

Závěr

Tyto výzkumy mají velmi důležité praktické uplatnění, přestože by se mohlo zdát, že použití mořidel problém sněti definitivně řeší. Segmentace různých technologií pěstování požaduje informace o možnosti využití u méně náchylných odrůd i jiné možnosti ochrany než je použití mořidel. Stejně důležité jsou pak informace o odrůdách vysoce náchylných, které jsou rizikové pro organický způsob hospodaření a u konvenčního hospodaření vyžadují pečlivé vyšetření osiva před mořením a pečlivé moření. Vysoké procento velmi citlivých odrůd ke snětem může být i jednou z příčin, proč se u nás ve sklizeném zrně ozimé pšenice vyskytuje v průměru kolem 10% vzorků, v nichž byly zjištěny teliospory sněti.

Literatura

- Blažková V., Bartoš P. (2002): Virulence pattern of European bunt simplex (*Tilletia tritici* and *Till. leavis*) and sources of resistance. *Cereal Res. Communication* 30, 335–342.
- Fischer W., (1952): *Tilletia brevifaciens* sp. nov., dwarf bunt of wheat and certain grasses. *Res. Stud. State Coll. Washington* 20: 11–14.
- Hellman R., Christ B. J., (1991): Isozyme variation in *Ustilago hordei*. *Phytopathology* 81,1207.
- Hoffmann J. A., Waldher J. T. (1981): Chemical seed treatments for controlling seedborne and soilborne common bunt of wheat. *Plant Dis.* 65: 256–259
- Prokinová E., Řičař J., Kochanová M., Váňová M. (2009): Detekce přítomnosti spor *Tilletia controversa* v půdě. *Obil. listy* č. 3, 67–69
- Váňová M., Matušinský P., Benada J.: (2006): Survey of incidence of bunts (*Tilletia caries* and *Tilletia controversa*) in the Czech

- Republic and susceptibility of winter wheat cultivars. *Plant Protection Science*, 42, 1, s. 21–25.
- Wagner F., (1950): Occurrence, spore germination and infection of dwarf bunt on wheat. *Z. Pflanzen* 1:1 1–13
- Warmbrunn K., (1952): Research on dwarf bunt. *Phytopath. Z.* 19: 441–482.
- Wächter R., Waldow F., Müller K. J. et al. (2007): Charakterisierung der Resistenz von Winterweizensorten und Zuchtlinien gegenüber Steinbrand (*Tilletia tritici*) und Zwergsteinbrand (*T. controversa*). *Nachrichtenbl. Deut. Pfl.*, 59, 30–39.
- Wilcoxson R. D., Saari E. E. (1996): Bunt and Smut diseases of wheat: Concepts and methods of diseases management. Mexico. D. F.: CIMMYT, 66p.
- Young P. A. (1935): A new variety of *Tilletia tritici* in Montana. *Phytopathology* 25: 40 (abstrakt).
- Zwatz B., Zedenbauer R. (1997): Weizensteinbrand: Eine „explosive“ Krankheit. *Der Pflanzenarzt* 1/2, 24–26.

Adresa autorů:

Ing. Marie Váňová, CSc., Ing. Zuzana Klemová, Ing. Dagmar Spitzerová, Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž, e-mail: vanova.marie@vukrom.cz
Doc. Dr. Ing. Jaroslav Benada, Kroměříž

Výsledky byly získány za podpory MZe ČR v rámci projektu NAZV QH 1105 a NAZV QG 500 41

Recenzováno

Vliv hnojení dusíkem na redox potenciál v ornici při pěstování pšenice a ječmene v konvenčním systému hospodaření

(Effect of nitrogen fertilization on the redox potential of top soil in the cultivation of wheat and barley the conventional farming system)

Střalková Radomíra, Krofta Stanislav, Podešvová Jitka, Lecianová Eva
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Souhrn

V práci byl hodnocen vliv hnojení dusíkem na změny redox potenciálu (RP) při pěstování pšenice ozimé a ječmene jarního v 9-ti honném osevním postupu s konvenčním systémem hospodaření. Sledování probíhala v letech 2004–2009 na polních pokusech v Kroměříži (Černozem luvická). Vzorky byly odebrány z ornice 0–30 cm, od dubna do července na dusíkem nehnojených a hnojených variantách. RP byl stanoven potenciometricky pomocí kombinované platinové elektrody po dobu 15 min. Hodnoty RP jsou uváděny bez přepočtu na potenciál standardní vodíkové elektrody. Na sledovaných variantách byly naměřené hodnoty RP v rozsahu 200–474 mV. Nejvíce hodnot se nacházelo v intervalu 350–450 mV. Průměrné hodnoty RP v ornici 0–30 cm se pohybovaly v rozsahu 318–369 mV. Vliv hnojení dusíkem se projevil statisticky průkazně ($p > 0.05$) u pšenice ozimé po ječmeni jarním a po vojtěšce.

