

## III. Aktivita růstových regulátorů

RNDr. KAREL KOSAR, 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

### ÚVOD A ROZBOR PROBLÉMU

Růstové regulátory rostlin neboli fytohormony se podle účinku dělí obvykle na stimulatory (zejména cytokininy, auxiny a gibereliny) a inhibitory (hlavně kyselina abscisová). Přírodní cytokininy (např. kinetin a zeatin) jsou deriváty isopentenyladeninu. Existují i syntetické cytokininy, např. benzylaminopurin. Cytokininy stimulují především syntézu bílkovin a nukleových kyselin, dělení buněk a diferenciaci pletiv. Kinetin podporuje klíčení nažek salátu, podobně jako krátkovlnné světlo, dokonce i ve tmě. Toto světlo zvyšuje hladinu cytokininu u semen řady druhů. Osvětlení dlouhodobným červeným světlem klíčení brzdí a obsah cytokininů klesá. To svědčí o interakci cytokininů s fytochromem. Cytokinin a giberelin spolupůsobí většinou synergicky na klíčení [1].

Auxiny jsou jednak látky indolového typu (např. kyselina  $\beta$ -indolyloctová a kyselina  $\beta$ -indolylmáslenná), ale i látky jiného chemického složení (např. kyselina  $\alpha$ -naftyloctová a kyselina fenylloctová). Rovněž vyvolávají změny v cytoplasmatických membránách, zvyšují permeabilitu plasmu a elasticitu buněčných stěn, zvyšují příjem  $K^+$  a  $Na^+$  iontů, působí jako protonová pumpa atd. [2]. Auxiny zesilují např. prodloužování buněk, zakládání adventivních kořenů [3]. Výsledky různých pokusů, které byly provedeny se stimulací klíčení osiva auxiny byly u normálně klíčivého osiva rozporné. Dobré výsledky mohou být dosaženy, jestliže jsou použity vhodné látky [kyselina indolyloctová, kyselina indolylmáslenná ve vhodné koncentraci /1 až 20 mg. l<sup>-1</sup>/ a délce máčení /24 až 40 h/]. Nevhodné typy auxinů naopak klíčení brzdí. Interakce ethylenu a auxinu působí na klíčení kladně [4].

Nejlépe stimulují klíčení gibereliny (GA). Gibereliny jsou terpenoidní sloučeniny, které stimulují dělení mladých buněk a jejich prodloužování a tím i zvětšování stonků, květů, listů atd. Hrají roli v metabolismu nukleových kyselin a uplatňují se v průběhu tvorby hydrolytických enzymů [2, 3]. Efektivnost klíčení zrn při výrobě sladu vlivem jednotlivých typů giberelinů má toto pořadí: GA<sub>1</sub> — GA<sub>7</sub> — GA<sub>4</sub> — GA<sub>3</sub> — GA<sub>5</sub> [5].

K terpenoidním sloučeninám patří též přirozený inhibitor, kyselina abscisová (ABA). Inhibuje syntézu nukleových kyselin [6], může zvyšovat aktivitu ribonukleasy a tím rozklad nukleových kyselin [7], reguluje aktivitu enzymů [8]. Ovlivňuje zrání a stárnutí plodů, opad listů, dormanci pupenů a semen [9]. Při odstranění příčin dormance (tj. při stratifikaci) je obsah ABA snižován [1].

Klíčení je proces, kterému předchází zrušení všech činitelů, které podmiňují latentní stav semen. Na příčinu

dormance, která vyvolává problémy při sladování těsně po sklizni, jsou různé názory, včetně mikrobiologické hypotézy [10], jež byla dána do souvislosti s obtížným postupem kyslíku k embryu [11]. Podešva [12, 13] zjistil, že zdrojem inhibičních účinků na embrya jsou obaly obilky. Vyšší obsah auxinu byl nalezen u odrůd s delší dormancí. Do období mléčné zralosti obsah GA stoupá, od začátku voskové zralosti pak prudce klesá a naopak stoupá hladina inhibitorů. Postřiky v době od začátku voskové zralosti giberelinem (50 mg. l<sup>-1</sup>), zvýšily klíčivou energii a zkrátily dobu dormance obilek po sklizni, naopak postřik kyseliny naftyloctové (100 až 250 mg. l<sup>-1</sup>), nebo hydrazidu kyseliny maleinové (500 až 1000 mg. l<sup>-1</sup>) omezil klíčivost a porůstání obilek. Dýchání obilek, které se s nástupem dormance výrazně snižuje, bylo aplikacemi buď zesíleno (giberelinem) nebo zeslabeno (kyselinou naftyloctovou, hydrazidem kyseliny maleinové). Podobné výsledky uvedli i další autoři [14, 15]. Podobně Obhlídalová a Hradilík [16] indukovali uměle dormanci pomocí kyseliny indolyloctové u embryí jarního ječmene. Giberelin a kinetin tuto indukovanou inhibici růstu klíčků překonaly. Stimulaci dormance bylo možno navodit fenolovými látkami, kyselinou abscisovou [3-methyl-5-(1hydroxy-4-oxo-2,6,6-trimethyl-2-cyklohexan-1-yl) cis-trans-2,5-pentandienová kyselina] a daminozidem (hydrazid kyseliny 2,2-dimethylmonobutanové). V pokusech Goldbacha [17] byl zjištěn přírůstek obsahu kyseliny abscisové během vývinu zrna do začátku zrání, kdežto po dosažení plné zralosti její obsah poklesl. Pozdní přihnojování dusíkem snížilo v prvních 3 týdnech vývinu zrna obsah kyseliny abscisové, pak ale její množství rychle vzrostlo. Ranější odrůda obsahovala v zrna méně kyseliny abscisové a její obsah při zrání rychleji klesal než u méně rané odrůdy. Při vyšší teplotě (26 °C proti 18 °C) byl přírůstek obsahu kyseliny abscisové od začátku doby zrání odrůdy urychlen, ke konci dormance však došlo k příkrému poklesu [1].

