

VÝZNAM OXIDU UHLIČITÉHO A ETHYLENU V PROCESU SLADOVÁNÍ

ROLE OF CARBON DIOXIDE AND ETHYLENE DURING STORAGE PROCESS

JOSEF PROKEŠ¹, HELENA FIŠEROVÁ², ALENA HELÁNOVÁ¹, JIŘÍ HARTMANN³¹VÚPS Praha, a.s. Sladařský ústav Brno, prokes@brno.beerresearch.cz²MZLU v Brně, Ústav botaniky a fyziologie rostlin³UKZÚZ Brno, odbor odrůdového zkušebnictví**Prokeš, J. – Fišerová, H. – Helánová, A. – Hartmann, J.: Význam oxidu uhličitého a ethylenu v procesu sladování.** Kvasny Prum. 52, 2006, č. 11–12, s. 349–352.

V laboratorních podmínkách napodobujících statické sladování bylo sledováno klíčení obilek ječmene jarního odrůdy Jersey a Tolar. Vzorky byly máčeny tak, aby obsahovaly po 72 hodinách délky pokusu 45 % vody. Doba máčení a klíčení byla celkem 6 dnů.

Vzorky byly ve skleněných lahvích uzavřených pryžovou membránou. Vždy před vážením obilek a další manipulací s nimi byly tuberkulinovou stříkačkou přes membránu odebrány 2 ml mezizrného plynu. Složení plynu v lahvích bylo v průběhu pokusu cíleně ovlivňováno sorbenty ethylenu a oxidu uhličitého, a naopak pomocí CEPA (2-chlorethylfosfonová kyselina) bylo vytvořeno prostředí se zvýšenou hladinou ethylenu.

Po skončení klíčení byly vzorky odhvozděny v sušárně s nuceným tahem vzduchu a u takto připravených sladů byla stanovena homogenita a modifikace.

Prokeš, J. – Fišerová, H. – Helánová, A. – Hartmann, J.: Role of carbon dioxide and ethylene during storage process. Kvasny Prum. 52, 2006, No. 11–12, p. 349–352.

Germination of grains of the spring barley varieties Jersey and Tolar was monitored under laboratory conditions simulating static malting. The samples used were steeped in such a way, to contain 45 % of water after 72 hours of test duration. The total time of steeping and germination was 6 days.

The samples were put in glass bottles closed with a rubber membrane. Always before grain weighing and further handling with the samples, 2 ml of the gas among grains were sampled by means of a tuberculin syringe. During the test, the gas composition in the bottles was purposefully influenced by ethylene and carbon dioxide sorbents and, to the contrary, an environment with an increased ethylene concentration was formed by using CEPA (2-chlorethyl-phosphonic acid). After the end of germination, the samples were kilned dry in a drier with forced air draught and, homogeneity and modification were determined for such samples.

Prokeš, J. – Fišerová, H. – Helánová, A. – Hartmann, J.: Die Bedeutung des Kohlendioxids und des Aethylens während des Malzprozesses. Kvasny Prum. 52, 2006, Nr. 11–12, S. 349–352.

Unter Laborbedingungen, die einen statischen Prozess imitierten, wurde das Keimen der Sommerbraugerste Sorte Jersey und Tolar verfolgt. Die Proben wurden eingeweicht in einer Weise, dass es binnen 72 Stunden der Versuchszeit 45 % Wasser enthielten. Die Weich- und Keimenzeit wurde insgesamt 6 Tage.

Die Proben wurden in einer mit einer Gummimembran verschlossene Glasflasche. Vor dem Waagen der Proben wurde immer mittels einer Spritze 2 ml Gass aus dem Raum unter Körnern abgenommen. Im Laufe des Versuches wurde die Gaszusammensetzung mit Absicht durch Ethylen- und Kohlendioxidsorbentenzugabe beeinflusst und im Gegenteil durch CEPA (2-Chlorethylphosphonsäure) wurde ein Milieu mit einer erhöhten Ethylenkonzentration gebildet.

