

## Některé aspekty ovlivňující technologii máčení

663.421

### IV. Vliv klasické a moderní namáčky na aktivitu růstových regulátorů

RNDr. KAREL KOSAŘ, CSc., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, pracoviště Brno  
Ing. VRATISLAV PSOTA, CSc., Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV Brno  
HELENA VÍTKOVÁ, prom. biol., Ing. ŠÁRKA KLÍČOVÁ, CSc., Vysoká škola zemědělská Brno

**Klíčová slova:** ječmen, slad, namáčka, technologie sladování, růstové regulátory rostlin, giberelin, kyselina abscisová, kyselina  $\beta$ -indolyloctová, cytokinin.

### ÚVOD A ROZBOR PROBLÉMU

V předcházejících příspěvcích se diskutovala problematika vlivu obsahu vody, teploty a délky namočení, vliv odsávání oxidu uhličitého a vztah mezi hladinou endogenních inhibitorů a stimulatorů během máčení a klíčení, který má vliv na kvalitu a výtěžek sladování. Bylo konstatováno, že v případě vyzrálých ječmenů je ekonomicky výhodnější volit metodu klasickou, tj. namáčku za téměř anaerobních podmínek. Rovněž příliš intenzivní odsávání oxidu uhličitého může způsobit zvýšení sladovacích ztrát a pokles extraktivnosti sladu [1, 2, 3, 4]. Vzhledem k tomu, že význam růstových regulátorů pro technologii sladování byl dosti podrobně uveden v minulém příspěvku [3], není třeba se jím znovu zabývat v úvodu. Cílem této práce bylo sledovat aktivitu růstových regulátorů v klíčícím ječmeni během a po klasické a moderní namáče.

### EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V pokuse byl použit provozní ječmen odrůdy Perun. Dva vzorky po 2 kg byly máčeny v mikrosladovně Seeger ve vodě 13 °C teplé. Byly zvoleny 2 typy namáčky: vzdušná 3denní namáčka 2–4–6 h pod vodou, zbytek doby do 24 h bez vody a 3denní namáčka 3 × 16 h pod vodou, 8 h vzdušná přestávka. Konečný stupeň domočení byl upraven přikropením 24 h po vymáče na 46 %. Klíčení probíhalo při 15 °C 3 dny, hvozdní 18 h s dotahovací teplotou 82 °C po dobu 3 h. Analýzy výrobních sladů byly provedeny podle metodiky EBC [5]. Pro stanovení aktivity růstových regulátorů byly odebrány vzorky ihned po skončení namočení (vzorky č. 2, 4, 6), před dalším namočením (vzorky č. 3 a 5), po 1. a 2. dnu klíčení (vzorky č. 7 a 8), před a po hvozdní (vzorky č. 9 a 10). Vzorek č. 1 je ječmen před namočením.

### Stanovení endogenní cytokininové aktivity

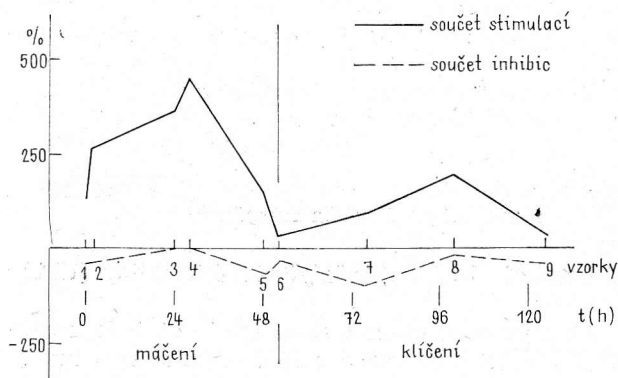
Pro stanovení endogenních cytokininů bylo použito 50 zrn ječmene nebo sladu. Po extrakci a čištění vzorků [6] bylo použito *Amaranthus*-betacyaninového testu [7]. Tato metoda je založena na poznatku, že v hypokotylech některých druhů rodu *Amaranthus* se na světle tvoří červený pigment beta-cyanin. Ve tmě se syntéza neuskutečňuje, ale je jí možno indukovat cytokininy. Intenzita zabarvení byla měřena na fotometru Spekol 32-G-315 (Carl Zeiss, NDR).

