

Význam prednostného kvasenia glukózy a fruktózy vinnými kvasinkami pre prírodné sladké vína

663.252.4

Doc. Ing. E. MINÁRIK, CSc., M. EMERIAUD*) a Ing. O. JUNGOVÁ
Komplexný výskumný ústav vinohradnícky a vinársky, Bratislava

Do redakcie došlo 6. srpna 1977

Je známe, že väčšina druhov kvasiniek rodu *Saccharomyces* (Meyen) Rees vyskytujúcich sa v hroznovom mušte a víne vykazuje pri kvasení zmesi glukózy a fruktózy (invertného cukru) muštu preferenciu voči glukóze, ktorá je oproti fruktóze rýchlejšie a uprednostnene kvasená. Najdôležitejšie a v mikroflore spontánne kvasiacich muštov najčastejšie sa vyskytujúce sacharomycéty, napr. *Saccharomyces cerevisiae* Hansen, *S. oviformis* Osterwalder, *S. chevalieri* Guillaumond atď., sú viac alebo menej glukofilné. Selektívne kvasenie glukózy pred fruktózou nemá len taxonomický význam [Peynaud a Domercq 1955; Laho, Minárik a Navara 1958], ale aj praktické dôsledky [Gandini 1973, 1976].

Pri výrobe suchých prírodných vín, kedy sú oba monosacharidy glukóza a fruktóza úplne skvasené, glukofília kvasiniek nehrá prakticky žiadnu úlohu. Naopak, pri príprave prírodných sladkých vín, kedy sa kvasenie predčasne zastaví, napr. doliehovaním, sícením, pasterizáciou, studenou sterilizáciou a pod., zostáva časť pôvodného cukru neskvášená. Vzhľadom na približne dvakrát tak silnú sladivosť fruktózy než glukózy, nemôže byť technologovi ľahostajný, či zvyšok cukru vína pozostáva z fruktózy alebo glukózy.

Dominantnosť fruktózy v prírodne sladkých vínach sa prejavuje sacharimetrickou ľavotočivosťou, čo sa využíva pri dôkaze neľahostajnosti hroznového vína. Sladké vína s pomerom $G/F > 0,75$ a $P/\alpha < -3,5$ sa považujú za podozrivé z ľahostajnosti prídavkom cukru (G = glukóza, F = fruktóza, P = redukujúce cukry v g/l; α = sacharimetrická otáčivosť). Podľa Sudrauda a Cassignarda (1968) je abnormálny pomer G/F alebo P/α v sladkých vínach takmer vždy dôsledkom prídavku sacharózy alebo zahusteného muštu k vínu.

Baillet d'Estivaux (1970) však nabáda k ostražitosťi pri aplikácii hodnoty P/α na dôkaz pravosti či ľahostajnosti prírodného sladkého vína cukrom. Uvedený vzťah platí totiž viac-menej pri vínach zo zdravých hrozi. Neplatí vždy pri vínach kupážnych, a najmä pri vínach vyrobených z botrytických hrozi a pri vínach ružových (rosé). Podčiarkuje sa najmä skutočnosť, že vzťah G/F a P/α ovplyvňujú biologické faktory: druh kvasiniek a ich enzymatický systém, zdravotný stav hrozna atď.

Preferenčné kvasenie glukózy a fruktózy vinnými kvasinkami

Nadväzujúc na naše skoršie práce (Minárik a Rágala 1975) došli sme k presvedčeniu, že hlavnou príčinou anormálneho kvasenia botrytických muštov a muštov vyrobených z hrozi ošetrovaných antibiotikami, účinnými fungicídmi na báze itálimidov, dichlofluenu a pod., sú kvasinkové organizmy *Torulopsis stellata* Lodder [starší názov *T. bacillaris* (Kroemer et Krumbholz) Lodder].