Klíčová slova: redox potenciál, černozem, ornice, pšenice ozimá, ječmen jarní, systém hospodaření konvenční, dusík

Summary

In this work, the effect of nitrogen fertilization on changes in redox potential (RP) at cultivating winter wheat and spring barley in a 9-course crop rotation system under conventional farming was evaluated. Monitoring took place in field experiments at Kromeriz (luvi-haplic chernozem) in 2004–2009. Samples were taken from the 0–30 cm topsoil, in non-fertilized and nitrogen-fertilized variants from April to July. RP was determined potentiometrically using a combined platinum electrode for 15 min. RP values are exclusive of conversion to a standard hydrogen electrode potential. RP values measured in the observed variants ranged between 200 and 474 mV. Most values were in the range of 350–450 mV. Average values of RP in 0–30 cm topsoil were in the range of 318–369 mV. The effect of nitrogen fertilization was statistically significant ($p > 0.05$) in winter wheat after spring barley and alfalfa only.

Keywords: redox potential, chernozem, topsoil, winter wheat, spring barley, the conventional system of farming, nitrogen

Úvod

Redox potenciál je fyzikálně-chemickou veličinou, jejímž stanovením lze získat cenné poznatky o chemickém složení půdy a jiných materiálů, i o chemických a biologických procesech v nich probíhajících. Měření redox potenciálu má značný význam, neboť jeho hodnota souvisí s kvalitou půdního prostředí a integruje fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy. Vzhledem k tomu, že metoda stanovení je jednoduchá a ekonomicky nenáročná, lze ji použít jak v laboratoři, tak v polních podmínkách.

Měření redox potenciálu se dnes využívá při zjišťování kvality půdy (Pokorný, 1996, Bohrerova-Novotná, 2000, 2002, 2004, Střalková, 2008), reakce rostlin na přemokření (Benada, 1995, 2008), hnojiva (Ebertová, 1959) i kvality potravin (Heilmann a kol., 2008).

Na našem pracovišti využíváme měření redox potenciálu od roku 1994 a to zejména ke studiu změn půdních vlastností při pěstování pšenice ozimé a ječmene jarního. V této práci jsme hodnotili vliv dusíkatého hnojení na změnu redox potenciálu v ornici 0–30 cm. Tedy ne v prostředí silně utuženém nebo zaplaveném vodou, ale v půdě, která má dobré aerační podmínky dané půdním typem, správným osevním postupem, režimem hnojení a dobrou agrotechnikou.

Materiál a metody

Studium redox potenciálu (dále jen RP) v půdě probíhalo na polních pokusech Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži, s.r.o. v letech 2004–2009. Půdní vzorky byly odebrány ve čtrnáctidenních intervalech v průběhu vegetačního období z ornice 0–30 cm, na půdním typu černozem luvická ČMI, z pozemků osetých obilovinami po různých předplodinách, a na jaře dusíkem nehnojených (0 N kg.ha⁻¹) a dusíkem hnojených (50 N kg.ha⁻¹) variantách.

Sledované varianty (Tab. 3) byly součástí 9-ti honného osevního postupu (vojtěška 1. rok, vojtěška 2. rok, pšenice ozimá, ječmen jarní, řepa cukrovka, ječmen jarní, pšenice ozimá, kukuřice na siláž, ječmen jarní) s konvenčním systémem hospodaření. V rámci celého osevního postupu byl používán klasický způsob zpracování půdy s orbou, sláma obilnin byla sklížena, chrást cukrovky byl ponechán na poli (v letech 1993–2000 se chrást z pole odvázel, od roku 2001 je zaoráván). Fosforem a draslíkem se všechny pozemky hnojily každoročně, výjimkou byl pouze hon s vojtěškou, kde se hnojilo zásobně na dva roky před založením porostu na podzim. Dávky P a K hnojiv se stanovily podle zásoby přijatelných živin v půdě. Pozemky s pšenicí ozimou byly přihnojeny dusíkem ve fázi sloupkování a pozemky s ječmenem jarním byly přihnojeny ve fázi druhého vyvinutého lístku.