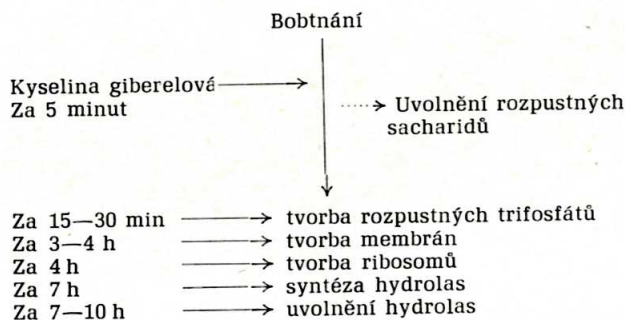
Aplikace GA během sladování zvyšuje přirozenou endogenní hladinu tohoto fytohormonu, což se odráží zvýšeným rozkladem hemicelulose, proteinu a škrobu na cukry, peptidy a aminokyseliny [18, 19]. Přirozené gibereliny jsou během prvních dnů po namočení obilky produkovány šitkem a potom vlastním zárodkem. Transport GA probíhá podél vaskulární strany šitku směrem ke hřbetní straně zrna rychlostí 2,5 mm. h<sup>-1</sup> [20], takže modifikace endospermu začíná na dorsální straně zrna [21].

V aleuronových buňkách giberelin evokuje selektivní systém molekulárních druhů mRNA, což vede k syntéze de novo určitých hydrolytických enzymů (např.  $\alpha$ -amylasy) [2] potřebných k metabolismu škrobového endo-



spermu. To bylo prokázáno v pokusech s bezembryonálními půlznry ječmene, u kterých byl vzrůst  $\alpha$ -amylasové aktivity absolutně závislý na přidání giberelinu nebo v pokusech s izolovanými aleuronovými vrstvami, které produkují různé hydrolytické enzymy, jestliže jsou inkubovány v roztoku giberelinu [22, 23]. Aby mohla syntéza hydrolytických enzymů probíhat, musí být gibereliny kontinuálně přítomny. Syntézu  $\alpha$ -amylasy a ostatních hydrolytických enzymů je možno inhibovat zastavením syntézy nové RNA nezbytné pro indukci giberelinu, např. actinomycinem D (inhibitorem syntézy RNA) nebo inhibitorem proteosyntézy, cyklohexamidem, který rovněž brzdí syntézu giberelinu. Také kyselina abscisová, jako růstový inhibitor, rovněž brzdí syntézu  $\alpha$ -amylasy indukovanou giberelinem. Kyselina abscisová působí proti efektu giberelinu v aleuronovém systému, inhibuje syntézu RNA [23]. Dalšími enzymy tvořícími se v aleuronových buňkách jsou nukleasy a proteasy. Pomocí radioizotopů byla např. potvrzena syntéza de novo proteasy a ribonukleasy indukovaná giberelinem [24, 25]. Nukleasy vytvářejí štěpením purinových nukleotidů substrát pro syntézu cytokininů a proteasy vytvářejí štěpením tryptofanu substrát pro syntézu auxinu-kyseliny indolyl-octové. Vytvořené cukry, aminokyseliny, ale i gibereliny, auxiny a cytokiny se resorbují štítkem a jsou embryem využívány pro jeho růst a metabolismus [26].

Byly popsány časové sledy procesů v aleuronových buňkách po aplikaci giberelinu [27]:



U osiva, které vyžaduje posklizňové dozrávání, mohou gibereliny podnítit semena ke klíčení, i když nebyla stratifikována. Jestliže již stratifikace začala, bývá účinek giberelinů ještě vyšší. Citlivost různých druhů rostlin na giberelin bývá různá. Při stimulaci klíčení osiva se používají podle druhu roztoky giberelinu  $GA_3$  popř.  $GA_4 + GA_7$ , koncentrace 50 až 500  $mg \cdot l^{-1}$  ponořením na 24 h, popř. opakovaně [28].

