

Použití giberelinů v sladařském a pivovarském průmyslu

JIŘÍ MAŠTOVSKÝ, VLADIMÍR KAREL, MIROSLAV KAHLER, Výzkumný ústav pivovarsko-sladařský, Praha

663.4:577.17

Úvod

V současné době se v odborném tisku objevují stále častěji zprávy o účincích nové, biologicky velmi aktivní látky — giberelinu. Historie giberelingu začíná již v roce 1926, kdy japonský fytopatolog *Kurosawa* [1], pracující na Formose, objevil, že dávno známá choroba rýže „bakane“ nebo „nemoc bláznivých klíčenců rýže“ [2], jejímž počátečním, charakteristickým symptomem je vznik vytáhlých tenkých rostlin, je způsobena bezbuněčnými filtráty houby *Gibberella fujikuroi*. Neznámou, růstově aktivní látku izolovali až v letech 1938/39 pracovníci *Yabuta*, *Sumiki* a *Hayashi*, kteří izolované látky nazvali *giberelin A* a *giberelin B*. Většina těchto prací zůstala však nepověšená až do roku 1950, kdy byla v Anglii a v Americe izolována další látka, stimulující růst rostlin — *kyselina giberelová* [3].

Gibereliny je dnes obecný název pro sloučeniny, které způsobují prodloužení internodií,* což se zvláště projevuje u geneticky zakrslých forem, tzv. trpasličích rostlin. Kromě stimulačních účinků na růst celé řady rostlin, vyvolávají gibereliny ještě další biologické efekty, např. podporují klíčení semen, odstraňují světelnu inhibici růstu hrachu, vyvolávají rozkvétání u některých dvouletých rostlin a dlouhodenních rostlin, pěstovaných na krátkém dni. Studiem řady druhů rostlin byly potvrzeny předpoklady o přirozeném výskytu sloučenin typu giberelinů ve vyšších rostlinách a položeny tak základy k izolaci této vysoce růstově aktivních látek z rostlinného materiálu.

Většinu látek typu giberelinů dosud izolovaných a chemicky identifikovaných lze odvodit od základního uhlovodíku *giberenu*, *1,7-dimethylfluoren*.

V současné době jsou v popředí biologického zájmu tyto sloučeniny: *kyselina giberelová* (GA), totožná s giberelinem X a giberelinem *A₃* - $C_{19}H_{22}O_6$, giberelin A₁, dihydroderivát kyseliny giberelové - $C_{19}H_{24}O_6$ a giberelin A₂ - $C_{19}H_{26}O_6$ [3].

Bylo zkoušeno, jak působí gibereliny na nejrůznější rostliny, např. na pícní a pastevní porosty, na bavlník, hrášek, fazole, brambory, salát, tabák, vinnou révu atd. Zajímavé jsou poznatky o působení giberelingu v rostlinách, které bývá přirovnáváno k účinku auxinů. Podle *Bruce* a *Yamaki* [4] nevyznačuje se však giberelin polárním pochybem uvnitř rostliny, který je charakteristický pro auxin. Giberelin působí stejně na celou rostlinu, i když je různě aplikován, např. jako jednotlivá kapka v lanolinové pastě, postříkem nebo v rozto-

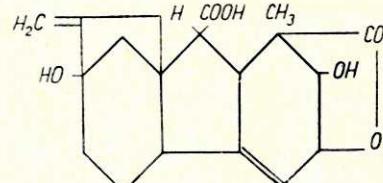
ku pro kořeny. Představu, tradovanou některými badateli již od prvního srovnání s auxinem, že totiž gibereliny nejsou auxiny, opodstatňuje indiferentní chování kyseliny giberelové vůči světlu.



Podle studií o vztahu mezi chemickou strukturou a účinkem auxinů bylo při navrhovaném strukturním vzorci kyseliny giberelové těžko očekávat, že tato sloučenina projeví aktivitu auxinů. Ve skutečnosti bývají nenasycené laktony obvykle inhibitory. Nejpřijatelnější se zdá představa *Brianova* a *Hemmingova* [18], že totiž gibereliny působí v rostlinách za přítomnosti auxinů. Aplikace giberelinů tedy vyvolává využití všech potenciálních možností přítomných auxinů [3]. Ze všech výsledků, uvedených v literatuře vyplývá, že lze dnes stěží sledovat nějaký růstový proces, aniž by se nebral ohled na případnou interakci giberelinů a auxinů.