### Stanovení endogenní giberelinové aktivity

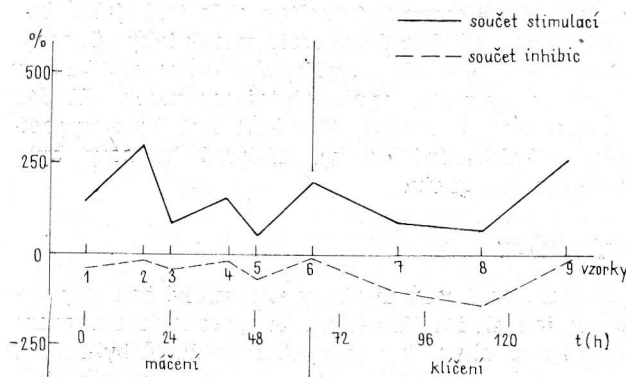
Pro stanovení endogenních giberelinů bylo použito 25 zrn ječmene nebo sladu. V průběhu extrakce a čištění [6] bylo použito vyvíjecí směsi chloroform, octan ethylnatý a kyselina octová v poměru 5:4:1 [8]. K biologickému stanovení aktivity endogenních giberelinů bylo použito testu na klíčících rostlinách salátu — *Lactuca sativa* cv. Pražan [9]. Test je založen na poznatku, že s rostoucí koncentrací giberelinu dochází k prodlužování hypokotylu salátu.

### Zpracování výsledků biologických testů

Chromatogram každého vzorku získaný tenkovrstvou chromatografií byl rozdělen na 10 stejných dílů — frakcí a každá frakce byla použita pro biologické testování. Účinky jednotlivých frakcí v biologických testech byly vyjádřeny procenticky ve srovnání s kontrolou. Pro přehlednější znázornění trendu aktivity endogenních giberelinů (obr. 1, 2)

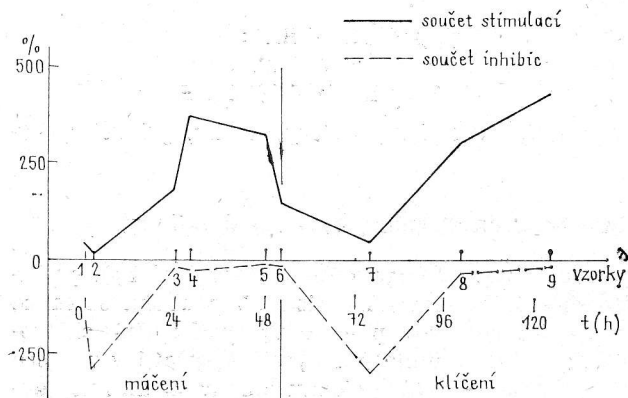


Obr. 1. Změny aktivity endogenních giberelinů během sladování po krátkém namočení

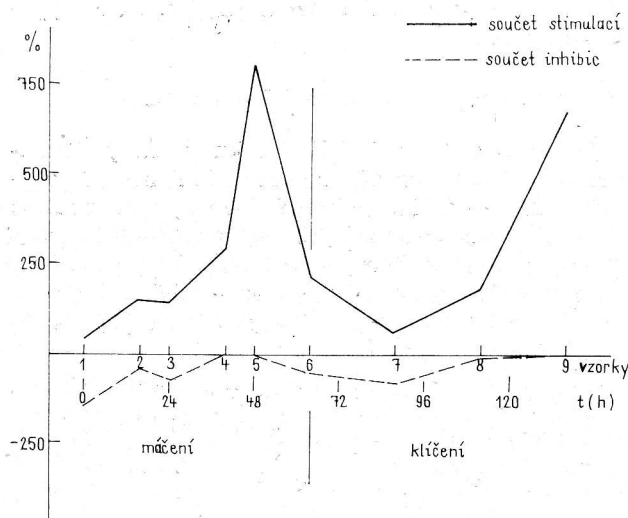


Obr. 2. Změny aktivity endogenních giberelinů během sladování po dlouhém namočení

a cytokininů (obr. 3, 4) byly do grafů vyneseny jednak součty inhibic a jednak součty stimulací.