Nach der Keimung wurden die Proben an einer Anlage mit einem gezwungenen Luftzug abgedarrt, danach verfolgte die Homogenität- und Modifikationsbestimmung des fertigen Malzes.

Прокеш, Й. – Фишера, Г. – Геланова, А. – Гартманн, Й.: Значение углекислого газа и этилена в солодоращении. Kvasny Prum. 52, 2006, No. 11–12, стр. 349–352.

В лабораторных условиях представляющих статическое солодоращение было исследовано израстание зерновой яровой ячменя сортов Jersey и Tolar. Тробы намачивались таким образом, чтобы через 72 часов влагосодержание было 45 %. Замаливание и солодоращение продолжалось 6 дней.

Тробы были в стеклянных баллонах закрытых резиновой мембраной. Перед взвешиванием зерновок и следующей операцией были отобраны туберкулиновым насосом через мембрану 2 мл междзерного газа. Состав газа в баллонах был в телении эксперимента намеренно превращен сорбентами этилена и углекислого газа, и наоборот с помощью CEPA (2-chlorethyl-phosphonic acid) были образованы условия с повышенным уровнем этилена.

После солодоращения и сушки солода была определена гомогенность и модификация отдельных прод.

Klíčová slova: oxid uhličitý, ethylen, slad, sladování**Keywords:** carbon dioxide, ethylene, malt, malting

1 ÚVOD

Proces zrání obilek je doprovázen zvyšující se produkcí ethylenu, je v přímé souvislosti s obsahem abscisové kyseliny (ABA) v obilce. V průběhu dormance uvedené fytohormony klesají [1]. Po výstupu z dormance obilka plně klíčí za přítomnosti potřebného množství vody, kyslíku a tepla. Embryo vysílá gibbereliny do aleuronové vrstvy, která začne vytvá-

řet a uvolňovat do endospermu hydrolytické enzymy. Buňky aleuronové vrstvy jsou triploidní, obsahují bílkoviny, minerální látky, cukry a polyfenoly, při klíčení respirují a metabolizují [2]. Ethylen zvyšuje tvorbu xylanasy (vytváření kanálků přes stěny buněk aleuronové vrstvy), tím se podporuje uvolňování alfa-amylasy, a zvyšuje se aktivita proteas podílejících se na ztrátách alfa-amylasy [3].

Plyny – ethylen a oxid uhličitý – hrají svou

roli v posklizňovém dozrávání a v průběhu klíčení obilky [4]. Fyziologická účinnost ethylenu je velmi vysoká. K fyziologickým reakcím dochází v rozmezí koncentrace ethylenu 0,01–1 µg.l⁻¹ [5].

Cílem práce bylo zjistit, jaké koncentrace ethylenu a oxidu uhličitého ovlivňují výslednou homogenitu a modifikaci sladů.

2 MATERIÁL A METODIKA

K pokusům byly použity obilky sladovnického ječmene jarního odrůdy Tolar a Jersey. Použité odrůdy jsou výrazně sladařsky odlišné (odr. Jersey – hodnota USJ v r. 2005 – 6 bodů, odr. Tolar – hodnota USJ v r. 2005 – 3 body). Parametry jakosti obou odrůd ječmene jsou uvedeny v tab. 1.

Simulace sladování

2000 ks zdravých, přesně odpočítaných

Tab. 1 Parametry jakosti odrůd ječmene (Jersey, Tolar)

Parametr	Ječmen	
	Jersey CEV 2125	Tolar CEV 2219
Klíčivá energie 4 ml %	95,0	97,5
Rychlost klíčení %	80,4	87,5
Klíčivá energie 8 ml %	64,5	82,5
Klíčivost %	96,5	98,5
Obsah bílkovin %	10,1	10,1