Metoda stanovení RP

Základní metodou stanovení RP pro naši práci byla metoda popsaná v praktiku půdoznalství autorů Dvorník a kol. (1978), podle které byla do kompaktního vlhkého vzorku zavedena platinová elektroda (+ pól) jako měrná a referentní elektroda kalomelová (- pól) a to do hloubky alespoň 2 cm od povrchu (povrchová oxidace). Výsledky by měly být zaznamenávány do tabulky, kde je sloupec času (vždy vztažen k celé jedné minutě, od 0 až 15 minut). Výsledky čtyř čtení během 30 vteřinového intervalu by měly být zprůměrovány, takže ke každé celé minutě by příslušela pouze jedna hodnota redox potenciálu. Takto bylo prováděno měření dříve a to v letech 1994–1999.

Od roku 2004 bylo měření RP prováděno již novým měřicím přístrojem Meazura 1000 se systémem XBM Magic, který byl vybaven datalogem a tak umožňoval kontinuální záznam dat do paměti přístroje a jejich následný přenos do osobního počítače. K přístroji byly připojeny tři kombinované elektrody pro měření RP.

Tyto kombinované laboratorní elektrody (články) ORP obecně slouží pro měření redox potenciálu v roztocích. Sdružují v sobě měrnou platinovou elektrodu a referentní argentchloridovou

elektrodu, která je s vnějším prostředím propojena keramickou fritou nebo syntetickou diafragmou. Měrná elektroda nevyžaduje žádnou zvláštní údržbu mimo uchování povrchu v čistotě a smáčivém stavu. Referentní elektroda vyžaduje občasnou kontrolu a doplnění elektrolytu. V průběhu let měření jsme vyzkoušeli dva druhy elektrod, které se lišily spojením platinového článku s elektrodou. Jeden druh elektrod měl platinový hrot délky 4 mm a průměru 1 mm, druhý druh elektrod byl opatřen kruhovou platinovou ploškou a ta se nakonec ukázala jako vhodnější pro měření RP v kompaktních půdních vzorcích, protože se neohýbala a nelámala. Výběr měřicího přístroje a RP elektrod byl podřízen požadavku na možnost měření jak v laboratoři tak v polních podmínkách.

Výsledky RP, které jsou hodnoceny v této publikaci, byly naměřené na výše popsaném přístroji Meazura 1000 systémem XBM Magic s digitálním záznamem dat. Odebrané vzorky půdy byly přesáté přes síto s 5 mm oky, uzavřeny do igelitového sáčku kvůli zachování přirozené vlhkosti vzorku a měřeny v laboratoři. Prosívání půdy bylo provedeno z důvodů sjednocení zpracování vzorku pro biologické analýzy. Jako výsledná hodnota RP byla brána poslední hodnota po 15 minutách měření, kdy došlo k její ustálení, bez přepočtu na potenciál standardní vodíkové elektrody.

Klimatologické a agroklimatologické zařazení

Lokalitu Kroměříž lze zařadit podle klimatické klasifikace do oblasti teplé (A) a do okrsku teplého, mírně suchého s mírnou zimou (A3). Podle agroklimatologického členění patří lokalita do makrooblasti teplé (1.1), oblasti dostatečně teplé (1.1.3.), podoblasti převážně suché (1.1.3.2.), okrsku poměrně mírné zimy (Žalud, 1999).

Naše sledování probíhala v průběhu vegetačního období od dubna do července. Z pohledu průměrných měsíčních teplot vzduchu (Tab. 1) jsme tedy hodnotily RP v půdě v období, které bylo teplotně normální až silně teplé (roky 2004, 2005 a 2008), normální až mimořádně teplé v roce 2006 a 2009, a nejteplejší byly měsíce v roce 2007, které byly teplé až mimořádně teplé. Podle sumy srážek v jednotlivých měsících (Tab. 2) jsme zaznamenaly roky srážkově normální a to roky 2005 a 2008 a srážkově velmi proměnlivé roky 2004, 2006 a 2007, 2009. Hodnocení teplotních a srážkových poměrů probíhala podle dlouhodobého průměru let 1901–1950 z dat naměřených na Meteorologické stanici v Kroměříži.

Výsledky a diskuse

V této publikaci byly vyhodnoceny 6-ti leté výsledky sledování změn redox potenciálu v půdě. Charakter naměřených hodnot dokumentuje histogram četností (Graf 1), ve kterém byly hodnoty rozděleny do vybraných kategorií. Toto rozdělení ukázalo, že na sledovaných variantách byly naměřené hodnoty RP v rozsahu od 200 mV (MIN) do 551 mV (MAX) a nejvíce hodnot se nacházelo v intervalu od 350 mV do 450 mV. Průměrné hodnoty RP v ornici 0–30 cm se pohybovaly v rozsahu 318–369 mV (Tab. 3).

