

VODNÍ AKTIVITA A JEJÍ VYUŽITÍ V LESNÍM SEMENÁŘSTVÍ

odborné sdělení

APPLICATION OF WATER ACTIVITY IN FOREST SEEDS MANAGEMENT

short communication

LENA BEZDĚČKOVÁ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice, Na Záhonech 601, 686 04 Kunovice, Czech Republic

e-mail: bezdeckova@vulhmuh.cz

ABSTRACT

This paper focuses on water activity and its potential application in forestry tree seed management, such as seed moisture control during drying and storage. Moisture content in seeds is crucial to long-term survival of stored seeds, as it affects the rate of metabolic and deteriorative reactions. Therefore, understanding of the relationship between the storage temperature, relative humidity and seed water content is essential for developing optimal seed storage protocols. Water activity (a_w) measurement is a concept developed and mainly used in food-processing (food-safety). Water activity illustrates the energy status of water and consequently its degree of availability and mobility in biological materials. Water activity provides data about availability of water for fungi, yeasts and hydrolytic reactions influencing successful seed storage. Measurement of water activity is a non-destructive, rapid method for detecting moisture of seeds; seed lots can be tested regularly without spoilage and information collected is reliable. Water sorption isotherm describes the relationship between water activity and the seed moisture content at a given temperature.

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: vodní aktivita; sorpční izoterma; skladování osiva; lesní semenářství

Key words: water activity; sorption isotherm; seed storage; forest seeds management

ÚVOD

Historie měření vodní aktivity započala před více než 50 lety (BALDET et al. 2008). Měření vodní aktivity se v současné době nejvíce využívá v potravinářství při zjišťování kvality a trvanlivosti potravin. Znalost vodní aktivity je důležitou složkou kontroly při zpracování potravin ve vztahu k výskytu mikroorganismů a růstu patogenů (LABUZA 1975). Před několika lety se ve světě téma vodní aktivity začalo objevovat také ve vědeckých publikacích, týkajících se osiva nejen zemědělských plodin, lesních dřevin, ale např. i rostlin z rodu kosmaticovitých, podražcovitých, prýšcovitých či uzlencovitých (PROBERT et al. 2003; ASOMANING et al. 2011). Dobré výsledky, snadné použití metody či dostupnost měřicí techniky nakonec vedly k tomu, že Mezinárodní asociace pro testování osiv (ISTA) zahájila v roce 2015 testování této metody s cílem začlenit měření vodní aktivity do své normy. Význam obsahu vody v semenech, aby se uchovala co nejdéle jejich životaschopnost, je dobře znám (TOMPSETT, PRITCHARD 1998; SUSZKA 2000; SUN 2002). Práce se semeny v provozních podmín-

kách vyžaduje stanovení obsahu vody v semenech ihned po sběru, před uskladněním a v průběhu skladování. Voda spolu s kyslíkem, teplotou, světlem či tmou patří mezi nejdůležitější vnější faktory ovlivňujícími klíčivost semen. Například během předosevní přípravy hraje důležitou roli pro uvolnění semen z dormance dostatečná hydratace semen. Voda se v pletivech vyskytuje jako voda vázaná a voda volná (BALDET, COLAS 2010, obr. 1). Vázaná voda je dvojitě typu: (i) „strukturální“ neboli „jednovrstevná“ voda je pomocí iontových vazeb silně vázaná s ostatními molekulami (4–6 kJ/mol; hodnoty vodní aktivity 0–0,25), nemrzne, nevypařuje se a je obtížně dosažitelná např. pro mikroorganismy a (ii) voda „vícevrstevná“, která je spojena s ostatními molekulami v buňce volněji (1–3 kJ/mol; hodnoty vodní aktivity 0,25–0,75) než voda „strukturální“. Volná voda se může odpařovat nebo zmrznout a nachází se např. ve vakuolách a je s ostatními molekulami spojena pouze slabě (0–0,3 kJ/mol; hodnoty vodní aktivity 0,75–1). Pro zjištění množství vody (např. v potravinách či osivu) existují dva základní typy analýzy: stanovení obsahu vody (vlhkosti) a měření vodní aktivity.