Tab. 2 Základní číselné charakteristiky kontrolního sladu

Charakteristika	Kontrolní slad	
	Homogenita	Modifikace
Rozsah	10	10
Aritmetický průměr	79,74	95,32
Standardní chyba	2,08	0,66
Minimum	70	91,9
Maximum	91,5	98,8

obilék ječmene odrůdy Jersey a odrůdy Tolar bylo namáčeno v 500 ml pitné, vodovodní vody ve trojím opakování. Po skončení doby máčení byly vzorky s vodou přelity přes nálevku s filtračním papírem a zakryty kádinkou. Po 10 min okapání byly obilky přemístěny do drátěných košíků, dány do lahve s příslušným sorbentem plynu, vzduchotěsně uzavřeny pryžovou membránou a umístěny do temného termostatu při 14 °C. Pro spolehlivé jímání sledovaného plynu byly lahve uvnitř obaleny filtračním papírem, který byl ponořen do sorpčního roztoku na dně láhve.

Odběr plynu byl proveden přes pryžovou membránu jehlou s 2 ml stříkačkou a jehla zapíchnuta do označených pryžových zátek. Po té byly lahve otevřeny a pokusný materiál dle potřeby metodiky pokusu vážen, máčen a obrácen. Odebrané plyny byly analyzovány na plynových chromatografech.

Popis jednotlivých variant pokusu

Varianta 1: bez ovlivnění, kontrolní sladování.

Varianta 2: sorpce CO₂ – 15 % roztok KOH, který byl po 1. dnu klíčení vyměněn.

Varianta 3: sorbent ethylenu – 1,72 ml 70% kyseliny chloristé a 2,5 ml dest. vody se tře v třecí misce s 542 mg oxidu rtuťnatého, přefiltruje přes fritu a doplní do 10 ml dest. vodou [6,7].

Varianta 4: prostředí ovlivněno pomocí 1% roztoku Flordimexu T (účinná látka 2-chlor-ethylfosfonová kyselina (CEPA) s 5 obilkami v roztoku uvolňujícími do prostředí 10x – 100x vyšší koncentraci ethylenu oproti nativní produkci.

Stanovení plynu

Ethylen byl stanoven v 1 ml sledovaného ovzduší na plynovém chromatografu firmy FISSONS INSTRUMENT s kapilární 24 m dlouhou kolonou HP-PLOT/Al₂O₃. Teplota detektoru byla 200 °C, nástřiku 230 °C a kolony 40 °C [8].

Obsah oxidu uhličitého byl stanoven na plynovém chromatografu CHROM 5 s katharometrem s 1,5 m dlouhou náplňovou kolonou plněnou PORAPAKem Q.

Statistické hodnocení bylo provedeno po přepočtu na standard ethylenu a oxidu uhličitého v 1 ml ovzduší, objem kultivační nádoby a hmotnost či počet obilek. Průměrné hodnoty produkce plynů se střední chybou jsou zpracovány graficky na obr. 1–4.

Vyhodnocení výsledků

- Stanovení koncentrace ethylenu a oxidu uhličitého v průběhu pokusu v jednotlivých variantách
- Zjištění základní variability sledovaných parametrů jakosti sladu (homogenita, modifikace)
- Výpočet základních statistických charakteristik pokusu.

Statistické hodnocení bylo provedeno me-

todou reziduální maximální věrohodnosti s využitím programu REML [9]. V tabulkách jsou uvedeny průměry hodnot homogenity a modifikace sladů, připravených podle variant parciální sorpce mezizrného plynu, analyzovaných podle uvedeného statistického modelu pro vliv jednotlivých pokusných faktorů – odrůda a typ sorbentu.

Homogenní skupiny úrovní zkoumaných faktorů, odrůd a typů sorbentů, které se od sebe statisticky významně neliší, byly vytvořeny na základě 95% intervalů spolehlivosti jednoduchých kontrastů metodou LSD a zobrazeny

v grafu, v němž zmíněnou skupinu tvoří úroveň mající písmena „X“ umístěna pod sebou.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Při klíčení a bobtnání obilek dochází k metabolickým procesům, při nichž je uvolňovaná energie využívána k růstu a vývoji klíčící rostliny, zvyšuje se produkce ethylenu a CO₂, které mohou zpětně do těchto reakcí zasahovat. Dýchání zpřístupňuje energii a uhlíkaté skelety [12].