Obr. 3. Změna aktivity endogenních cytokininů během sladování po krátkém namočení



Obr. 4. Změna aktivity endogenních cytokininů během sladování po dlouhém namočení

#### Stanovení obsahu $\beta$ -indolyloctové kyseliny (IAA)

Ke stanovení obsahu endogenní IAA bylo použito 25 zrn ječmene nebo sladu. Obsah kyseliny  $\beta$ -indolyloctové byl stanoven fluorimetricky pyronovou metodou [10, 11]. Fluorimetrické stanovení je založeno na reakci IAA s anhydridem kyseliny octové v přítomnosti kyseliny chloristé jako katalyzátoru, při které se tvoří tricyklický fluorescenční derivát 2-methylindolyl- $\alpha$ -pyron. Vzorky byly měřeny na spektrofotofluorimetru RF-540 (Shimadzu, Japonsko). Množství IAA bylo vypočítáno z kalibrační křivky. Získané hodnoty byly vyneseny do grafu.

#### VÝSLEDKY

V tabulce 1 jsou uvedeny analytické hodnoty vyrobených sladů. Vzhledem k pracnosti stanovení endogenní aktivity růstových regulátorů byla doba klíčení omezena na 3 dny, což se u provozního ječmene projevilo při daném stupni domočení jako nedostatečné, hodnotíme-li takové parametry ja-

Tabulka 1. Analytické hodnoty vyrobených sladů

		Krátká namáčka	Dlouhá namáčka
Hl. hmotnost	kg	54,6	57,4
Hmotnost 1000 zrn	g	40,2	40,5
Vláhá	%	4,2	4,3
Extraktivnost	%	81,2	81,6
Rozdíl extraktů moučka-šrot	%	3,3	2,6
Zcukření	min	15	10–15
Stékání	čiré	čiré	čiré
Obsah bílkovin	%	10,8	10,8
Kolbachovo číslo		39,1	39,2
Barva sladin	j.EBC	2,6	2,6
Relativní extrakt 45 °C	%	30,8	30,6
Diastatická mohutnost	j.W.K.	225	215
Rozpustný dusík	mg/100 ml	76	76
Friabilita	%	64	64

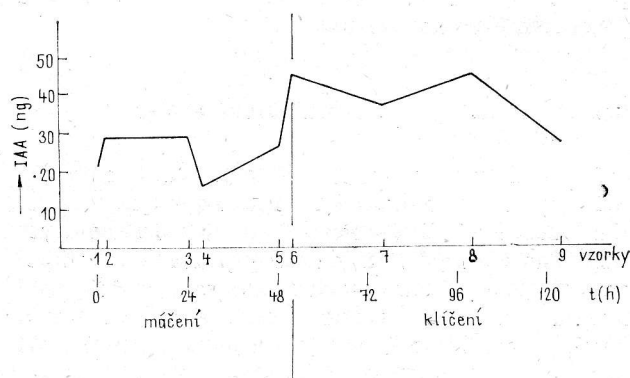
kosti, jako je friabilita a rozdíl extraktů moučka-šrot. Vzhledem ke sladování odrůdy Perun nepřekvapuje poměr mezi Kolbachovým číslem a RE 45 °C. Celkově byl vyroben lepší slad za použití dlouhé namáčky, i když difference leží v oblasti analytických chyb. Opět se však prokázalo snížení sladovacích ztrát.