Praktické využití této interakce při klíčení a dozrávání ječmene se v současné době sleduje na VÚPS v Praze a zároveň jsou konány pokusy s kombinací giberelingu A a 1-tryptofánu, který zvyšuje růstové účinky giberelingu [5].

V této práci byl sledován vliv giberelingu na klíčení ječmene při výrobě sladu. Tímto problémem se zabývali již Japonci [6, 7] v roce 1940 a v nejnovější době *Sandegren* a *Beling* [8]. Japonští pracovníci nechávali ječmen klíčit v roztoku giberelingu A a B a sledovali vliv roztoku na aktivitu enzymů. V praxi používali při máčení 7,5 až 75 mg giberelingu na 1 kg ječmene. Uvádějí, že giberelin hlavně zkracuje dobu klíčení a zvyšuje aktivitu α -amylázy. *Sandegren* a *Beling* konali pokusy na mikrosladovně (jedno namočení 65 kg) a sledovali možnost urychlení výroby sladu. Snažili se dobu máčení zkrátit vymáčením při nižším stupni domočení (38–39 %) a tím dosáhnout u ječmene dříve stadium pukavky. Potřebné množství vody dodávali ječmenu při klíčení, takže zelený slad obsahoval před nastřením 42–43 % vody. Zvlhčování roz-



Giberelin A₃

* Články mezi jednotlivými kolénky na stéblech trav.

tokem giberelinu prováděli „pokud možno ne dříve, dokud slad nepřešel do stadia pukavky“ [8]. Zpočátku dávkovali na 1 kg ječmene 16 mg giberelinu. Protože však giberelin je zatím ještě drahý, pokoušeli se najít minimální koncentraci. Provedli celkem 56 pokusů, při nichž giberelin aplikovali již popsaným způsobem. Postupným snižováním koncentrace zjistili, že minimální potřebná dávka je asi 2–3 mg giberelinu A na 1 kg ječmene. Ve všech případech zvýšil giberelin Kolbachovo číslo sladů, diastatickou mohutnost, aktivitu α -amylázy, obsah celulázy a na rozdíl od japonských pracovníků [6, 7] zvýšil se i extrakt vyrobeného sladu — bez zvýšení sladovacích ztrát. V práci [8] je uvedeno porovnání osmidenního sladu, vyrobeného provozně ve stockholmské sladovně Holmsberg s pětidenním sladem ze stejněho ječmene, vyrobeným v mikroprovozu (namočeno 65 kg). U pětidenního sladu byl extrakt o 1,7 % v sušině vyšší než u osmidenního. Rozdíl mezi hrubým a jemným šrotom byl u osmidenního sladu 4,1, u pětidenního 4,0 %. Kongresní sladiny ze sladů, při jejichž výrobě bylo použito giberelinu, byly odolnější vůči chladovému zákalu. Při výrobě piv z těchto sladů se zkrátila doba kvašení o jeden den — piva rychleji prokvašovala. Autoři uvažují, že při dávce 3 mg giberelinu na 1 kg ječmene by na 1 l piva připadlo asi 0,4 mg giberelinu, ovšem za předpokladu, že by celé jeho množství přešlo bez ztrát až do hotového piva. I toto množství považují za bezvýznamné, protože nebyly dokázány žádné škodlivé vlivy giberelinu na člověka [8].

Toxicitu kyseliny giberelové zkoumali *Harold M. Peck, Samuel E. McKinney, Alfred Tytell, Bruce B. Byham* [21] a jiní, a to při podání per os (25 g/kg), intravenosně (30% a 50% roztok kyseliny giberelové) a postříkem. Výsledky zkoušek byly negativní. Dále bylo zjištěno, že není nebezpečí ani pro člověka, který s roztoky giberelinu A pracuje — např. při postřiku obilovin — ani pro člověka, který požívá obiloviny, na něž byla kyselina giberelová nebo její soli aplikovány. Toxicitu giberelinů bylo možno také jen stěží předpokládat, a to už vzhledem k tomu, že gibereliny jsou přirozenými složkami rostlin [21, 22].