Zvyšování aktivity hydrolytických enzymů aplikací GA během sladování však vede k příliš vysoké proteolytické aktivitě, což má za následek mj. zvýšenou hodnotu rozpustného dusíku [21, 29, 30], nehledě na vyšší sladovací ztráty. Byly proto vypracovány postupy, při kterých se GA kombinoval s bromičnanem draselným s cílem udržet v přijatelných mezích barvu sladiny a proteolytické rozluštění při zachování výše amylolytického rozluštění [21, 32, 33]. Práci tohoto charakteru bylo publikováno značné množství, některé z nich byly kuriozní; např. Tahara [34] navrhl výrobu sladů s aplikací amoniaku. Ječmen máčel nejprve ve vodě, pak v roztoku 0,2 až 0,3% amoniaku, pak postříkal obilky roztokem GA o koncentraci 2 ppm. Stupeň domočení byl 40 %, klíčení pokračovalo 6 dní při 16 °C. Vyrobený slad měl poněkud nižší extrakt a diastatickou mohutnost, avšak vysoký obsah aminokyselin (mimo prolinu). Autor tvrdil, že tímto způsobem lze snížit celkové sladovací ztráty asi o 5 %. Jsou známy práce s použitím vakuové techniky a GA [35], gama paprsků a GA [36, 37]. Vcelku známé a v Československu odzkoušené je přidání GA k mechanicky poškozenému, obroušenému ječmeni, s možností redukce délky máčení a klíčení [33, 38, 39, 40], i když nahodilý oděr zrna, jako důsledek poškození při sklizni nebo transportu ječmene, má obdobný účinek jako obroušování [41, 42].

## EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V pokusu byl použit provozní ječmen odrůdy Rubín. Pět vzorků po 1 kg odrůdy Rubín bylo máčeno ve vodě

14 °C teplé. Doba jednotlivých namáček byla 4, 6 a 2 h pod vodou a zbytek doby do 24 h bez vody. Konečný stupeň domočení byl upraven kropením na 44 % vody. Při úpravě stupně domočení byly aplikovány u 4 variant růstové regulátory rostlin.

1. vzorek — kontrola (bez ošetření růstovými regulátory),
2. vzorek — GA 0,1  $mg \cdot kg^{-1}$ ,
3. vzorek — ABA 0,1  $mg \cdot kg^{-1}$ ,
4. vzorek — GA 0,1  $mg \cdot kg^{-1}$  + ABA 0,1  $mg \cdot kg^{-1}$ ,
5. vzorek — GA 0,1  $mg \cdot kg^{-1}$  + ABA 1,0  $mg \cdot kg^{-1}$ .

Klíčení probíhalo při 15 °C 1 den. Hvozďení 18 h s dohazovací teplotou 82 °C po dobu 3 h. Analýzy vyrobených sladů byly provedeny podle metodiky EBC [43] u všech variant.

## Stanovení endogenní cytokininové aktivity

Pro stanovení aktivity endogenních cytokininů bylo použito 50 zrn ječmene nebo sladů. Vzorky byly po homogenizaci a extrakci čistěny a po použití iontové výměnné a tenkovrstvé chromatografie připraveny pro biologickou testaci. K biologické testaci bylo použito *Amaranthus betakyaninového* testu [44]. Tato metoda je založena na poznatku, že v hypokotylech některých druhů rodu *Amaranthus* se na světle tvoří červený pigment  $\beta$ -kyanin. Ve tmě se syntéza neuskutečňuje, ale je ji možno indukovat cytokiny. Intenzita zabarvení byla měřena na fotokolorimetru SPEKOL 32-G-315 (Carl Zeiss NDR). Podrobně popisuje stanovení cytokininové aktivity Tan [45].

## Stanovení endogenní giberelové aktivity

Pro stanovení aktivity endogenních giberelinů bylo použito 25 zrn ječmene nebo sladů. Vzorky byly po vyčištění a po použití tenkovrstvé chromatografie připraveny pro biologickou testaci. K biologickému stanovení aktivity endogenních giberelinů bylo použito testu na klíčících rostlinách salátu — *Lactuca sativa* c. v. *Praha* [46]. Test je založen na poznatku, že s rostoucí koncentrací giberelinu dochází k prodlužování hypokotylu salátu. Podrobně popisuje stanovení giberelové aktivity např. Tan [45].

## Zpracování výsledků biologických testů

Chromatogram každého vzorku získaný tenkovrstvou chromatografií byl rozdělen na deset stejných dílů — frakcí a každá frakce byla použita pro biologickou testaci. Účinky jednotlivých frakcí biologických testů byly vyjádřeny procenticky ve srovnání s kontrolou. Pro přehlednější znázornění trendu aktivity endogenních giberelinů a cytokininů byla zprůměrována aktivita všech frakcí každého vzorku a získané hodnoty vyneseny do grafů. U vzorků endogenních giberelinů byly zvlášť zprůměrovány frakce vykazující stimulace a inhibice a získané hodnoty byly vyneseny do grafu. Tím bylo možno odděleně zachytit jak průběh endogenních stimulací, tak i endogenních inhibic v průběhu sladování.