Aktivity růstových regulátorů jsou uvedeny v grafech 1–6.

Aktivita endogenních giberelinů u varianty s kratší namáčkou prudce stoupla v průběhu prvního a druhého namočení (obr. 1) a zároveň došlo k poklesu inhibic. Po druhé a v průběhu třetí namáčky byl zaznamenán pokles aktivity endogenních giberelinů. Zároveň bylo na začátku třetí namáčky zachyceno první maximum inhibic. Druhé bylo zachyceno po prvním dnu klíčení. Nejvyšší aktivita endogenních giberelinů byla zachycena po druhém dnu klíčení.

Aktivita endogenních cytokininů u varianty s krátkou namáčkou v průběhu prvního namočení mírně poklesla, ale následně stoupla a dosáhla vrcholu mezi druhou a třetí namáčkou (obr. 3). Po prvním dnu klíčení dosáhla minima a v průběhu druhého a třetího dne klíčení opět stoupla.

Endogenní gibereliny u varianty s delší dobou namáčky reagovaly na namáčku zvýšením aktivity. Mezi namáčkami došlo vždy k poklesu stimulací a k vzestupu inhibic (obr. 2). V průběhu klíčení do-

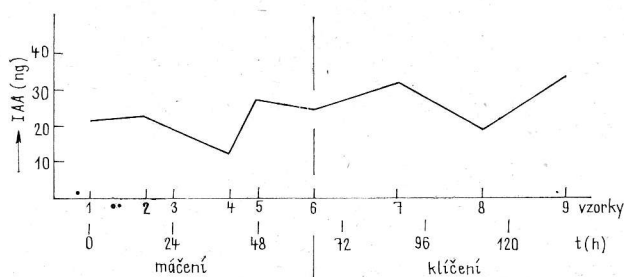


Obr. 5. Změny obsahu endogenní  $\beta$ -indolyloctové kyseliny během sladování po krátkém namočení

šlo z počátku k poklesu aktivity endogenních giberelinů, po kterém následoval mírný vzestup. Prvé maximum inhibice bylo zaznamenáno před třetí namáčkou. Druhé a velmi významné maximum bylo zaznamenáno po druhém dnu klíčení.

Aktivita endogenních cytokininů u varianty s delší namáčkou neustále stoupala a vrcholu dosáhla na začátku třetí namáčky (obr. 4). Minimum aktivity cytokininů bylo zachyceno již po prvním dnu klíčení.

Obsah  $\beta$ -indolyloctové kyseliny měl u obou variant obdobnou vzestupnou tendenci. U obou variant bylo zachyceno minimum po druhém dnu namáčky (obr. 5, 6).



Obr. 6. Změny obsahu endogenní  $\beta$ -indolyloctové kyseliny během sladování po dlouhém namočení

## DISKUSE

Podmínky v průběhu sladování mají značný vliv na kvalitu konečného produktu a projevují se samozřejmě i na průběhu aktivity endogenních fytohormonů. V předložené práci byl sledován vliv délky namáčky, tj. vliv aerobních a anaerobních podmínek na hladiny endogenních giberelinů, cytokininů a  $\beta$ -indolyloctové kyseliny.