Tabulka 1

Výsledky srovnávacích rozborů sladů

Číslo vzorku	Vzorek	Hektolitrová váha [kg]	Extrakt v sušině [%]	Hartongovo číslo	Kolbachovo číslo	Maltotza [% El]
1	pětidenní slad (giberelin s gluk.)	54,6	83,33	6,8	42,8	67,3
2	pětidenní slad porovnávací	56,2	82,04	4,8	41,9	52,3
3	sedmidenní slad porovnávací	54,4	83,47	5,3	44,0	68,1
4	pětidenní slad (giberelin)	54,2	81,73	6,7	42,2	58,4
5	pětidenní slad (glukóza)	55,2	82,53	7,1	42,9	61,6

Tolik bylo potřebné uvést pro informaci, co bylo v zahraničí dosud dosaženo v naznačeném směru s látkami typu giberelinu.

Při našich pokusech bylo na základě studia literatury pracováno rovněž s giberelinem A. Nejprve byla laboratorně zjištěná koncentrace, nevhodnější pro klíčení ječmene. Byly sledovány koncentrace, uvedené již v úvodu tohoto článku, sou-

časně byl však sledován i účinek stopových množství giberelinu A, o němž není v literatuře dosud zpráv. Výsledek byl překvapující: nejlépe se osvědčila koncentrace 0,01 mg% (1 g na 100 hl roztoku), kterou jsme postříkovali v mikrosladovně normálně domočený ječmen (42–43 % vody) v prvotním stadiu pukavky. Kromě postřiku roztokem samotného giberelinu byl proveden i postřík směsi giberelinu a glukózy. Glukóza byla přidána jako výživa pro urychlení pochodu při klíčení v zrnu a k zabránění nežádoucích ztrát při urychleném klíčení. Vliv samotné glukózy na klíčení a jakost sladu byl ověřen pokusem č. 5 (tab. 1). Na základě laboratorních pokusů bylo použito glukózy v koncentraci 0,01 %, tj. 1 g na 10 l postřiku. V tab. 1 jsou uvedeny výsledky rozborů pětidenních sladů s různými postříky a pětidenního a sedmidenního sladu, vyrobeného ze stejněho ječmene bez postříku. Pro porovnání byl volen sedmidenní slad, protože pro ječmeny minulého ročníku zjistili pracovníci brněnské odbočky tuto dobu jako optimum.

Tabulka 2
Diastatická mohutnost zeleného sladu v sušině

Den odběru vzorku	Slad 1 GA + glukóza [lj]	Slad 2 porovnávací [lj]	Slad 3 giberelin [lj]	Slad 4 glukóza [lj]
1.	218	218	218	172
2.	241	251	262	262
3.	400	256	291	337
4.	418	370	320	404
5.	436	398	377	419
6.	463	403	479	468

K uvedeným výsledkům je nutno dodat, že naše pokusy na mikrosladovně (namáčka 5 kg ječmene) byly konány za velmi nepříznivých podmínek v období lednových mrazů. Prostor, ve kterém jsou klíčicí skříně, nebylo možno řádně temperovat. Vzduch měl teplotu 7–8 °C, kdežto Sandegren [8] pracoval při teplotě 15 °C. Obsah diastázy (tab. 2) je uveden v zeleném sladu, aby se předešlo případným nepříznivým vlivům při odsoušení jednotlivých vzorků v silonových sáčcích na mikrohozdu.

Pro použití směsi giberelinu s glukózou hovoří skutečnost, že oproti aplikaci samotného giberelinu nebo samotné glukózy se dosáhlo u pětidenního sladu, stříkaného směsí, prakticky stejněho extraktu jako u sedmidenního (tab. 1) a vyšší diastatické mohutnosti než u šestidenního zeleného sladu porovnávacího (tab. 2). Účinek giberelinu a glukózy se sčítal analogicky jako např. při jeho aplikaci s hnojivy na zrna v půdě [10]. Tato skutečnost poukazuje i na možnost využití giberelinu při výrobě diastatických sladů, a to buď samotného nebo v kombinaci ještě s jinými látkami. V poměrně vysokém obsahu extraktu u pětidenního sladu, stříkaného směsí giberelinu s glukózou, uplatňuje se pravděpodobně jednak samotná glukóza jako výživný faktor, a jednak i schopnost giberelinu fixovat uhlík, která není přímo spojena s fotosyntézou. Zmíněný účinek giberelinu byl zjištěn i ve tmě [11]. Současně se tato skutečnost projevuje zřejmě i v nezvýšených sladovacích ztrátech, které mají tendenci se snižovat. S použitím postříku směsi giberelinu a glukózy bylo z 5 kg namočeného ječmene vyrobeno 4,16 kg sladu, porov-

návacího sladu ze stejného množství ječmene 4,15 kg.