## Stanovení obsahu $\beta$ -indolyl-octové kyseliny (IAA)

Ke stanovení obsahu endogenní IAA bylo použito 25 zrn ječmene nebo sladů. Obsah kyseliny  $\beta$ -indolyl-octové byl stanoven fluorimetricky pyronovou metodou [47, 48]. Fluorimetrické stanovení je založeno na reakci IAA s acetanhydridem v přítomnosti katalyzátoru, při které se tvoří tricyklický derivát 2-methylindolyl- $\alpha$ -pyron. Tato reakce, která je katalyzována fluoridem boritým nebo silnými kyselinami, má značné specifické požadavky a pouze několik indolových sloučenin je schopno tvořit fluorescenční deriváty. 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. Přídavek růstových regulátorů měl pozitivní efekt na nejdůležitější parametr jakosti, tj. na výši



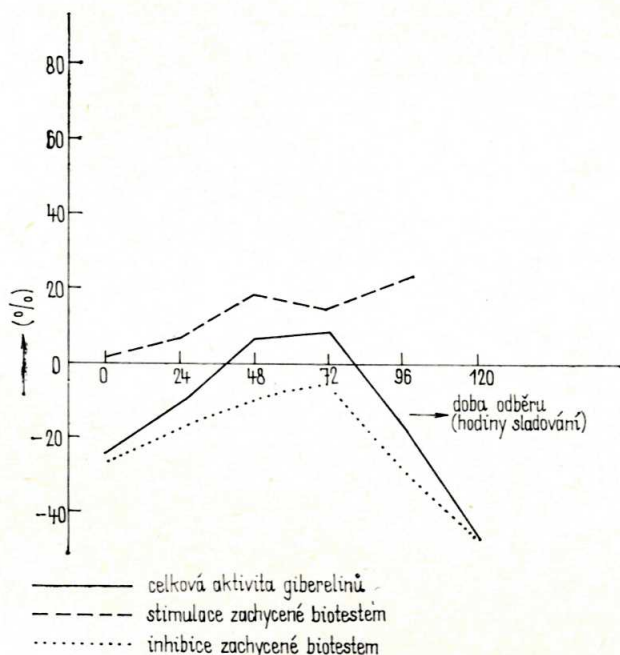
Tabulka 1. Závislost kvality sladu na aplikaci růstových regulátorů

	Kontrola	GA (0,1 mg . kg <sup>-1</sup> )	ABA (0,1 mg . kg <sup>-1</sup> )	GA (0,1 mg . kg <sup>-1</sup> ) + ABA (0,1 mg . kg <sup>-1</sup> )	GA (0,1 mg . kg <sup>-1</sup> ) + ABA (0,1 mg . kg <sup>-1</sup> )
Hl. hmotnost (kg)	54,2	53,8	54,2	54,6	54,6
Hmotnost 1000 zrn (g)	38,3	38,1	38,3	38,7	38,4
Vláhá (%)	3,9	3,8	3,9	3,8	4,1
Extraktivnost (%)	80,7	81,3	81,0	81,2	81,4
Rozdíl extraktů moučka-šrot (%)	3,4	2,9	3,6	2,8	3,2
Zukření (min)	10–15	10–15	10–15	10–15	10–15
Stékání sl. opal.	sl. opal.	sl. opal.	sl. opal.	sl. opal.	sl. opal.
Obsah bílkovin (%)	10,5	10,6	10,6	10,5	10,5
Kolbachovo číslo	37,9	40,7	36,1	38,5	38,6
Barva sladiny (j. EBC)	3,0	3,1	3,1	3,3	3,0
Relativní extrakt 45 °C (%)	32,3	35,0	30,2	32,7	31,4
Diastatická mohutnost (j. W. K.)	245	255	240	245	245
Rozpustný dusík (mg/100 ml)	72	78	69	73	73
Stupeň domočení (% H <sub>2</sub> O)	44,1	44,7	43,8	44,4	44,4

GA — kyselina giberelová  
ABA — kyselina abscisová

extraktu. Nejvyšší slad byl vyroben po přidání kyseliny giberelové (0,1 mg . kg<sup>-1</sup>). Dosažená kvalita však byla získána za cenu zhoršení ekonomických ukazatelů, tj. hl. hmotnosti a hmotnosti 1000 zrn. Hodnotíme-li vyrobené slady z hlediska efektivnosti výroby, pak nejlepší výsledky byly dosaženy přidáním GA 0,1 mg . kg<sup>-1</sup> + ABA 0,1 mg . kg<sup>-1</sup>. Takto ošetřený ječmen poskytl o 0,7 % vyšší extraktivnost sladu při menších sladovacích ztrátách, přičemž celková kvalita byla lepší než u kontrolního vzorku.