Tab. 4a Porovnání proměnlivosti pro jednotlivé varianty x homogenitě sladu

Zdroj proměnlivosti	SS	d,f	MS	F	Významnost
Odrůda	527,52	1	527,52	22,58	,0000***
Varianta sorbentů	71,95	3	23,98	1,03	,3837
Residuum	2686,82	115	23,36		
Celková	3286,28	119			

Tab. 4b Porovnání proměnlivosti pro jednotlivé varianty x modifikaci sladu

Zdroj proměnlivosti	SS	d,f	MS	F	Významnost
Odrůda	523,75	1	523,75	32,02	,0000***
Varianta sorbentů	651,96	3	217,32	13,29	,0000***
Residuum	1881,11	115	16,36		
Celková	3056,83	119			

Tab. 5a Vícenásobné porovnání významnosti jednoduchých kontrastů pro homogenitu a odrůdy metodou LSD

Úroveň	Počet	LS průměr	Homogenní skupiny
Jersey	60	67,03	X
Tolar	60	71,22	X
LSD(0,05)		1,75	

Tab. 5b Vícenásobné porovnání významnosti jednoduchých kontrastů pro modifikaci a odrůdy metodou LSD

Úroveň	Počet	LS průměr	Homogenní skupiny
Jersey	60	75,35	X
Tolar	60	79,53	X
LSD(0,05)		1,46	

Tab. 6a Vícenásobné porovnání významnosti jednoduchých kontrastů pro homogenitu a varianty sorbentů jednotlivých složek z plynného ovzduší metodou LSD

Úroveň	Počet	LS průměr	Homogenní skupiny
Sorbent CO ₂	30	68,10	X
CEPA	30	68,66	X
Sorbent ethylenu	30	69,73	X
Kontrola	30	70,00	X
LSD(0,05)		2,47	

Tab. 6b Vícenásobné porovnání významnosti jednoduchých kontrastů pro modifikaci a varianty sorbentů jednotlivých složek z plynného ovzduší metodou LSD

Úroveň	Počet	LS průměr	Homogenní skupiny
Sorbent ethylenu	30	74,01	X
Kontrola	30	77,23	X
CEPA	30	77,96	X
Sorbent CO ₂	30	80,55	X
LSD(0,05)		2,07	

V tab. 1 jsou uvedeny základní fyziologické parametry obou odrůd ječmene, které byly stanoveny současně na Petriho miskách podle Pivovarsko-sladařské analytiky [10]. Fyziologické parametry jsou doplněny hodnotou základního technologického parametru jakosti ječmene, tj. obsahem bílkovin, který je u obou ječmenů shodný. Fyziologický stav

ječmene odrůdy Tolar je lepší, a to se plně projevilo v laboratorních pokusech.

Tab. 2 dokládá základní proměnlivost provozního kontrolního sladu.

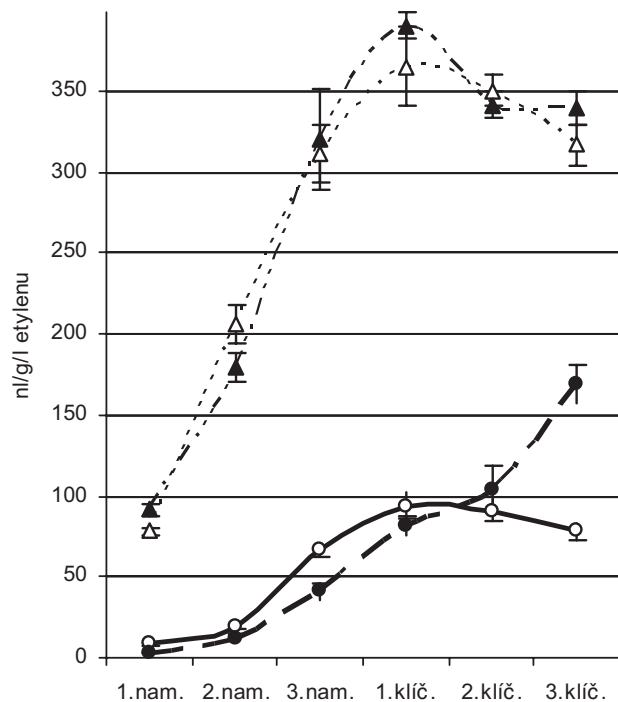
V laboratorních simulativních podmínkách (tab. 3) sladování bylo dosaženo výrazně nižší střední chyby v parametru homogenita a modifikace sladu než u kontrolního sladu. Toto