Slady vyrobené s giberelinovým postříkem byly velmi křehké, což je zřejmě důsledek jejich vyššího obsahu celulázu [8], takže dochází k dokon-

Tabulka 3

Vliv giberelinu na kvasnice

	Zdánl. extrakt [% vah.]	Množ. kvasnic [g]	Stav kvasnic
Kontrolní kvašení	3,2	12,1	normální
10 mg GA/1	3,7	12,3	normální
Kontrolní kvašení	3,0	8,6	normální
10 mg GA/1	3,0	8,8	normální
Kontrolní kvašení	3,0	11,4	normální
10 mg GA/1	3,2	10,4	normální
20 mg GA/1	3,0	11,0	normální

lejšímu rozluštění buněčných stěn. Sandegren [8] tím vysvětluje i příznivější hodnoty Kolbachova čísla těchto sladů, protože vyšší činností celulázy se zpřístupní proteolytickým enzymům více bílkovin. Jako nejvhodnější se tedy jeví postřík směsi, a to i při výrobě krátkých sladů, např. tří-denních. Ze zprávy [8] vyplývá, že použitím směsi giberelinu A (0,01mg % roztok) a glukózy (0,01 % roztok) by bylo možno vyrobit pětidenní, a za příznivějších podmínek i čtyřapůl denní slady, které se svými vlastnostmi vyrovnejí sedmidenním sladům. Bylo by popřípadě vhodné kombinovat použití této směsi s urychleným máčením za použití 0,1 % roztoku peroxydu vodíku [12] nebo máčet ječmen podle návrhu Piratzkiho [13], který nechává ječmen pod vodou jenom 1/5 až 1/6 máčecí doby a tím dosahuje dříve puknutí zrn. Tyto pokusy se zatím neprováděly, aby se snad příliš nekomplikoval sladovací proces.

Laboratorní i mikropozvozní zkušenosti se potvrdily i v provozu ve sladovně v Brněnských Ivanovicích, kde bylo spotřebováno pro postřík 50 q sladu 10 l roztoku směsi, tj. na 50 q sladu je třeba 1 mg giberelinu A a 1 g glukózy, na 1 kg ječmene připadá tedy 0,2 µg giberelinu A a 0,2 mg glukózy. Postříkovaná bylo zahradním rozprašovačem na obsah 10 l. Hromada ječmene ve stadiu pukavky se postříkala 5 l roztoku, byla přeprána a postříkána zbytkem roztoku (5 l). Přepráni není bezpodmínečně nutné, protože postřík prosákne hromadou.

Náklad na chemikálie pro 100 q sladu by tedy činil celkem asi 20 haléřů.

V Československu se giberelin v krystalické formě doposud nevyrábí, má však být vyráběn v I. čtvrtletí t. r.

Výsledky uvedené v článku nejsou konečné. Před zavedením postříku do praxe bude potřebné provést ještě pokusy v několika různých sladovnách, aby mohla být zaručena reprodukovatelnost výsledků za různých podmínek a okolností.