Tieto kvasinky tvoria podstatnú časť mikroflore spontánne kvasiacich botrytických muštov. Sú veľmi odolné proti antifungálnej účinnosti antibiotiku botryticínu produkovaného plesňou *Botrytis cinerea*. Vykazujú pomerne vysokú osmofíliu, avšak nízku kvasnú virulenciu. Maximálna prekrasovacia schopnosť činí \varnothing len 9–10 obj. % alkoholu. Z vinných kvasiniek je *T. stellata* najfruktofilnejšia. Ako ukázali početné kvasné testy, v muštoch zostáva vždy neskvášená glukóza. Fruktóza kvasí uprednostnene pred glukózou, pokiaľ nie je v kvasnom prostredí viac ako 10 obj. % alkoholu. Podobne sa chová aj *Saccharomyces bailii* Lindner [syn. *S. acidificans* (Nickerson) Lodder]. Tieto kvasinky sú nielen osmofílné, ale aj termofilné a odolné proti SO_2 , antiseptikám (kyselina sorbová, dietylster kyseliny pyrouhličitej) a antifungálnemu antiseptiku aktidionu. Anomálne chovanie kvasiniek a odolnosť voči nepriaznivým vonkajším faktorom ako aj fruktofília súvisia so štruktúrou bunkovej steny kvasiniek. Ňou možno vysvetliť aj rozdielnu permeabilitu glukózy a fruktózy [Gottschalk 1946].

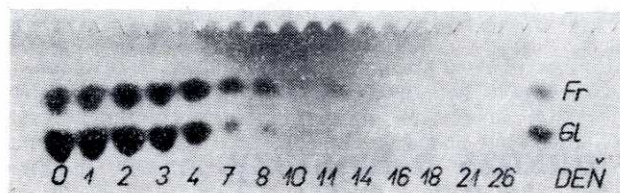
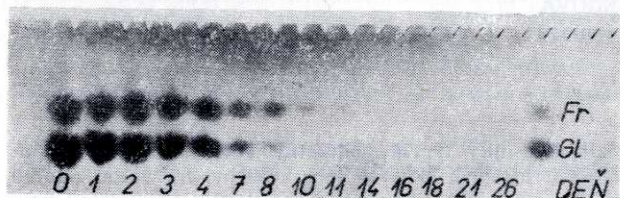
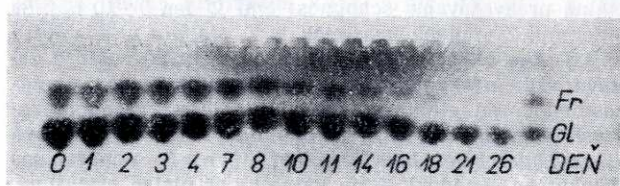
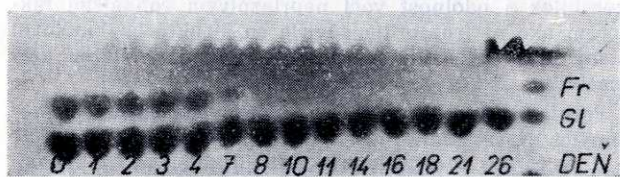
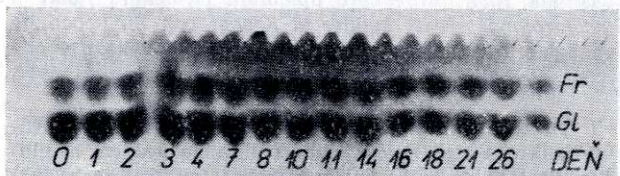
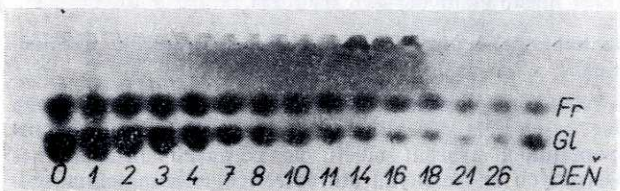
Prehľad priebehu kvasenia hroznového muštu glukofilnými kvasinkami *S. cerevisiae* Hansen (kmeň Hliník 1) a *S. oviformis* Osterwalder (kmeň Bratislava 1) a fruktofilnými druhmi *T. stellata* a *S. bailii*, vidieť na obr. 1–4. Uprednostnené kvasenie glukózy (obr. 1–2) a fruktózy (obr. 3–4) je celkom evidentné. Niektoré druhy vinných kvasiniek, napr. *Kloeckera apiculata* (Klöcker) Janke a *Saccharomyces rosei* Lodder et Kreger van Rij (pôvodné označenie *Torulaspora rosei* Guillaumond) vykazujú približne rovnakú rýchlosť kvasenia oboch hexóz (obr. 5–6).