zjištění potvrzuje správnost zvolených pokusných podmínek a spolehlivost výsledků.

Statistická analýza prokázala:

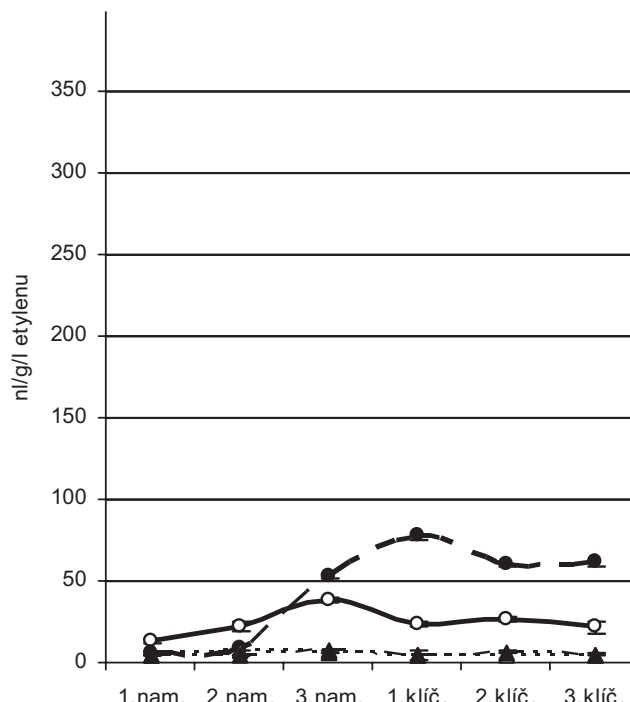
- významný vliv odrůdy na homogenitu sladu (tab. 4a)
- významný vliv odrůdy a varianty použitých sorbentů na modifikaci sladu (tab. 4b)
- že ječmen odrůdy Tolar dosáhl vyšší ho-

Obsah ethylenu a CO₂ v průběhu sladovacího procesu v jednotlivých variantách:



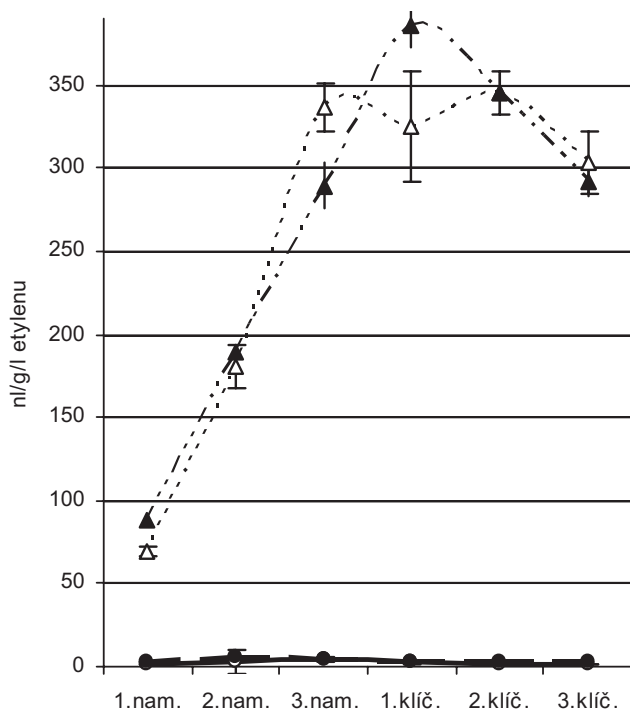
—○— etyl T —●— etyl J ---△--- CO2 T ---▲--- CO2 J