U kontrolní varianty byla též vedle analytických charakteristik sladu v závěru pokusu zjišťována hladina endogenních giberelinů, cytokininů a indolyloctvé kyseliny v průběhu sladování.



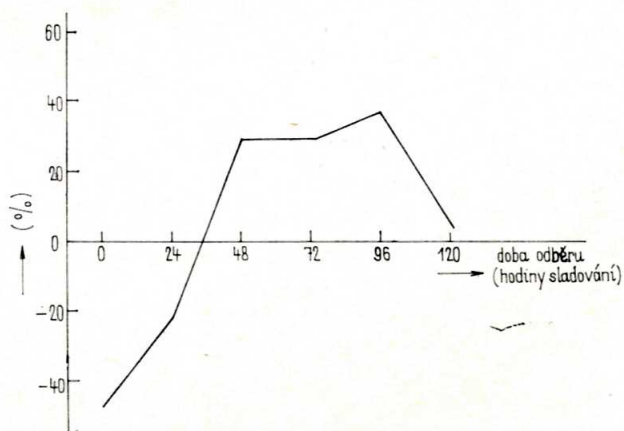
Obr. 1. Změny giberelové aktivity v procentech vůči kontrole

Z obrázku 1 je zřejmé, že křivka aktivity endogenních giberelinů (plná čára) v průběhu celého máčení stoupá a vrcholu dosahuje v posledním dnu máčení. Potom dochází k jejímu poklesu, pravděpodobně spojenému s určitou ztrátou vody při klíčení. Křivka zachycující veškeré stimulační zachycené biotestem (čárkovaná čára) ukazuje, že tyto stimulační stoupají po celou dobu namáčky a vrcholu dosahují v době klíčení. Po hvozdní nebyla zaznamenána žádná stimulace. Křivka znázorňující veškeré inhibice zachycené biotestem má samozřejmě opačný charakter než křivka stimulací. Od počátku klíčení inhibice klesají. Nejvyšší obsah těchto látek byl za-

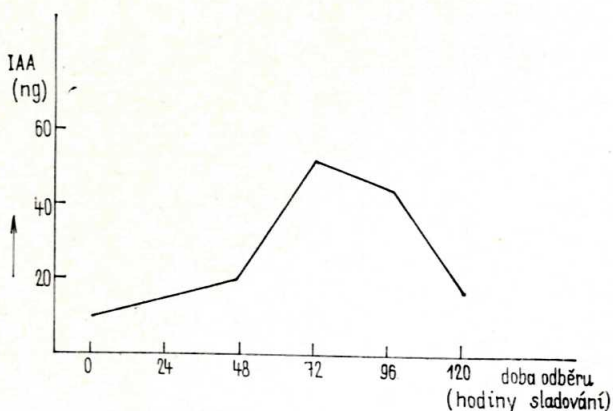
chycen v posledním dnu máčení. Poté dochází opět k nárůstu endogenních inhibic, tj. inhibic způsobených přirozenými inhibitory, jako je kyselina abscisová a další.

Na obrázku 2 je znázorněna aktivita endogenních cytokininů v průběhu sladování. Aktivita endogenních cytokininů zpočátku prudce stoupá do druhého dne máčení. Potom je vzestup již pozvolnější. Nejvyšší aktivita endogenních cytokininů byla zachycena těsně před hvozdním. Po odhvozdní byla zaznamenána jen minimální aktivita cytokininů.

Křivku znázorňující změny v obsahu  $\beta$ -indolyloctvé kyseliny ukazuje obrázek 3. Obsah IAA nejprve pozvolna a potom prudce stoupá a vrcholu dosahuje v třetí den namáčky. Poté stejně jako u endogenních giberelinů dochází i u IAA k poklesu jejího obsahu. V důsledku vy-



Obr. 2. Změny cytokininové aktivity v procentech vůči kontrole



Obr. 3. Změny obsahu kyseliny indolyloctvé v průběhu sladování



soké teploty v průběhu hvozdní došlo ke značnému omezení aktivity všech fytohormonů, a proto i obsah IAA byl po odhvozdní nejnižší.