Obsah vody

Dle ČNI (2006) je obsah vody v procentech původní hmotnosti dán rozdílem hmotnosti semen před vysoušením a hmotností semen po vysušení. Stanovení obsahu vody je kvantitativní nebo objemová analýza pro stanovení celkového množství vody přítomné v dané látce. Tato metoda zahrnuje sušení po dobu 17 ± 1 hodin při teplotě 103 ± 2 °C. Vysoká teplota však činí tuto metodu nevhodnou v tom, že je destruktivní a nelze ji použít u malých (nebo vzácných) vzorků osiva. Pro stanovení obsahu vody u semen lesních dřevin lze použít např. přístroj Brabender MT-C anebo analyzátor vlhkosti Kern DLB-160-3A.

Vodní aktivita (rovnovážná relativní vlhkost)

Mikrobiální buňka obsahuje 80–90 % vody, v níž probíhají všechny chemické reakce. Pro mikroorganismy je určující, zda voda v materiálu (např. potravinách, semenech) je pro ně dosažitelná a mohou ji využít pro svůj růst (BARBOSA-CÁNOVAS et al. 2007). Pro takto dosažitelnou „volnou“ vodu, která je k dispozici v daném materiálu a není chemicky vázána, byl zaveden termín vodní aktivita, resp. aktivita vody se zkratkou „ a_w “ (FONTANA 1998; BALDET, VERGER 2004). Zkratka vznikla z anglického termínu „available water“, tj. česky „dosažitelná voda“. Vodní aktivita není totožná s obsahem vody v materiálu, který určuje obsah celkové, tj. volné i vázané vody v dané látce. Vodní aktivitu lze chápat také jako ekvivalent k rovnovážné relativní vlhkosti (eRH: equilibrium relative humidity). Vodní aktivita je relativní vlhkost vzduchu v rovnováze se vzorkem v uzavřené měřicí komoře. Jedná se tedy o poměr tlaku vodní páry (p) nad danou látkou (biologickým materiálem) k tlaku vodní páry nad čistou vodou (p_o) při dané teplotě. Vynásobením vodní aktivity (a_w) číslem 100 dává procentuální rovnovážnou relativní vlhkost atmosféry v rovnováze s danou látkou (FONTANA 1998; BALDET, COLAS 2010).

Hodnoty vodní aktivity se pohybují v rozmezí od 0 pro naprosto suchou látku do 1 pro destilovanou vodu (BALDET et al. 2008; KASAL 2010). Mikroorganismy ke svému životu potřebují určité minimální množství volné vody odpovídající určitým hodnotám vodní aktivity. Při nižších hodnotách vodní aktivity nerostou, nemnoží se a nemohou např. způsobit zkažení potravin, tvorbu toxinů nebo ztrátu klíčivosti semen. Hlavní význam vodní aktivity je v tom, že určuje, zda v dané látce může nebo nemůže dojít k pomnožování mikroorganismů. Vodní aktivita je tak určujícím faktorem nejen trvanlivosti potravin, ale i skladovatelnosti osiva lesních dřevin. Limitující hodnota vodní aktivity pro různé druhy mikroorganismů se liší. Obecně bakterie vyžadují pro růst více dostupné vody, tj. prostředí s vyšší vodní aktivitou, zatímco kvasinky a plísňe jsou tolerantní k nižším hodnotám vodní aktivity. Minimální hodnota pro bakterie je 0,90–0,91, pro kvasinky 0,87–0,94 a pro plísňe 0,70–0,80. Převážná část mikroorganismů není schopna růstu při vodní aktivitě pod 0,60 (FONTANA 1998). Rovnovážná relativní vlhkost dosahuje hodnot 0–100 %, tudíž 1 % rovnovážné relativní vlhkosti odpovídá hodnotě 0,01 vodní aktivity.

