: pšenice ozimá, odrůda Meritto, fungicidy, Qol, DMI, termín ošetření, listové choroby, výnos, rok 2008

Summary

Eight systems of fungicidal protection of winter wheat, based on two treatments, were evaluated according to the efficacy on health status, expressed by AUDPC, grain yield and leaf senescence of two upper leaf layers. Qol and DMI-based preparations were evaluated at various time intervals between two treatments (7, 14, 21, 28 and 35 days), when the second application was carried out uniformly at anthesis (DC65). The lowest values of AUDPC, and thus the best fungicidal efficacy, were assessed in the case when the first application was performed 14 days prior to the ear treatment.

Highly significant effect of the applied fungicides and the first application timing was confirmed on the development of infection by leaf diseases and yield response to the treatment. At longer time intervals of both applications, almost linear increase in the infection from 3- to 5-week interval was assessed. Only the variant with a 21-day interval was close to the efficacy optimum. Absolute control of diseases was found only in the variants with Qol a.i. Their mean yield effect was 0.5 t.ha⁻¹ higher as compared to the treatments with DMI fungicides. Qol fungicidal programs provided considerably longer protective effect, which was also expressed in leaf colour of two upper leaf layers.

Keywords: winter wheat, Meritto variety, fungicides, Qol, DMI, treatment timing, leaf diseases, yield, year 2008