## DISKUSE

Bylo potvrzeno, že v průběhu celého procesu sladování stoupá aktivita endogenních giberelinů (obr. 1). Obdobné změny aktivity endogenních giberelinů v průběhu sladování popsal již Yamada [49]. Exogenně aplikovaná kyselina giberelová urychluje proces růstu embrya a také působí na rozšíření rozsahu teplot, při kterých probíhá růst [50]. Ošetřením zrna gibereliny se usiluje o zvýšení výtěžnosti sladování a snížení nákladů na výrobu. Giberelin se v některých zahraničních sladovnách přidává též proto, aby se vyrobil slad vysoké jakosti z ječmene nízké kvality. Dosažené výsledky potvrdily, že aplikací GA 0,1 mg. kg<sup>-1</sup> při úpravě stupně domočení je možno získat (tabulka 1) vysoce kvalitní slad, ale za cenu zhoršení ekonomických ukazatelů. Tyto podmínky odpovídají dříve získaným výsledkům práce Vrtělové [33]. Slad získaný za použití giberelinů může vykazovat ještě některé další nedostatky, např. vyšší barvu a vyšší obsah volných aminokyselin v mladině. Tyto nedostatky lze odstranit přidáním látek brzdících průběh klíčení. Z obrázku 1 je též zřejmý průběh hladiny inhibiči zachycených biotestem. Inhibice klesají od počátku máčení a nejnižší hodnoty dosahují v posledním dnu máčení. Srovnatelný průběh obsahu inhibitoru kyseliny abscisové během sladování zachycuje též Yamada [51]. V předložené práci byly endogenní inhibice zesíleny při úpravě stupně domočení exogenní aplikací buď samotné ABA 0,1 mg. kg<sup>-1</sup>, nebo směsí GA 0,1 a ABA 0,1 mg. kg<sup>-1</sup>, popřípadě GA 0,1 a ABA 1,0 mg. kg<sup>-1</sup>. Nejlepších výsledků dosáhl slad ošetřený přidáním směsí GA 0,1 mg. kg<sup>-1</sup> a ABA 0,1 mg. kg<sup>-1</sup>. Užití ABA při výrobě sladu podrobně popisuje patent pivovaru Kirin [53]. Přidáním kyseliny abscisové k ječmeni během sladování se inhibuje růst kořínků ve prospěch zvýšení výtěžnosti sladování. Současně se zabrání nadměrnému rozluštění bílkovin a je sníženo množství volných aminokyselin ve sladince v důsledku inhibování tvorby proteas. Kromě toho se omezí barva sladiny, která pochází z tvorby melanoidů, protože obsah glukosy a maltosy ve sladince je snížen, což je způsobeno inhibováním tvorby  $\alpha$ -amylasy. Konečně se zlepší zkvasitelnost a současným použitím giberelinu se také zvýší obsah extraktu, biosyntéza  $\alpha$ -amylasy se v aleuronové vrstvě urychluje giberelinem, ale kyselina abscisová biosyntézu brzdí [23].

Sladování, tj. vlastně klíčení za specifických fyzikálních podmínek, je závislé na interakcích jednotlivých endogenních růstových regulátorů rostlin, kdy citlivost vůči nim není stejná v jednotlivých jeho fázích. Proto byla v průběhu sladování sledována i hladina cytokininů a indolyloctové kyseliny.

Aktivita endogenních cytokininů zpočátku prudce stoupá, což bylo pravděpodobně spojeno s činností nukleas, které uvolňují cytokiny obsažené v nukleových kyselinách [52]. Určité zpomalení růstu aktivity cytokininů v třetí den máčení mohlo být spojeno s jejich spotřebou při buněčném dělení. Poté dochází opět k vzrůstu aktivity cytokininů produkovaných již pravděpodobně embryem a vlastními kořínky.

Obsah indolyloctové kyseliny v prvních dvou dnech sladování pozvolna stoupá. V této době je činností proteas uvolňován spolu s ostatními aminokyselinami tryptofan-prekurzor kyseliny indolyloctové [52]. Nejvyšší obsah IAA byl zaznamenán třetí den sladování, poté dochází k jeho poklesu spojenému pravděpodobně se spotřebou IAA na prodlužovací růst.

## ZÁVĚR

Bylo potvrzeno, že ovlivnění poměru hladiny endogenních inhibitorů a stimulatorů během máčení a klíčení má kladný vliv na kvalitu a výtěžek sladování. Zvýšení inhibice klíčení lze dosáhnout exogenní aplikací např. růstových regulátorů rostlin, jako je kyselina abscisová nebo fyzikálními navozeními fyziologického stresu v rámci technologie výroby, což bude předmětem další práce.