Definice vodní aktivity (viz FONTANA 2008):

$$\text{vodní aktivita } (a_w) = \frac{p}{p_o} = \frac{\%eRH}{100},$$

kde

p je tlak vodní páry v okolí vzorku při dané teplotě

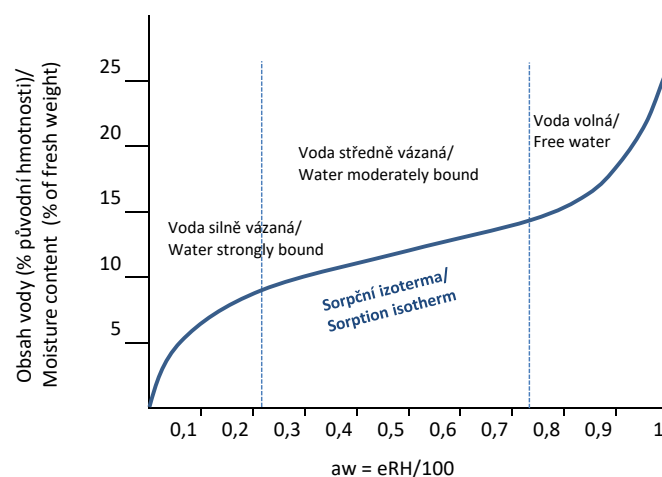
p_o je tlak vodní páry čisté (volné) vody při dané teplotě

Sorpční izoterma – vztah vodní aktivity k obsahu vody

Vztah mezi vodní aktivitou a obsahem vody (dle ČNI 2006) při dané teplotě zobrazuje sorpční izoterma (ASOMANING et al. 2011, obr. 1). Vztah mezi vodní aktivitou a obsahem vody není lineární. Sorpční izoterma je charakteristická pro každý produkt (oddíl osiva) a je nutno ji odvodit samostatně (ALHAMDAN, ALSADON 2004). Izotermy mohou být sestaveny dvěma způsoby. Pomocí desorpce (sušení), kdy za počáteční bod považujeme hodnotu vodní aktivity $a_w = 1$, nebo pomocí adsorpce (vlhčení), kde je počátečním bodem uvažována hodnota vodní aktivity $a_w = 0$ (PŘÍHODA et al. 2004). Sorpční izotermy lze použít při odvození vodní aktivity z obsahu vody, stejně tak lze odvodit z obsahu vody na základě izotermy vodní aktivitu (FONTANA 2008). Daným hodnotám vodní aktivity i obsahu vody odpovídá vždy určité rozpětí hodnot druhé veličiny, což je způsobeno typem a umístěním vody v pletivu a buňce a obsahem různých makromolekulárních a osmotických látek (MARIETTE 2010). Pro odvození izotermy existují i tzv. generátory izoterm. Jedná se o přístroje využívající metody dynamické izotermy rosného bodu, např. AquaSorp, který vytváří přesné adsorpční a desorpční křivky izoterm během 24 hodin (PŘÍHODA et al. 2004).

Vodní aktivita u semen lesních dřevin

Semena se dělí podle schopnosti snést určitou kritickou mez vysušení a snížení teploty na semena ortodoxní a rekalcitrantní. Semena rekalcitrantní (dub, ořešák, líska, kaštanovník, javor klen atd.) mají i po dosažení morfologické zralosti vysoký obsah vody a jsou citlivá na vysušení. Jejich kritická hranice obsahu vody se pohybuje kolem 30–50 %. Naproti tomu semena ortodoxní již v průběhu zrání vysychají a dobře snášejí i další vysušení na obsah vody 5–10 %, tudíž mohou být skladována dlouhou dobu při nízkých teplotách (jedle, buk, smrk, borovice, modřín, olše atd.) (PALÁTOVÁ 1999). Vodní aktivita je v lesním semenářství použitelná právě pro ortodoxní semena, neboť pouze nízkým hodnotám obsahu vody odpovídají hodnoty od 0 do 1. Osivo s obsahem vody nad 10 % má vždy hodnotu a_w blízkou 1 (BALDET, COLAS 2010). Znalost optimální teploty a hodnot vodního



Obr. 1.

Model sorpční izotermy vyjadřující vztah vodní aktivity a obsahu vody (dle ČNI) se zobrazuje rozdělením vody v buněčné matrix (upraveno dle BALDET, VERGER 2004)

Fig. 1.