Obr. 1 Koncentrace ethylenu a CO₂ u kontrolních vzorků odrůd Jersey, Tolar

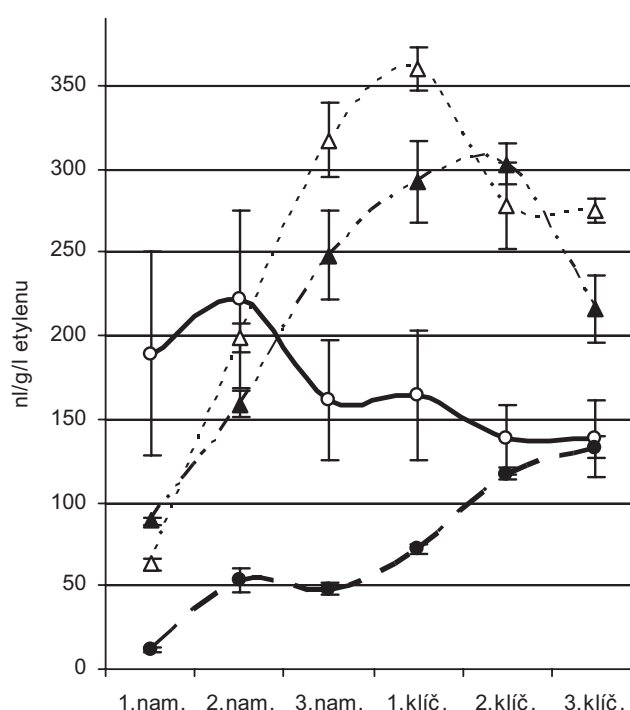


—○— etyl T —●— etyl J ---△--- CO2 T ---▲--- CO2 J

Obr. 2 Koncentrace ethylenu a CO₂ u varianty se sorbentem CO₂ – odrůdy Jersey, Tolar



Obr. 3 Koncentrace ethylenu a CO₂ u varianty se sorbentem ethylenu – odrůdy Jersey, Tolar



Obr. 4 Koncentrace ethylenu a CO₂ u varianty s přísadkou CEPA – odrůdy Jersey, Tolar

mogenity a modifikace sladu než odrůda Jersey (tab. 5a, 5b). Toto zjištění je v souladu ze zjištěným fyziologickým stavem odrůd ječmene.

Statistická analýza neprokázala statisticky významný vliv sorbentů na homogenitu sladu, neboť zjištěné rozdíly nejsou statisticky průkazné (tab. 6a).

Statistická analýza prokázala statisticky významný vliv sorbentů na modifikaci sladu, neboť zjištěné rozdíly jsou statisticky průkazné (tab. 6b). Nejvyšší hodnoty modifikace dosáhly pokusné varianty se sorbentem CO₂, nejnižší hodnota modifikace byla naopak dosažena při použití sorbentu ethylenu.

Založený pokus v kontrolní variantě simuloval situaci ve sladovnách a informuje o poměru plynů, který je v mezizrném prostředí. Problematika a vliv vysokých koncentrací CO₂ na rostliny je závažným tématem [11, 12] a je dlouho řešena ve spojení s produkcí ethylenu v podmínkách *in vitro* v kultivačních nádobách [13, 14, 15].

Z obr. 1 – kontrolní varianta – je patrná statisticky průkazně vyšší produkce ethylenu obilkami Jersey do prvního dne klíčení a shodná produkce CO₂ s obilkami Tolar. Kvalita sladu byla statisticky průkazně lepší z obilky odrůdy Tolar.