Působení giberelinu na kvasnice

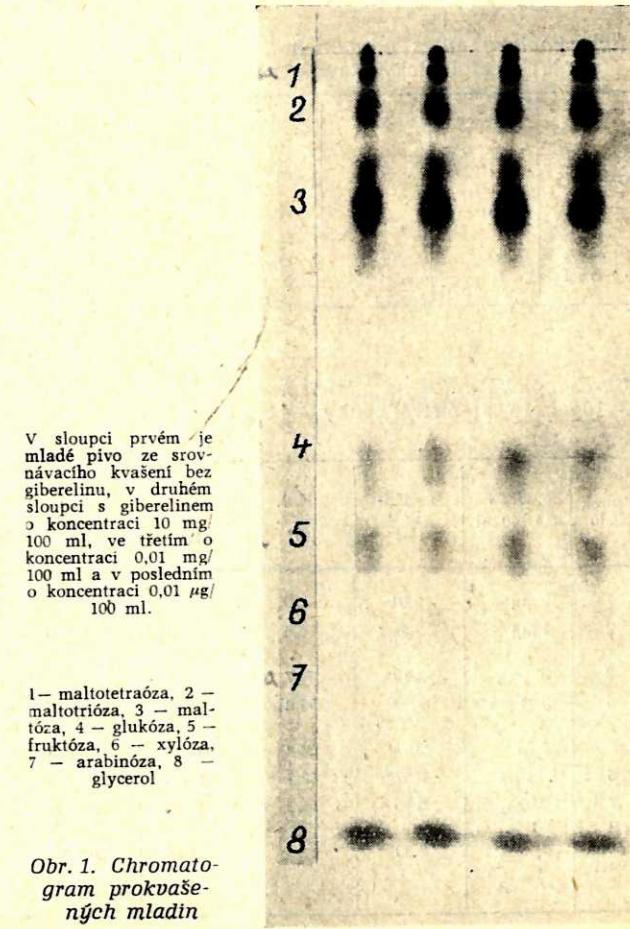
V literatuře byly zmínky o účincích giberelinu na různé mikroorganismy (*O. Ciferri, F. Bartossi* [15], *K. C. Lu, C. M. Gilmour* a další [16]), a proto byl přezkoušen jeho vliv na průběh hlavního kvašení. *A. Awades a G. Chiano* [17] uvádějí ve své práci výsledky z několika pokusných kvašení a

shodují se s názorem *T. Hayashiho* [18], že giberelin neovlivňuje kvašení a nepůsobí na kvasnice. Své sledování omezili pouze na dvě koncentrace (10 mg a 20 mg na 1 l mladiny), na stupeň prokvašení a množství sebraných kvasnic. V jednom případě byly několikrát vedeny stejně kvasnice vždy s přídavkem giberelinu. Výsledky jejich pokusů jsou uvedeny v tab. 3.

Naproti tomu zjistili *Sandegren a Beling* [8] intenzivnější a o jeden den kratší hlavní kvašení u mladin vyrobených ze sladů s giberelinem, než u mladin vyrobených ze sladů kontrolních. Tento účinek nezpůsobuje však stopám giberelinu, které by mohly zůstat ve sladu, nýbrž zvýšenému obsahu aminokyselin.

Podrobný průzkum vlivu giberelinu na důležité složky v mladém a hotovém pivě nemohl být zpracován najednou a proto byl rozdělen do tří částí. Jednotlivé části budou postupně uveřejněny. V první části bylo sledováno v širokém rozmezí dávkování giberelinu, stupeň prokvašení, morfologický a fyziologický stav kvasnic, výtěžnost kvasnic a jejich kvasivá mohutnost a zastoupení jednotlivých cukrů v prokvašené mladině. V druhé části se sleduje pohyb aminokyselin, tříslovin a kvalitativní složení bílkovin a hořkých látek. V poslední části bude podrobně zachycen průběh hlavního kvašení mladin, vyrobených ze sladů, stříkaných giberelinem při stacionárním a kontinuálním způsobu.

Kvasné zkoušky byly několikrát opakovány s násadními kvasnicemi čerstvými, vyčerpanými a různě infikovanými. Zákvasná dávka kvasnic byla 0,6 g na 100 ml mladiny při 15%ní sušině. Zakva-



šena byla vždy čerstvá, 7^o světlá mladina. Dávkovaný giberelinu bylo zvoleno v koncentracích 10 mg až 0,01 µg na 100 ml mladinu. Kvasivá mohutnost se hodnotila podle množství vyvinutého kysličníku uhličitého za 3 h na standardním substrátu. Jednotlivé cukry byly stanoveny chromatograficky v prokvašené mladině, a to u vzorků s koncentrací 10 mg, 0,01 mg, 0,01 µg a u kvašení srovnávacího.

Výsledky kvasných zkoušek jsou uvedeny v následujících tabulkách (tab. 4-6).

Podle uvedených výsledků nebyl zjištěn významný účinek giberelinu na kvasnice. Některé výkyvy v nálezu mrtvých buněk, ve snížení infekce a v morfologickém stavu nebyly průkazné, protože při novém kvasném pokusu se stejnou koncentrací se již neopakovaly. Na chromatogramu (obr. 1)

je dokumentováno zastoupení jednotlivých cukrů, jež zůstává stejné při různém dávkování giberelinu. Menší pokles v množství sebraných kvasnic byl nalezen jen u vyšších koncentrací.