Vliv různé délky namáčky se asi nejzřetelněji odrazil na aktivitě endogenních giberelinů. Z grafů (obr. 1, 2) je zřejmé, že v průběhu máčení vzrůstá aktivita endogenních giberelinů. Krátká namáčka, oproti dlouhé namáčce, vykazovala vyšší stimulační efekt na aktivitu endogenních giberelinů na počátku máčení. U obou variant bylo pak první maximum inhibic zachyceno před třetí namáčkou. Vliv délky namáčky se projevilo i v průběhu klíčení, které probíhalo u obou variant za stejných podmínek. U varianty s krátkou namáčkou bylo zachyceno druhé maximum inhibic po prvním dnu klíčení, ale u varianty s dlouhou namáčkou až po druhém dnu klíčení a navíc byla tato inhibice podstatně hlubší (obr. 1, 2). Průběh stimulací v době klíčení byl též u obou variant rozdílný. U varianty s krátkou namáčkou (obr. 1) dochází k prudkému vzestupu aktivity endogenních giberelinů s vrcholem po druhém dnu klíčení, kdežto u varianty s dlouhou namáčkou si aktivita giberelinů v průběhu klíčení zachovala přibližně stejnou úroveň. Yamada [4] sledoval obsah rostlinného inhibitoru kyseliny abscisové (ABA) v průběhu sladování za anaerobních podmínek. Zjistil v průběhu máčení vyšší obsah kyseliny abscisové u varianty s anaerobními podmínkami, což odpovídá i výsledkům uváděným v této publikaci. Ale v průběhu klíčení zaznamenal vyšší obsah kyseliny abscisové u varianty s aerob-

ními podmínkami. Výsledky uváděné v této publikaci však tento trend ne zcela potvrdily.

Aktivita endogenních cytokininů byla též ovlivněna délkou namáčky (obr. 3, 4). U varianty s krátkou namáčkou bylo zachyceno maximum stimulací v době mezi druhou a třetí namáčkou, poté došlo k poklesu s minimem po prvním dnu klíčení. U varianty s delší namáčkou bylo zaznamenáno maximum na začátku třetí namáčky. Další průběh stimulací byl obdobný jako u první varianty s tím rozdílem, že vrcholy aktivity endogenních cytokininů dosahovaly přibližně dvojnásobných hodnot u varianty s delší namáčkou. Také průběh cytokininových inhibic byl odlišný. U varianty s krátkou namáčkou (obr. 3) jsou zřetelná dvě maxima, a to po první namáčce a po prvním dnu klíčení. Kdežto u varianty s dlouhou namáčkou (obr. 4) jsou inhibice velmi nízké. Rozdílné podmínky při máčení způsobily především rozdílnou velikost aktivity endogenních cytokininů u pokusných variant, což je možno vysvětlit vzrůstem aktivity cytokininů v rostlinách za stresových podmínek [12]. Změny v obsahu  $\beta$ -indolyloctové kyseliny (obr. 5, 6) měly u obou variant přibližně stejný průběh s tím, že u varianty s krátkou namáčkou (obr. 5) byl obsah  $\beta$ -indolyloctové kyseliny vyšší.

Celý pokus potvrdil, že v průběhu sladování vzrůstá aktivita endogenních giberelinů [3, 4] a obsah  $\beta$ -indolyloctové kyseliny [3]. Dále bylo zjištěno, že kratší namáčka, tj. aerobní podmínky, zvyšují především aktivitu endogenních giberelinů (obr. 1, 2) a částečně i obsah  $\beta$ -indolyloctové kyseliny (obr. 5, 6), kdežto dlouhá namáčka, tj. anaerobní podmínky zvyšují aktivitu endogenních cytokininů (obr. 3, 4). Anaerobních podmínek bylo v tomto pokuse dosaženo dlouhou namáčkou (16 h), i když je možné je vyvolat i v atmosféře oxidu uhličitého během vzdušné přestávky.

Smyslem série 4 článků věnovaných problematice máčení bylo upozornit na význam namáčky jakožto první, ale nejdůležitější fáze sladování. Jakákoli chyba při zvolení technologie je v dalších fázích s těžší napravitelná a projeví se sníženým ekonomickým efektem (zvýšení sladovací ztráty, pokles extraktivnosti), nebo nedostatečným rozluštěním sladu. I když je možné používat pro výrobu dobře rozluštěných sladů určitého standardního postupu (tj. při krátké namáčce a dosažení 30, resp. 40 % vláhý po 1., resp. 2. namočení) stále platí, že pro středoevropské proměnlivé podmínky se fáze namáčky prakticky nedá řídit počítačem bez neustálých změn drahého software, pokud chceme dosáhnout špičkové kvality za co nejnižších výrobních nákladů. Stále platí, že je nutno zvažovat proměnlivost faktorů.