## Literatura

- [1] KUTINA, J.: Regulátory růstu a jejich využití v zemědělství a zahradnictví. SZN, Praha 1988.
- [2] MOORE, C. M.: Biochemistry and Physiology of Plant Hormones. Springer-Verlag, New York-Heidelberg, Berlin 1979.
- [3] ŠEBÁNEK, J.: Fyziologie rostlin. SZN, Praha 1983.
- [4] KUTINA, J.: Regulátory růstu a jejich využití v zemědělství a zahradnictví. SZN, Praha 1978.
- [5] GRIFFITHS, C. M.: Nature, **202**, 1964, s. 353.
- [6] WAREING, P. F., SETH, A. K.: Symp. Soc. Exp. Biol., **21**, 1967, s. 543.
- [7] PILET, P. E.: J. Exp. Bot., **21**, 1970, s. 446.
- [8] VARNER, J. E., HO, D. T. H.: The role hormones in the integration of seedling growth. In: Papaconstanton, J. (ed.): The Molecular Biology of Hormone Action. Academic, New York 1976.
- [9] ADDICOTT, F. T.: Abscission. Univ. California Press, Berkeley 1982.
- [10] BISHOP, L. R.: J. Inst. Brew., **52**, 1946, s. 280.
- [11] MAC LEOD, A.: J. Inst. Brew., **73**, 1967, s. 146.
- [12] PODEŠVA, J., KLEJZAROVÁ, V., HUDEOVÁ, M.: Acta Univ. Agr., **A 23**, 1975, s. 873.
- [13] PODEŠVA, J.: Rostlinná výroba, **23**, 1977, s. 775.
- [14] NIKOLAJEVA, M. G.: Bot. žurnal, **47**, s. 1823.
- [15] KHAN, A. A.: Science, **171**, 1971, s. 853.
- [16] OBHILDALOVÁ, L., HRADILÍK, J.: Acta Univ. Agr., **23**, 1975, s. 854.
- [17] GOLDBACH, H., MICHAEL, G.: Crop Sci., **16**, 1977, s. 797.
- [18] PALMER, G. H.: Echo de la Brass., **27**, 1971, s. 441.
- [19] PALMER, G. H.: J. Inst. Brew., **78**, 1972, s. 470.
- [20] PALMER, G. H.: J. Inst. Brew., **80**, 1974, s. 13.
- [21] COOK, A. H., HARRIS, G.: Brew. Digest **39**, 1964, s. 70.
- [22] CHRISPEELS, M. J., VARNER, J. E.: Plant Physiol., **42**, 1967a, s. 398.
- [23] CHRISPEELS, M. J., VARNER, J. E.: Plant Physiol., **42**, 1967b, s. 1008.
- [24] JACOBSEN, J. V., VARNER, J. E.: Plant Physiol., **42**, 1967, s. 1596.
- [25] BENETT, P. A., CHRISPEELS, M. J.: Plant Physiol., **49**, 1972, s. 442.
- [26] HESS, D.: Pflanzenphysiologie. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart 1979.
- [27] SCHRANDORF, H.: Wachstum. Fortschr. Bot., **35**, 1973, s. 121.
- [28] SIMANČIK, F.: Studium příčin zábrán klíčení semen s klíčným odpocinkem (Kandidátská dizertace). Arboretum Mlyňany — Ústav dendrologie SAV, 1965.
- [29] ARELT, R. G.: J. Inst. Brew., **67**, 1961, s. 405.
- [30] MAC LEOD, J.: J. Inst. Brew., **70**, 1964, s. 521.
- [31] MACEY, A., STOWELL, K. G.: J. Inst. Brew., **67**, 1961, s. 396.
- [32] BROOKES, P. A., MARTIN, P. A.: J. Inst. Brew., **80**, 1974, s. 294.
- [33] VRTĚLOVÁ, H.: Nové způsoby výroby sladu vzhledem ke zkrácení sladovacího postupu. (Výzkumná zpráva). VÚPS, Brno 1976.
- [34] TAHARA, S.: J. Inst. Brew., **79**, 1973, s. 526.
- [35] PAT. NDR 94156.
- [36] MASSART, L.: Echo de Brass., **27**, 1971, s. 473.
- [37] ISEBAERT, L., VAN DER BEKEN, M. R.: Brass. Malt. Europ., **21**, 1971, s. 215.
- [38] PAT. Velká Británie P 2023368.
- [39] PALMER, G. H.: Brew. Digest, **49**, 1974, s. 40.
- [40] PALMER, G. H., BARRET, J.: J. Inst. Brew., **79**, 1973, s. 41.
- [41] BROWN, C. R.: J. Inst. Brew., **80**, 1974, s. 471.
- [42] BAXTER, E. D., BOOER, C. D., PALMER, G. H.: J. Inst. Brew., **80**, 1974, s. 549.
- [43] ANALYTICA EBC. Third ad. Sch. Brau., Zurich 1975.
- [44] KÖHLER, K. H., CONRAD, K.: Biol. Rundschau, **4**, 1966, s. 36.
- [45] TAN, H. M.: Příspěvek ke studiu celistvosti klíčnic rostlin lnu (Linum usitatissimum) a hrachu (Pisum sativum) ve vztahu k růstovým regulátorům. (Kandidátská dizertace). VŠZ, Brno 1980.
- [46] FRANKLAND, B., WAREING, P. F.: Nature, **185**, 1960, s. 255.
- [47] KNEGT, E., BRUINSMA, J.: Phytochemistry, **12**, 1973, s. 753.
- [48] MOUSDALE, D. M. A., BUTCHER, D. N., POWEL, R. G.: Spectrophotofluorometric methods of determining indole-3-acetic acid. In: HILLMAN, J. R. (ed.): Isolation of Plant Growth Substances, s. 27. Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, Melbourne 1978.
- [49] YAMADA, K.: Ref. Res. Lab. Kirin Brew. Co., **27**, 1984, s. 39.
- [50] NIKOLAJEVA, M. G.: Rol' temperatury i fitogormonov u narušení pokoja semjan. Nauka, Leningrad 1981.
- [51] YAMADA, K.: Ref. Res. Lab. Kirin Brew. Co., **28**, 1985, s. 1.
- [52] OVERBECK, J. van: Sci. American, **75**, 1968, s. 219. In: HESS, D.: Pflanzenphysiologie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1979.
- [53] PATENT NSR DE 3243547 - A.1.