Používání a působení giberelinu bylo ponejvíce prostudováno u vyšších rostlin, avšak doposud nejsou ještě zcela objasněny změny v metabolismu rostlin po jeho aplikaci. Většina autorů (P. W. Brian, J. F. Hemming (19), G. Kuse (20) zastává názor, že giberelin brzdí ty metabolické pochody, které inhibují růst i v přítomnosti potřebného množství auxinů. Nelze proto z těchto uzávěrů ani z výsledků usuzovat na samotný mechanismus působení giberelinu na kvasnice. Bude nutno důkladně prozkoumat dusíkaté složky v mladém a hotovém pivě a jejich případný vliv na koloidní stabilitu piva. Nejpřijatelnějším se zatím zdá názor

Vyčerpané kvasnice

Tabulka 4

Mikroskopický nález násadních kvasnic: Infekce — silně koků a tyčinkovitých bakterií; glykogen — 0; mrtvé buňky — 4,5 až 5,5 %; morfologický stav — 90 % buněk mělo plasmu vakuolovánu, buňky kulaté, středně velké, místy plasma kontrahovaná

Vzorek číslo	Koncent. GA/100 ml	Stupňo-vitost [%]	Zdánlivé prokvaš. [%]	Glyko-gen [%]	Mrtvé buňky [%]	Infekce		Morfologický stav
						koků	tyčink. bakterií	
1	1 mg	2,80	57,3	60-65	3,0-3,5	silně	silně	plasma hrubozrná, silně vakuol., buňky kulaté až oválné, místy deformace
2	0,1 mg	2,72	58,3	30-35	3,0-3,5	silně	mírně	plasma hrubozrná, silně vakuol., buňky oválné
3	0,01 mg	2,83	56,6	25-30	4,5-5,0	mírně	silně	dtto
srov-návací		2,71	58,4	50-55	4,5-5,0	mírně	mírně	dtto

Čerstvě kvasnice

Tabulka 5

Mikroskopický nález násadních kvasnic: Infekce — mírně koků; glykogen — 20 až 25 %; mrtvé buňky — 2 až 3 %; morfologický stav — plasma jemnozrná, místy hrubozrná, buňky mírně oválné, střední velikosti

Vzorek číslo	Koncent. GA/100 ml	Stupňo-vitost [%]	Zdánliv. prokvaš. [%]	Glyko-gen [%]	Mrtvé buňky [%]	Infekce		Morfologický stav
						koků	tyčink. bakterií	
1	1 mg	2,56	60,3	60-65	3,0-3,5	mírně	mírně	plasma jemnozrná, místy vakuoly, buňky mírně oválné
2	0,1 mg	2,58	60,2	60-65	3,5-4,0	mírně	mírně	plasma hrubozrná, buňky mírně oválné
3	0,01 mg	2,44	62,3	60-65	4,5-5,2	mírně	—	plasma jemnozrná, místy vakuoly, buňky vyrovnané
srov-návací		2,55	60,5	60-65	3,5-4,0	mírně	stopy	dtto

Kvasnice lisované

Tabulka 6

Mikroskopický nález násadních kvasnic: Infekce — silně koků, stopy tyčinkovitých bakterií a diplokoků; glykogen — 10 až 15 %; mrtvé buňky — 3,5 %; morfologický stav — plasma hrubozrná, silně vakuol., buňky mírně oválné, středně velké; sušina — 22,3 %

Vzorek číslo	Koncent. GA/100 ml	Stupňo-vitost [%]	Zdánliv. prokvaš. [%]	Glyko-gen [%]	Mrtvé buňky [%]	Infekce		Morfologický stav	Kvasivá mohutnost [ml CO ₂]	Sebráno kvasnic [g]	Sušina [%]
						koků	tyčink. bakterií				
1	10 mg	2,91	54,9	50-55	2,0-2,5	silně	mírně	Plasma hrubozrná, místy vakuoly, buňky mírně oválné	17,5	5,92	9,6
2	1 mg	2,81	56,4	40-45	4,0-4,5	mírně	mírně		17,8	5,20	9,9
3	0,5 mg	2,79	56,7	50-55	3,0-3,5	mírně	stopy		18,0	5,70	9,7
4	0,01 mg	2,89	55,2	30-35	4,0-4,5	mírně	—		18,4	6,66	8,9
5	1 µg	2,78	56,8	30-35	5,0-5,5	mírně	mírně		18,6	6,60	9,2
6	0,1 µg	2,87	55,5	35-40	3,0-3,5	mírně	stopy		19,0	6,40	9,8
7	0,01 µg	2,90	55,0	30-35	4,0-4,5	mírně	mírně	plasma jemná, buňky mírně oválné	18,7	6,50	9,8
Srovnávací	0	2,80	56,6	40-46	2,0-2,5	mírně	mírně	plasma hrubozrná, místy vakuoly, mírně oválné	17,0	6,28	10,2