Obr. 2 ukazuje průběh složení plynného prostředí v průběhu sladování obilky za použití sorbentu CO₂, tedy v prostředí bez tohoto plynu. Produkce ethylenu odrůdou Tolar je v tomto prostředí statisticky vyšší od 3. naměry. Kvalita sladu je z tohoto prostředí nejlepší. Jestliže vyšší koncentrace CO₂ snižuje rychlost dýchání, zvyšuje produkci sušiny a urychluje mineralizaci organické hmoty [12], potom může zvýšenou kvalitou sladu pozitivně ovlivňovat zvýšená rychlost dýchání v prostředí bez exogenního působení CO₂. Grant et al. [16] potvrzují, že zvýšený obsah CO₂ stimuluje zavírání průduchů, čímž se v rostlinách snižuje transpirace a zvyšuje vodní potenciál rostlin a současně dochází ke zvýšení obsahu škrobu v rostlinách patrně zvýšeným parciálním tlakem vytvořeným aplikovaným CO₂.

Na obr. 3 je znázorněn průběh plynů v prostoru se sorbentem ethylenu. Produkce CO₂ byla shodná s kontrolní variantou. V prostředí bez exogenního ethylenu byl získán nejméně kvalitní slad. To podporuje poznatky Eastwella a Spencera [3], že ethylen zvyšuje tvorbu xylanasy (vytváření kanálků přes stěny buněk aleuronové vrstvy), čímž se podporuje uvolňování alfa-amylasy, a zvyšuje se i aktivita proteas podílejících se na ztrátách alfa-amylasy.

Cílem další varianty pokusu (obr. 4) bylo vytvořit prostředí s mírně zvýšenou hladinou exogenního ethylenu aplikací CEPA, neboť fyziologická účinnost exogenního ethylenu se pohybuje v rozmezí 1–10 000 nL.l⁻¹ a vyšší koncentrace již působí inhibičně. Ve variantě prostředí tvorby sladu z obilky odrůdy Tolar byla zaznamenána statisticky průkazně vyšší produkce ethylenu a CO₂, než u odrůdy Jersey. Kvalita sladu z tohoto prostředí byla

dobrá – shodná s kontrolní variantou. Již v roce 1933 byl prokázán Zimmermannem a Hitchcockem [17] stimulační vliv ethylenu na tvorbu adventivních kořenů. Radin a Loomis [18] oznamují inhibiční vliv ethylenu (2–3 μL.l⁻¹) na tvorbu bočních kořenů u ředkvičky, Dimasi-Theriou et al. [19] zaznamenali při koncentraci ethylenu 0,01–10 μL.l⁻¹ zvýšení počtu výhonů a adventivních kořenů při regeneraci listů petunie.

4 ZÁVĚR

1. V mikroskladovacích pokusech byl u dvou odrůd sladovnického ječmene Jersey a Tolar ověřován vliv sorce jednotlivých složek z mezizrného plynu na homogenitu a modifikaci sladu
2. Z výsledků statistické analýzy parametru homogenity sladu vyplývá, že byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi zkoušenými odrůdami
3. Statisticky významný rozdíl vlivu sorbentů na homogenitu sladu se neprokázal
4. Z výsledků statistické analýzy parametru modifikace sladu vyplývá, že byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi zkoušenými odrůdami i mezi variantami použitých sorbentů
5. Prokázalo se, že odstraňování (sorce) ethylenu ve srovnání s kontrolním vzorkem nepříznivě ovlivní modifikaci sladu. Naopak odstranění oxidu uhličitého (sorce pomocí hydroxidu draselného) příznivě zvyšuje modifikaci sladu. Srovnání zvýšení obsahu ethylenu v mezizrném vzduchu pomocí CEPA s kontrolním vzorkem bylo statisticky neodlišitelné.