Vliv varianty na RP

Výsledky byly statisticky hodnoceny analýzou variance (Excel'97) a potvrdily vliv varianty na hodnoty redox potenciálu v půdě. Mezi sledované varianty byly zařazeny jak plodiny a předplodiny, tak i dusíkaté hnojení, na které jsme se zaměřili v této publikaci.

Statisticky průkazný rozdíl ($p > 0.05$) mezi předplodinami se projevil u pšenice ozimé na dusíkem nepřihnojených variantách a to mezi variantami A*K1 a B*K1 (Graf 2). Na dusíkem přihnojených variantách vliv předplodiny nebyl statisticky průkazný. U ječmene jarního vliv předplodiny nebyl statisticky průkazný na žádné z sledovaných variant.

Vliv dusíkatého hnojení se v polních podmínkách projevil statisticky průkazně a to na variantách pšenice ozimé po ječmeni jarním

A*T a po vojtěšce B*U (**Graf 2**). Na dusíkem hnojených variantách (T, U) byl RP v půdě průkazně vyšší než na nehnojených (A, B). Z toho vyplývá, že nitrátová forma dusíkatého hnojiva dodaná do půdy zvyšuje její RP ve prospěch oxidačních procesů. K podobným výsledkům dospěl i *Benada (1995)*, který v laboratorních pokusech s ječmenem jarním ve fázi klíčení došel měření RP k závěru, že kořeny jsou schopny využít k dýchání kyslík z dusičnanu a tím na přechodnou dobu navodí aerobní podmínky i při zaplavení vodou. Dodání dusičnanu do půdy totiž způsobilo nárůst hodnot RP.

U pšenice ozimé po kukuřici se vliv dusíkatého hnojení na RP neprokázal. Jedním z důvodů může být samotná variabilita naměřených hodnot, která byla nejvyšší právě po kukuřici, kde směrodatná odchylka dosáhla 57 a 60 mV (Tab. 3). Může to být způsobeno vysokou heterogenitou prostředí v důsledku pěstování předplodiny kukuřice.

Stejně tak u ječmene jarního se vliv hnojení na RP neprokázal ani na jedné ze sledovaných variant. Na základě tohoto zjištění můžeme vyslovit takový závěr, že zpracování půdy v období jeho předseťové přípravy ovlivňuje RP v půdě více, než samotné dusíkaté hnojení aplikované ve fázi 2. lístku.

Kromě vlivu dusíkatého hnojení na RP v půdě byly zjištěny i další statisticky průkazné rozdíly ($p > 0.05$) a to u pšenice ozimé po ječmeni jarním „A“ a variantami C, D, K2, U, V, X, K3, K4 a u pšenice ozimé po vojtěšce „B“ a variantami D, K2, T, V, X, K3 a K4. Některé rozdíly RP v ornici prokázala už *Novotná (2001)* z výsledků měření v letech 1994–1999 a to mezi variantami A*D, B*C a B*D. *Pokorný (1996)* ve své práci prokázal rozdíly mezi variantami, nikoliv mezi ročníky, a poukázal na to, že zařazení obilniny v osevním sledu má na RP ornice větší vliv než ročník.

Jakým způsobem ovlivnil ročník RP v půdě v námi sledovaném období let 2004–2009, bude předmětem dalšího statistického hodnocení získaných dat. A tím bychom z praktického hlediska chtěli směřovat k cíli, nalézt vztah dusík x redox x výnos (nebo kvalita). Pokud by totiž taková závislost byla prokázána, byla by velmi vhodným diagnostickým prostředkem při řízení porostu během vegetace.

Závěry

- Hodnoty RP v ornici 0–30 cm neklesly v období od dubna do července pod 200 mV, což ukazuje na převahu oxidačních procesů v půdě.
- Byl prokázán vliv nitrátového dusíku ($N.NO_3$) na RP a to u pšenice ozimé po předplodině ječmen jarní a vojtěška.
- Byl potvrzen vliv varianty na RP v ornici 0–30 cm a to u dusíkem nehnojené pšenice ozimé po ječmeni jarním a po vojtěšce a ostatními sledovanými variantami.
- U ječmene jarního žádné statisticky průkazné rozdíly RP nalezeny nebyly.