The different parts of a sorption isotherm (model); adapted according to BALDET, VERGER 2004

potenciálu (obsah vody, vodní aktivita) jsou klíčovými faktory určujícími uchování životaschopnosti semen při skladování (ALHAMDAN, ALSADON 2004). Měření vodní aktivity místo stanovení obsahu vody je v praxi využíváno především bankami osiva, jakou je např. Millennium Seed Bank v Kew v Anglii (BIRCH 2001; BALDET et al. 2008). V České republice se používá stanovení obsahu vody např. u semenné suroviny nebo semen po sběru, během zpracování a sušení semen ke skladování. I v průběhu skladování se kontroluje obsah vody, jelikož i malá změna obsahu vody v semeni může mít velký vliv na životnost a klíčivost skladovaných semen. Kontrola stavu vody při skladování je preventivním opatřením s ohledem na fakt, že všechna semena jsou hygroskopická a mají sklon absorbovat nebo resorbovat vlhkost v závislosti na relativní vlhkosti okolí (PROBERT et al. 2003; ASOMANING et al. 2011). Stanovení obsahu vody je kvantitativní analýza, která stanovuje celkové množství vody ve vzorku (vodu vázanou i volnou), avšak není spolehlivým indikátorem pro předpovídání mikrobiálních odezev a chemických reakcí v biologickém materiálu. Naproti tomu vodní aktivita vyjadřuje míru energetického stavu vody v systému, tudíž je lepším indikátorem skladovatelnosti biologického materiálu než obsah vody (VERTUCCI, ROOS 1990). Stanovení vodní aktivity je navíc nedestruktivní metoda, a protože se pro měření používají velmi malé vzorky (PROBERT et al. 2003; BALDET, VERGER 2004), je metoda vhodná i pro velmi malé oddíly osiva. Využitím vodní aktivity jako faktoru určujícího skladovatelnost semen dřevin druhů boreální oblasti a implementací metody jako laboratorní techniky se zabývali v Berthier Tree Seed Centre v Kanadě ve spolupráci s výzkumným ústavem Cemagref ve Francii. Na základě dat získaných v letech 2008–2010 byla prokázána spolehlivost této metody, její snadné použití i velká úspora energie (COLAS et al. 2010). COLAS, BALDET (2010) ve svých studiích s 11 dřevinami prokázali, že i přes vnitrodruhovou variabilitu získaných sorpčních izoterm je možné využívat měření vodní aktivity jako spolehlivou nedestruktivní a rychlou metodu při získávání informací

o vodním potenciálu ortodoxních semen. Pro každý studovaný druh byla na základě izoterm stanovena hodnota vodní aktivity (tzv. inflexion point), po jejímž dosažení se semena nacházejí ve stabilním, optimálním stavu pro skladování (tab. 1). Na základě svých výsledků formulovali COLAS, BALDET (2010) hypotézu o existenci obecně platné optimální hodnoty vodní aktivity (0,35) pro skladování ortodoxních semen. Při této hodnotě vodní aktivity byla prokázána nejmenší chemická i biotická degradace u většiny zkoumaných druhů semen.