Aniž bychom se chtěli kohokoliv dotknout, není na škodu připomenout si slova, která napsal F. O. Poupě, tak jak jsou uvedena v Chodounského Pivovarovství [13]: „Sladování,“ praví Poupě, „má-li být dle umění provedeno, jest větší a nesnadná práce (spočívající na mnohých pozorováních, kteráž za panující doby roční na dostatečném vědění se opíratí musí), než mnohý sládek neb dokonce fušér v umění pivovarském si představuje.“

## Literatura

- [1.] KOSAŘ, K.: Kvas. prům., **35**, 1989, s. 66.
- [2.] KOSAŘ, K.: Kvas. prům., **33**, 1989, s. 97.
- [3.] KOSAŘ, K. et al.: Kvas. prům., **35**, 1989, s. 163.
- [4.] YAMADA, K.: Ref. Res. Lab. KIRIN Brew. Co., **28**, 1985, s. 1.
- [5.] ANALYTICA EBC. 4. Ausgabe, Brau. Rdsch., Curich 1987.
- [6.] KOPECKÝ, F., SLABÝ, K., BLAŽKOVÁ, J.: Acta Univ. Agr. Brno, A **23**, 1975, s. 797.
- [7.] BIDDINGTON, N. L., THOMAS, T. M.: Planta, **111**, 1973, s. 183.
- [8.] SEMBDNER, G., SCHNEIDER, G., SCHREIBER, K.: Methoden der Pflanzenhormonalanalyse, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1987.
- [9.] FRANKLAND, B., WAREING, P. F.: Nature **185**, 1960, s. 255.
- [10.] KNEGHT, E., BRUINSMA, J.: Phytochemistry, **12**, 1973, s. 753.
- [11.] MOUZDALE, D. M. A., BUTCHER, D. N., POWEL, R. G.: Spectrophotofluorometric methods of determining indole-3-acetic acid in: HILLMAN, J. R.: Isolation of Plant Growth Substances. Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, Melbourne 1987, s. 27.
- [12.] ŠEBÁNEK, J., VÍTKOVÁ, H., KLÍČOVÁ, Š.: Acta Univ. Agr. Brno, A **31**, 1983, s. 21.
- [13.] CHODOUNSKÝ, F.: Pivovarství. I. Veřejná sladovnická škola, Praha, 1905.

Kosař, K. - Psota, V. - Vítková, H. - Klíčová, Š.: Některé aspekty ovlivňující technologii máčení. IV. Vliv klasické a moderní namáčky na aktivitu růstových regulátorů. Kvas. prům., **36**, 1990, č. 10—11, s. 293—296.

Na základě mnoha pokusů s aerobním a anaerobním máčením bylo potvrzeno, že pro vyzrálé ječmeny je výhodnější používat dlouhé namáčky pod vodou, které zvyšují sladovací výtěžek a extraktivnost sladu. Vzdušné máčení je nezbytně nutné pro sladování v období posklizňového dozrávání ječmenů a obecně v období vyšší citlivosti obilke na vodu. Aerobní podmínky máčení totiž zvyšují především aktivitu endogenních gibberelinů a částečně i obsah  $\beta$ -indolyloctové kyseliny, zatímco anaerobní podmínky zvyšují aktivitu endogenních cytokininů a udržují vyšší obsah inhibičních látek, alespoň v prvních fázích sladování.

Косарж, К. - Псота, В. - Виткова, Г. - Кличова, Ш.: Некоторые аспекты, оказывающие влияние на технологию замачивания. IV. Влияние классического и совре-

менного замачивания на активность регуляторов роста. Квас. прум., **36**, 1990, № 10—11, стр. 293—296.