Literatura

- Benada, J. (1995): K měření redoxního potenciálu v půdě. *Obilnářské listy*, 3, 1995, 3, 48–49
- Bohrerova, Z., Stralkova, R., Podesvova, J., Bohrer, G., Pokorny, E. (2004): The relationship between redox potential and nitrification under different sequences of crop rotations. *Soil and Tillage Research*, 2004, 77: 1, pp. 25–33, 28 ref.
- Dvorník J., Haslbach J., Příkladková E., Šíbl V. (1978): Praktikum půdoznalství. Vysoká škola zemědělská v Brně, s. 67–68
- Ebertová H. (1959): Metoda stanovení oxydoredukčních potenciálů v roztocích humátů v kompostu a v půdě. *Sborník Československé akademie zemědělských věd*, Ročník 5 (XXXII), číslo 4, s: 479–494
- Novotná, Z., Podešvová, J., Střalková, R., Pokorný, E. (2002): Interaction between redox potential and physical characteristics

in luvis chernozem. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Brno, MZLU v Brně, L (1): 125–133

Novotná Z. (2001): Dynamika půdních oxidačně redukčních podmínek v modelových osevních sledech. [dizertační práce], MZLU v Brně, str.60

Novotná, Z., Podešvová, J., Střalková, R., Pokorný, E. (2002): Interaction between redox potential and physical characteristics in luvis chernozem. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Brno, MZLU v Brně, L (1): 125–133

Pokorný E., Střalková R., Podešvová J. (1996): Vztah mezi osevním sledem, redoxními poměry a biologickou aktivitou ornice. *Obilnářské listy*, 4, 1996, (4): 60–62

Střalková R., Pokorný E., Bohrerova Z., Podešvová J. (2008): *Soil redox potential – measurement method and results. Proceedings, XIII. International Conference Electrochemical Quality Test, Lednice 22.–23. 5. 2008, p.171–179*

Žalud, Z. (1999): Meteorologické a agrometeorologické hodnocení vegetační periody v období od 1. 9. 1998 do 20. 11. 1999. In: Střalková, R., Pokorný, E., Šarapatka, B., Žalud, Z., Zehnálek, J., Ponížil, P. (1999): Optimalizace výživy obilnin. [výroční zpráva] Kroměříž, Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

Poděkování

Publikované výsledky byly dosaženy v rámci výzkumného záměru MSM 2532885901 „Optimalizace faktorů trvalé udržitelnosti rostlinné produkce na základě vývoje geneticko-šlechtitelských, diagnostických a rozhodovacích metod“ na jehož řešení byl poskytnut příspěvek MSM ČR.

Recenzováno

LYNX®
Kudy teče,
tudy léčí ...

**Nepostradatelný
morforegulátor
a fungicid v řepce**

LYNX
Brání přerůstání
řepky na podzim

LYNX
Ideálně připravuje
řepku k přezimování

LYNX
Působí proti všem
chorobám řepky

**Informace:
602 523 607**

Dow AgroSciences

Tab. 1: Teplotní charakteristika měsíců

Podle dlouhodobého průměru let 1901–1950 z Meteorologické stanice v Kroměříži

rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Duben	teplý	teplý	teplý	silně teplý	normální	mimořádně teplý
Květen	normální	normální	normální	teplý	normální	normální
Červen	normální	normální	teplý	mimořádně teplý	silně teplý	normální
Červenec	normální	normální	mimořádně teplý	silně teplý	teplý	teplý

Tab. 2: Srážková charakteristika měsíců

Podle dlouhodobého průměru let 1901–1950 z Meteorologické stanice v Kroměříži

rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Duben	normální	vlhký	silně vlhký	mimořádně suchý	normální	mimořádně suchý
Květen	silně suchý	normální	vlhký	normální	normální	normální
Červen	vlhký	normální	vlhký	vlhký	suchý	vlhký
Červenec	suchý	normální	mimořádně suchý	normální	normální	normální

**Tab. 3: Průměrné hodnoty redox potenciálu (mV)
v ornici 0–30 cm v roce 2004–2009**

symbol	varianta	Počet měření „n“	Průměr ORP (mV)	směrodatná odchylka (mV)
<i>nehnojené</i>				
A	Pš.oz./ječ.jar. – 0 N	46	318	54
B	Pš.oz./vojt. – 0 N	45	334	54
C	Ječ.jar./pš.oz. – 0 N	43	349	43
D	Ječ.jar./cukr. – 0 N	42	354	40
K1	Pš.oz./kuk. – 0 N	38	364	57
K2	Ječ.jar./kuk. – 0 N	35	369	60
<i>hnojené</i>				
T	Pš.oz./ječ.jar. – 50 N	33	355	34
U	Pš.oz./vojt. – 50 N	31	363	38
V	Ječ.jar./pš.oz. – 50 N	32	362	43
X	Ječ.jar./cukr. – 50 N	29	369	53
K3	Pš.oz./kuk. – 50 N	34	368	60
K4	Ječ.jar./kuk. – 50 N	33	362	60