Literatura

1. Fišerová, H., Hradilík, J.: Produkce ethylenu a ethanu kalusovou kulturou révy vinné. Rostlinná výroba 42, 1996, 517–521.
2. Hough, J. C. et al.: Malting and Brewing Science 2, 1982.
3. Eastwell, C., Spencer, M. S.: Ethylene effect on amylase activity from isolated barley aleurone layers – possible modification by proteolytic enzymes. Plant Physiol. 70, 1982, 849–852.
4. Hradilík, J., Psota, V., Fišerová, H., Hudecová, M., Klemš, M., Reinohl, V.: Dormancy and post-harvest maturation of malt barley (*Hordeum vulgare* L.). Rostlinná výroba 46, 2000, 261–268.
5. Burg, S. P. & Burg, E. A.: Ethylene formation in pea seedlings. Its relation to the inhibition of bud growth caused by indole-3-acetic acid. – Plant Physiol. 43, 1968, 1069–1074.
6. Sembdner, G., Schneider, G., Schreiber, K.: Methoden zur Pflanzenhormonanalyse. Jena, Veb. G. Fischer Verlag, 1988, s. 296.
7. Fišerová, H., Hradilík, J., Procházka, S., Klemš, M., Ráčilová, A.: Formation of ethylene, ethane and abscisic acid content

in relation to dormancy of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) kernels. Rostlinná výroba 42, 1996, 245–248.

8. Fišerová, H., Kula, E., Klemš, M., Reinohl, V.: Phytohormones as indicators of the degree of damage in birch (*Betula pendula*). Biol., Bratislava, 56/4: 2001, 405–409.
9. Robinson, D. L., Mann, A. D., Digby, P. G. N.: REML – Analysis of large data sets with two or more sources of variation by residual maximum likelihood. Biomathematics & Statistics Scotland, The University of Edinburgh, 1995.
10. Basařová, G., et al: Pivovarsko-sladařská analytika, Merkanta, Praha, 1992.
11. Nátr, L.: Koncentrace CO₂ a rostliny. ISV, nakladatelství, Praha, 2000, 1–255.
12. Nátr, L.: Fotosyntetická produkce a výživa lidstva. ISV nakladatelství, Praha, 2002, 1–423.
13. LaRue, T. A. G., Gamborg, O. L.: Ethylene production by plant cell cultures – variations in production during growing cycle and in different plant species. Plant Physiol. 48, 1971, 394–398.
14. Goren, R., Altman, A., Giladi, I.: Role of ethylene in abscisic acid – induced callus formation in citrus bud cultures. Plant physiol. 63, 1979, 280–282.
15. Alsalihi, A. W., Křížan, B., Klemš, M., Fišerová, H., Hradilík, J.: The effect of growth regulators on the rooting of sholte of the peach rootstock Ishtara in *in vitro* conditions. Hort. Sci. (Pratut) 31, 2004, 124–131.
16. Grant, W. J. R., Fan, H. M., Dowton, W. J. S., Loveys, B. R.: Effect of CO₂ enrichment on the physiology and propagation of two Australian ornamental plants, *Chamelau-cium uncinatum* (Schauer) X *Chamelau-cium floriferum* (MS) and *Correa schlech-tendalii* (Behr). Scientia Horticulturae 52, 1992, 337–342; 11 ref.
17. Zimmermann, P. W., Hitchcock, A. E.: Countr. Boyce Thomson Inst. 5, 1933, 351–369.
18. Radin, J. W., Loomis, R. S.: Ethylene and carbon dioxide in the growth and development of cultured radish roots. Plant Physiol. 44, 1969, 1584–89.
19. Dimasi-Theriou, K., Economou, A. S., Sfakiotakis, E. M.: Promotion of petunia (*Petunia hybrida* L.) regeneration *in vitro* by ethylene. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 32, 1993, 219–225; 30 ref.

Publikace vznikla jako dílčí výstup projektu s názvem:

„Výzkumné centrum pro studium obsahových látek ječmene a chmele“ číslo 1M0570. Poskytovatelem dotace je Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR.

Lektoroval prof. Dr. Ing. Jiří Šebánek, DrSc., MZLU v Brně
Do redakce došlo: 22. 10. 2006