Na основе многих экспериментов с aerobním i anaerobním zamáčiváním bylo potvrzeno, že dla úplne zrelého jačmeňa bolo výhodnejšie aplikovať dlhodobé zamáčivanie pod vodou, ktoré zvyšuje výťažok sladu a extrahovateľnosť sladu. Vzdušné zamáčivanie je nevyhnutné pre sladovanie v období poobozňového dozrávania jačmeňov a všeobecne v období vyššej citlivosti zŕn na vodu, vzhľadom na to, že aerobné podmienky zvyšujú predtým všetku aktivitu endogénnych gibberelínov a čiastočne i obsah  $\beta$ -indolyl-3-acetovej kyseliny, zatiaľ čo anaerobné podmienky zvyšujú aktivitu endogénnych cytokinínov a udržiavajú vyšší obsah inhibičných látok, aspoň v prvých fázach solodovania.

Kosař, K. - Psota, V. - Vítková, H. - Klíčová, Š.: Some Aspects Affecting Steeping Technology. IV. Effect of Classical and Modern Steeping Procedure on Activity of Growth Factors. Kvas. prům., **36**, 1990, No. 10—11, pp. 293—296.

As found from many experiments with aerobic and anaerobic steeping it is better to use long steeping beneath the water that permits to achieve higher malting yields and higher extract yields. The aerobic steeping is necessary for malting in a time of the ripening after the barley gathering. Aerobic conditions of steeping result in the higher activity of endogenous gibberelins and partially higher content of  $\beta$ -indolyl-acetic acid while anaerobic conditions increase the activity of endogenous cytokinins and maintain higher content of inhibiting compounds (in the first phases of malting).

Kosař, K. - Psota, V. - Vítková, H. - Klíčová, Š.: Einige die Technologie des Weichens beeinflussende Aspekte. IV. Einfluß des klassischen und modernen Einweichens auf die Aktivität der Wachstumsregulatoren. Kvas. prům., **36**, 1990, Nr. 10—11, S. 293—296.

Aufgrund zahlreicher Versuche mit aerobem und anaerobem Weichen wurde die Voraussetzung bestätigt, daß für vollausgereifte Gersten ein langes Weichen unter Wasser günstig ist, das die Mälzereiausbeute und die Extraktivität des Malzes erhöht. Die Luftweiche ist bei der Verarbeitung der Gersten unerlässlich, die sich im Stadium der Nachreife oder allgemein im Zustand einer höheren Empfindlichkeit des Korns gegenüber Wasser befinden. Die aeroben Weichungsbedingungen erhöhen nämlich vor allem die Aktivität der endogenen Gibbereline und teilweise auch den Gehalt der  $\beta$ -Indolyl-essigsäure, wogegen die anaeroben Bedingungen die Aktivität der endogenen Cytokinine erhöhen und einen höheren Gehalt der inhibischen Stoffe wenigstens in den Anfangsphasen des Mälzens erhalten.

## Aktuální otázky zabezpečování výroby sladovnického ječmene v ČSFR

663.252.41

Prof. ing. JAROSLAV LEKEŠ, DrSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž

**Klíčová slova:** ječmen, pěstování, osevní plocha, rentabilita, sladování

Sladovnický ječmen je na území ČSFR plodinou, bez níž si nelze představit minulost a současnost našeho zemědělství.

Československé odrůdy „Proskowetz Haná pedigree“ (1884—1956), „Opavský“ (Kneifl), (1926 až 1956), „Valtický“ (1945—1970), „Diamant“ (1965 až 1976) byly významnými donory, které ovlivňují již

více než 100 let světovou selekci sladovnického ječmene i jeho pěstování v zahraničí. Československý ječmen byl tradičně vysoce ceněn renomovanými sladovnicemi pro svou jakost.

Nyní však vystupuje do popředí velmi naléhavě řada otázek z pohledu další budoucnosti našeho tradičního ječmenářství a na něj navazujícího sla-