Měření vodní aktivity

Na trhu existuje několik přístrojů, které stanovují hodnotu vodní aktivity výpočtem z relativní vlhkosti vzduchu uzavřeného prostoru, ve kterém je umístěn vzorek. Systém měření je níže vysvětlen na přístroji od firmy ROTRONIC (HP23 – AW-SET) sestávajícího ze základního měřidla zobrazujícího naměřené hodnoty a sondy (obr. 2). Samotné měření se provádí digitální sondou, která měří relativní vlhkost a všechny zobrazené hodnoty se vypočítávají na základě teploty a relativní vlhkosti. Přístroj je přenosný a lze jej použít v terénu. Tato měřicí sada byla použita např. ve studii BALDET et al. (2008), která se zabývala měřením vodní aktivity semen lesních dřevin nebo je používána v Millennium Seed Bank v Kew v Anglii (BIRCH 2001). Teplota prostředí má přímý vliv na vodní potenciál semene. Rozdíl mezi teplotou vzorku (např. semen) a teplotou okolí větší než 5 °C může ovlivnit naměřené hodnoty a prodloužit dobu, za kterou je dosaženo rovnovážného stavu (Rotronic Humidity Handbook 2005). Vzorek skladovaného osiva se před měřením vodní aktivity musí ponechat dostatečně dlouhou dobu temperovat, aby se vyrovnala teplota semen s teplotou prostředí. Pro semena lesních dřevin, která jsou uskladněna při teplotách kolem -5 °C, se doporučuje temperovat vzorek cca 15 hodin při teplotě, při které proběhne měření (BALDET, COLAS 2010). Ve zkušební laboratoři Semenářská kontrola na VS Kunovice jsou všechny vzorky před měřením temperovány 24 hodin. Vzorek by měl pokrývat minimálně dno měřicí nádoby, ideální je naplnění asi do poloviny. Nádobka nesmí být zcela plná, aby nedošlo k znečištění filtru vedoucího ke zkresení výsledku (Rotronic Humidity Handbook 2005). Měření je třeba pro-



Obr. 2.
HP23 – AW-SET_sada pro měření vodní aktivity od firmy ROTRONIC (foto S. Panáčková)

Fig. 2.
HP23 – AW-SET_portable humidity and temperature instrument for water activity; by ROTRONIC (photo: S. Panáčková)

Tab. 1.

Hodnoty vodní aktivity (a_w) odpovídající optimálnímu stavu vodního managementu (tzv. inflexion point) pro skladování ortodoxních semen některých dřevin (podle BALDET, COLAS 2010)

Best stabilised a_w (inflexion point) for storage of orthodox seeds of some tree species (according to BALDET, COLAS 2010)

Druh/Species	Počet vzorků/ Number of samples	Optimální a_w / Optimal a_w (Inflexion point)	Obsah vody (% původní hmotnosti)/ Moisture content (% of fresh weight)
<i>Picea mariana</i>	20	0.38	6.7
<i>Picea glauca</i>	14	0.34	6.3
<i>Pinus banksiana</i>	20	0.36	7.6
<i>Pinus contorta</i>	8	0.38	8.1
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	12	0.36	7.0
<i>Thuja plicata</i>	8	0.38	7.3
<i>Abies balsamea</i>	5	0.33	6.2
<i>Fagus sylvatica</i>	15	0.31	7.7
<i>Fraxinus excelsior</i>	10	0.32	7.8
<i>Betula alleghaniensis</i>	10	0.37	7.0
<i>Carpinus betulus</i>	5	0.32	6.7

Poznámka/Note: Obsah vody dle ČNI 2006/Moisture content according to ČNI 2006

vádět v prostředí s konstantní teplotou bez velkých teplotních výkyvů. Přístroj lze při dodržení určitých zásad (např. rovný podklad, zamezení přímého slunečního záření atd.) použít i v terénu. Po naplnění měřicí nádoby vzorkem je nutné co nejdříve přiložit měřicí sondu, abychom zabránili výměně vlhkosti s okolním prostředím. Po aktivaci měření probíhá nejdříve vyrovnávací fáze, stabilizují se vlhkostní a teplotní hodnoty (cca 4 minuty). Poté se na displeji zobrazují první naměřené hodnoty vodní aktivity. Výslednou hodnotu vodní aktivity zaznamenáme v okamžiku, kdy se poslední naměřená hodnota ustálí (nemění) po dobu dvou minut (Rotronic Humidity Handbook 2005).

ZÁVĚR

Měření vodní aktivity je nedestruktivní metodou zjišťování vodního potenciálu semen. Vodní aktivitu lze chápat jako ekvivalent k rovnovážné relativní vlhkosti a lze z ní odvodit obsah vody. Stanovení obsahu vody je kvantitativní metoda, zatímco vodní aktivita poskytuje kvalitativní informaci o stavu vodní bilance v semeni. Potenciál měření vodní aktivity v lesním semenářství České republiky je při monitoringu vodní bilance v semeni během sušení či určení skladovatelnosti semenného oddílu. Metodu lze využít při kontrole stavu dlouhodobě skladovaných semen s možností včasné detekce možné degradace skladovaného materiálu. Jedná se o rychlou metodu s jednoduchou metodikou, vyžadující krátký praktický nácvik s použitím jednoduchého zařízení. Měření vodní aktivity je metodou méně náročnou na čas i energii, tedy i finančně výhodnější oproti vázkové metodě zjišťování obsahu vody.