**Kosař, K. - Psota, V. - Vítková, H. - Klíčová, Š.: Některé aspekty ovlivňují technologii máčení. III. Aktivita růstových regulátorů.** Kvas. prům., 35, 1989, č. 6, s. 163—167.

Popisuje se aktivita endogenních inhibitorů a stimulatorů. V průběhu technologie sladování se zjišťoval efekt přidávání giberelinu a kyseliny abscisové. I když je možno použít popisovaný způsob aplikace růstových regulátorů v praxi, cílem práce bylo především zjistit aktivitu růstových regulátorů v průběhu sladování, tak aby bylo možno využít těchto výsledků při ovlivňování hladiny růstových regulátorů jinými než chemickými prostředky.

Bylo potvrzeno, že ovlivnění poměru hladiny endogenních inhibitorů a stimulatorů během jednotlivých fází sladování může mít kladný vliv na kvalitu a výťažnost sladování. Dále se popisují změny hladin endogenních cytokininů a  $\beta$ -indolyloctové kyseliny během sladování.

**Косарж, К. - Псота, В. - Виткова, Г. - Кличова, Ш.: Некоторые аспекты, оказывающие влияние на замачивание. III. Активность регуляторов роста.** Квас. прум., 1989, 35, № 6, стр. 163—167.

В работе описывается активность эндогенных ингибиторов и стимуляторов. В течение технологии солодования устанавливался эффект добавления гибберелина и абсцисиновой кислоты. Хотя можно применить описываемый способ приложения регуляторов роста на практике, все-таки целью работы было прежде всего определить активность регуляторов роста в течение солодования таким образом, чтобы можно было использовать эти результаты при действии на уровень регуляторов роста другими чем химическими средствами.

Было подтверждено, что осуществление действия на отношение уровня эндогенных ингибиторов и стимуляторов в течение отдельных фаз солодования может оказать положительное действие на количество и выход солодования. Эта работа описывает изменения уровня эндогенных cytokininov и  $\beta$ -индолилуксусной кислоты в течение солодования.

**Kosař, K. - Psota, V. - Vítková, H. - Klíčová, Š.: Some Aspects Affecting Steeping Technology. III. Activity of Growth Factors.** Kvas. prům., 35, 1989, No. 6, pp. 163—167.

Activities of endogenous inhibitors and stimulators are described in the article. Effect of gibereline and abscis acid additions on the malting technology was observed. The aim of the study was to detect the activity of growth factors during malting for further application of these results by affecting the level of growth factors otherwise than by chemical means. It has been verified that the quantity of endogenous inhibitors and stimulators can positively affect the quality and yield of malting. In addition, the results give some more information about changes in endogenous cytokinines and  $\beta$ -indol acetic acid during malting.

**Kosař, K. - Psota, V. - Vítková, H. - Klíčová, Š.: Einige das Weichen beeinflussende Aspekte. III. Aktivität der Wachstumsregulatoren.** Kvas. prům., 35, 1989, Nr. 6, S. 163—167.

In der Arbeit wird die Aktivität der endogenen Inhibitoren und Stimulatoren beschrieben. Es wurde im Verlauf der Mälzungs-technologie die Auswirkung der Zugabe von Gibberelin und Abszissäure getestet. Wenn auch das beschriebene Verfahren der Applikation von Wachstumsregulatoren in der Praxis anwendbar ist, das Ziel der Forschungsarbeit war vor allem die Ermittlung der Aktivität der Wachstumsregulatoren im Verlauf des Mälzens, und zwar zum Zweck der Ausnützung der Ergebnisse beim Beeinflussen des Niveaus der Wachstumsregulatoren durch andere als chemische Mittel.

Es wurde bestätigt, daß die Beeinflussung der Verhältnisses des Niveaus der endogenen Inhibitoren und Stimulatoren während der einzelnen Mälzungsphasen eine positive Einwirkung auf die Qualität und auf die Ausbeute des Mälzungsprozesses aufweisen kann. Die Arbeit erweitert auch die Erkenntnisse über die Veränderungen des Niveaus der endogenen Cytokinine und der  $\beta$ -Indolylessigsäure im Verlauf des Mälzens.