Sandegren (8), že zkrácení hlavního kvašení je způsobeno spíše vhodnějším složením mladiny pro kvasnice, než stopami přítomného giberelingu. Podle dosavadních získaných výsledků bude hlavní kvašení pravděpodobně příznivěji ovlivněno vyrobenými slady s giberelinem, než přímým přidáváním giberelingu do mladiny.

Závěrem lze zatím říci, že použití giberelingu poskytuje velké možnosti především sladařskému průmyslu, a to již v blízké budoucnosti. Předložený přehled dosavadních poznatků a zkušeností je pouze předběžným pokusem, který má ukázat, jaké výhody je možno od použití giberelingu ve sladařství a pivovarství očekávat.

Autoři článku děkují soudruhům J. Krekulemu, Z. Sestákové a J. Ullmanovi, pracovníkům Biologického ústavu ČSAV, za umožnění přístupu k literárním pramenům.

Souhrn

V článku je uveden stručný přehled historie giberelinových látek a výsledků o použití giberelingu A ve sladařském a pivovarském průmyslu.

Pro urychlení klíčení ječmene byla autory článku zjištěna jako nejvhodnější koncentrace $0,2 \mu\text{g}$ giberelingu A na 1 kg ječmene. Účinek giberelingu se zvýší, použije-li se ve směsi s glukózou ($0,01 \text{ mg \% GA} + 0,01 \text{ \% glukózy}$). Roztok byl aplikován na normálně vymočený ječmen ve stadu pukavky jako postřík, a to 20 l roztoku na 100 q ječmene.

Samotné glukózy bylo použito ve formě 0,01% roztoku stejným způsobem (0,2 mg glukózy na 1 kg ječmene).

Konají se zkoušky účinku GA ve směsi s auxinem a 1-tryptofánem.

Účinek GA na kvasnice v rozmezí koncentrací 10 mg až $0,01 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ sladiny se neprojevil ve stupni prokvašení ani v morfologickém či fyziologickém stavu kvasnic. Pohyb cukru při kvašení zůstal za uvedených koncentrací nezměněn. Bude sledován vliv giberelingu A na obsah aminokyselin,

ПРИМЕНЕНИЕ ГИББЕРЕЛИНОВ В СОЛОДИЛЬНОЙ И ПИВОВАРЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье описывается вкратце история гибберелинов и рассматриваются результаты достигнутые при применении гибберелина А в солодильной и пивоваренной промышленности.

Авторы статьи определили, что для ускорения прорастания ячменя является оптимальной концентрации 0,2 г гибберелина А на 1 кг ячменя. Действие гибберелина усиливается при применении его в смеси с глюкозой ($0,01 \text{ mg \% гибберелина} + 0,01 \text{ \% глюкозы}$). Раствор в указанной пропорции применялся в количестве 20 л на 100 ц ячменя для опрыскивания нормально замоченного, разбухнувшего ячменя.

Испытывалось также действие одной лишь глюкозы в форме 0,01 % раствора и в количестве 0,2 мг на 1 кг ячменя. В настоящее время изучается влияние гибберелина А в смеси с ауксином и 1-триптофаном.

При концентрации гибберелина A в пределах от 10 mg до 0,01 g na 100 ml сусла не было обнаружено его

tříslavin a na složení bílkovin. Sleduje se účinek sladů, vyrobených postříkem GA při normálním a kontinuálním kvašení.

Článek dodán do redakce 10. 2. 1959.