Poděkování:

Práce vznikla v rámci řešení projektu NAZV QJ1520299 „Uplatnění douglasky tisolisté v lesním hospodářství ČR“.

LITERATURA

- ALHAMDAN A.M., ALSADON A.A. 2004. Moisture sorption isotherms of four vegetable seeds as influenced by storage conditions. *Transplant production and stand establishment. Acta Horticulturae*, 631: 63–70.
- ASOMANING J.M., SACANDE M., OLYMPIO N.S. 2011. Water sorption isotherm characteristics of seeds of six indigenous forest tree species in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*, 18: 15–28.
- BALDET P., VERGER M. 2004. Water activity as a more reliable method than moisture content applied to pollen and seed moisture management. In: *Forest genetics and tree breeding in the age of genomics. Progress and future. 2004 IUFRO joint conference of Division 2. Proceedings. IUFRO Forest Genetics Meeting, November 1–5, Charleston, South Carolina, USA.*
- BALDET P., COLAS F., BETTEZ M. 2008. Measurement of water activity on forest tree seeds: an efficient tool for seed bank management. In: *Proceedings of the ISTA Forest Tree and Seed Committee Workshop. Peri, Verona (Italy), June 12–14, 2008. Moisture session: 1 s.*
- BALDET P., COLAS F. 2010. Cemagref seed pollen dryer ruled with water activity (aw). In: *ISTA Workshop. Water activity measurement applied to seed testing. Cemagref, October 13–15, 2010, Montargis, France. Gestion des territoires – CemOA.*
- BARBOSA-CÁNOVAS G.V., FONTANA A.J., SCHMIDT S.J., LABUZA T.P. 2007. *Water activity in foods. Fundamental and applications.* Ames, Iowa, Blackwell: 435 s.
- BIRCH CH. 2001. Measuring water activity at the „Millennium Seed Bank“. In: *The original Rotronic humidity manual. All you never wanted to know about humidity and didn't want to ask. Rotronic Instrument Corp: 78–79.*
- COLAS F., BALDET P. 2010. Hydric characterization of forest orthodox seeds: building and analyzing sorption isotherms. In: *ISTA Workshop. Water activity measurement applied to seed testing. Cemagref, October 13–15, 2010, Montargis, France. Gestion des territoires – CemOA.*
- COLAS F., BALDET P., BETTEZ M. 2010. Operational implantation of water activity at Barthier Tree Seed Centre (Quebec). In: *ISTA Workshop. Water activity measurement applied to seed testing. Cemagref, October 13–15, 2010, Montargis, France. Gestion des territoires – CemOA.*
- ČNI 2006. Česká technická norma (ČSN 48 1211). *Lesní semenářství – Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin.* Praha, Český normalizační institut: 56 s.
- FONTANA A.J. 1998. Water activity: Why it is important for food safety. In: *NSF International Conference on Food Safety, November 16–18, Albuquerque, New Mexico, USA: 177–185.*
- FONTANA A.J. 2008. Water activity & pH measurement for food safety. In: *Retail Food Systems Research Conference. IFT Foodservice Division January 7/2008.*
- KASAL J. 2010. *Vliv technologie a surovin na stabilitu nášlehu marshmasllow. Diplomová práce. Zlín, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická: 60 s.*
- LABUZA T.P. 1975. Sorption phenomena in foods: theoretical and practical aspects. In: *Rha, Chokyun (ed.): Theory, determination and control of physical properties of food materials. Dordrecht, Reidel: 197–219. Series in Food Material Science; 1.*
- MARIETTE F. 2010. Water content, water distribution, water mobility: NMR point of view. In: *ISTA Workshop. Water activity measurement applied to seed testing. Cemagref, October 13–15, 2010, Montargis, France. Gestion des territoires – CemOA.*
- PALÁTOVÁ E. 1999. Teoretické aspekty skladování bukovic. In: *Pěstování sadebního materiálu z dlouhodobě skladovaného osiva buku a jedle. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Hradec Králové, 17. června 1999. Opava, AVE Centrum: 9–13.*
- PROBERT R.J., MANGER K.R., ADAMS J. 2003. Non-destructive measurement of seed moisture. In: *Smith R.D. et al. (ed.): Seed conservation. Turning science into practice. Kew, UK, Royal Botanic Gardens: 367–387.*
- PŘÍHODA, J. SKŘIVAN P., HRUŠKOVÁ M. 2004. *Cereální chemie a technologie 1: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. 1. Praha, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: 202 s.*
- Rotronic Humidity Handbook 2005 [online] [cit. 2018-10-15]. Dostupné na/Available on <http://www.rotronic-usa.com>.
- SUN W.Q. 2002. Methods for the study of water relations under desiccation stress In: *Black M., Pritchard H.W.: Desiccation and survival in plants: drying without drying., Wallingford, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux International: 47–91.*
- SUSZKA B. 2000. *Nowe technologie i techniki w nasiennictwie lesnym.* Warszawa: 269 s.
- TOMPSETT P.B., PRITCHARD H.W. 1998. The effect of chilling and moisture status on the germination, desiccation tolerance and longevity of *Aesculus hippocastanum* L. seed. *Annals of Botany*, 82: 249–261. DOI: 10.1006/anbo.1998.0676
- VERTUCCI CH.W., ROOS E.E. 1990. Theoretical basis of protocols for seed storage. *Plant Physiology*, 94: 1019–1023. DOI: 10.1104/pp.94.3.1019