Literatura

- (1) Kurosawa: Trans. Nat. Hist. Soc., Formosa 16, 213 (1926).
- (2) Witwer S. H., Bukovec M. J.: Economic Botany 12, 3 (1958).
- (3) Krekule J., Ullman J.: Přehled zahraniční zemědělské literatury 8, 10 (1959).
- (4) Bruce B., Stove, Tosio Yamaki: Annual Review of Plant Psychology 8, 181 (1957).
- (5) Hayashi T., Murakami Y.: Agricultural Chemical Society, Japan 28, (1934).
- (6) Yabuta T., Hayashi T.: Agriculture and Horticulture 15, 1991 (1940).
- (7) Munekataha, Kato S.: Bulletin of Brewing Science 3, 1 (1957).
- (8) Sandegren E., Belling H.: Wissenschaftliche Beilage 11, 12 (1958).
- (9) Windisch, Kolbach P.: Woch. f. Br. 42, 24 (1925).
- (10) Morgan D. G.: Mees C. C. J. Agric. Science 50, 1 (1958).
- (11) Yabuta T., Sumiki Y., Kalayama E., Motoyama H. J.: Agr. Chem. Soc. Jap. 17, 7 (1941).
- (12) Enders C., Nowak G., Schneebauer F., Pfahler A.: Woch. f. Br. 57, 81 (1940).
- (13) Piratzki W.: Die Nahrung 2, 2 (1958).
- (14) Bünsow R., Harder R.: Naturwiss. 43, 479 (1956).
- (15) Ciferri O., Bartossi F.: Soc. Ital. di Biol. Sp. B. 33, 114 (1957).
- (16) Lu K. C., Gilmond C. M., Zagallo A. O., Bollen W. B.: Nature 181, 189 (1958).
- (17) Avades L., Chiano G.: Amer. Brewer. 91, 39 (1958).
- (18) Hayashi T. J.: Agric. Chem. Soc. Japan 16, 386 (1940).
- (19) Brian P. W., Hemming H. G.: Ann. Bit. 22, 1 (1958).
- (20) Kuse G.: Bot. Magazine 71, 151 (1958).
- (21) Peck H. M., Mc Kinney S. E., Tytell A., Bruce B.: Byham. Science 126, 1064 (1957).
- (22) Phiney B. O.: Proc. Natl. Acad. Sci. US 43, 198 (1957).

влияние на дрожжи ни с точки зрения степени брожения ни по части влияния на морфологическое или физиологическое состояние дрожжí. Процесс преобразования сахара проходил при указанных концентрациях без изменений. При дальнейших экспериментах будет изучаться влияние гибберелина A na содерзание аминокислот, дубильных веществ и на состав белков. Изучается также поведение солода приготовленного с применением опрыскивания гибберелином A при непрерывном и прерывистом брожениях.

ANWENDUNG DER GIBBERELINE IN DER MALZ- UND BRAUINDUSTRIE

Der Artikel enthält eine Übersicht der Historie der Gibberelin-Forschung und der Ergebnisse bei Anwendung von Gibberelin A in der Malz- und Brauindustrie.

Für die Beschleunigung der Gerstenkeimung fanden die Verfasser die Konzentration von $0,2 \mu\text{g}$ Gibberelin A auf 1 kg Gerste als optimal. Die Wirkung des Gibberelins wird durch Zusatz von Glukose ($0,01 \text{ mg \% Gib. A}$

$A + 0,01 \text{ \% Glukose}$) erhöht. Mit der Lösung wurde eine normal ausgeweichte Gerstenpartie im Stadium des Brechhaufens bespritzt, und zwar 20 l der Lösung auf 100 q Gerste.

Es wurden auch Versuche nur mit Glukose in Form von 0,01 % Lösung im demselben Verfahren durchgeführt (0,2 mg Glukose auf 1 kg Gerste).

Versuche mit der Wirkung des Gibberelins A im Gemenge mit Auxin und 1-Tryptophan werden angestellt.

Was die Wirkung von Gibberelin A auf die Hefe betrifft, wurde in den Konzentrationen zwischen 10 mg und $0,01 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ Würze keine Auswirkung auf den Vergärungsgrad und den physiologischen oder morphologischen Zustand der Hefe festgestellt. Die Bewegung der Zucker im Verlauf der Gärung blieb bei den angeführten Konzentrationen unverändert. Im weiteren wird man den Einfluss des Gibberelins A auf den Aminosäuren- und Gerbstoffgehalt und auf die Zusammensetzung der Eiweißstoffe verfolgen. Es wird der Einfluss der mit Gib. A behandelten Malze bei normaler und kontinuierlicher Gärung verfolgt.