APPLICATION OF WATER ACTIVITY IN FOREST SEEDS MANAGEMENT short communication

SUMMARY

Water activity (a_w) measurement is a concept developed and mainly used in food-processing (food-safety). It is a thermodynamic parameter defined in comparison with the chemical potential of pure water. Water activity can be expressed as an osmotic pressure between water and organic molecules. It ranges from 0 (a completely dry substance) to 1 (distilled water), and corresponds to an equilibrium relative humidity from 0% to 100%.

Moisture content in seeds is crucial to long-term survival of stored seeds, as it affects the rate of metabolic and deteriorative reactions. Therefore, understanding the relation between storage temperature, relative humidity and seed water content is essential for developing optimal seed storage protocols. Moisture content is only a quantitative parameter, on the contrary water activity adds some qualitative information (if water is available or not for agents such as fungi, yeasts and hydrolytic reactions). Water activity illustrates the energy status of water and consequently its degree of availability and mobility in biological materials (Fig. 1). The main importance of water activity is that it determines whether or not microorganisms can be propagated in a given substance. The limiting value of water activity for different types of microorganism varies. The minimum water activity value for bacteria is 0.90–0.91, for yeast 0.87–0.94 and for mould 0.70–0.80. The majority of microorganisms are unable to grow at a water activity below 0.60. Water activity is useful for orthodox seeds since only low moisture content values correspond to values from 0 to 1.

Water sorption isotherm describes the relationship between water activity and the seed moisture content at a given temperature (Fig. 1). The relationship between water activity and the seed moisture content is not linear. Water sorption isotherm is characteristic for each product (seed lots). Water activity measurement is a non-destructive test, seed lots can be tested regularly without spoilage and information collected is reliable. It is also a rapid test, which requires only simple equipment and limited training. The apparatus (e.g. a_w meter ROTRONIC, Fig. 2) is portable and can be used at any time from seed collection to seed utilization. Water activity is the reliable method applicable to seed management for checking seed maturity before harvest, monitoring seed drying and regular checking during storage. Measurement of water activity instead of water content is in practise used mainly by seed banks. It is also very useful for small seed lots.

Zasláno/Received: 26. 10. 2018

Přijato do tisku/Accepted: 10. 04. 2019