U fruktofilných kvasiniek sa najprv selektívne skvasuje fruktóza a až potom sa fermentačne využíva aj glukóza. Pretože fermentačná schopnosť fruktofilných kvasiniek je obmedzená, kvasenie muštu predčasne zastavuje a v prostredí zostáva neskvášená glukóza, ktorá má asi 2krát nižšiu sladivosť ako fruktóza.

Technologické dôsledky glukofílie a fruktofílie u kvasiniek

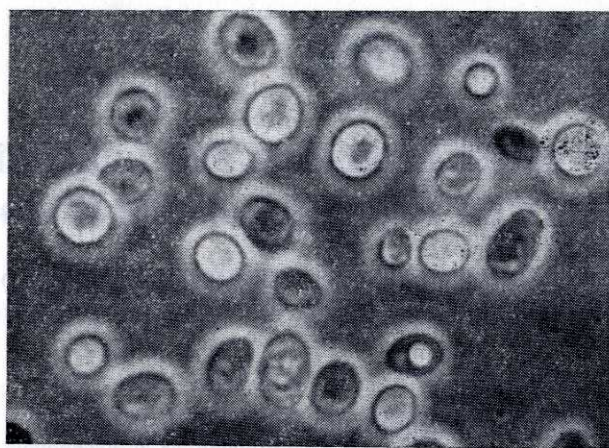
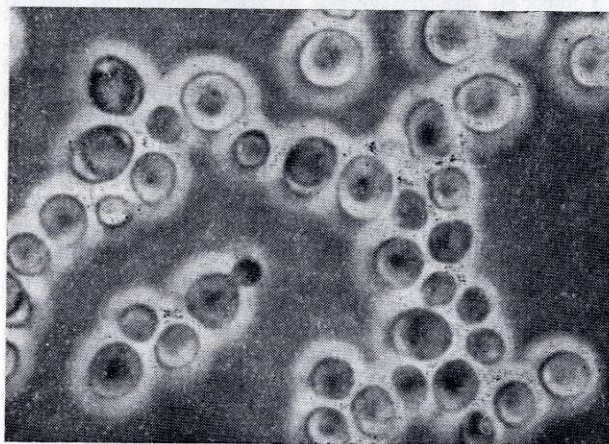
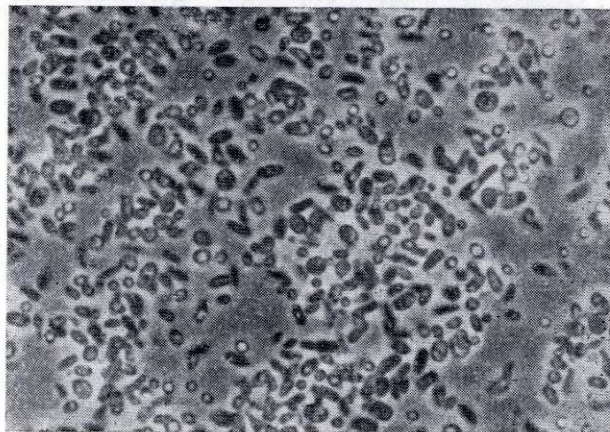
Vo vinárskej praxi sa pri aplikácii vhodného kmeňa *Saccharomyces cerevisiae* alebo *S. oviformis*, alebo pri spontánnom kvasení muštu zo zdravých hrozi neošetrovaných organickými antibiotikami fungicídmi, nemôžu *T. stellata* spravidla vyvíjať. Nemôže teda dôjsť ani k ovplyvneniu vzťahov G/F alebo P/α . Pokusy s kvasením muštu zo zdravého hrozna (Z) a hrozna napadnutého *B. cinerea* (B) čistou kultúrou *S. cerevisiae*, *T. stellata* a zmesou *S. cerevisiae* a *T. stellata* za anaeróbnych podmienok pri 20 °C ukázali, že už 10 % buniek *S. cerevisiae* pri zaočkovaní muštu stačí, aby bol pomer G/F a P/α normálny (pri 6 obj. % alkoholu mladého vína). Pri zaočkovaní muštu zmesou oboch druhov kvasiniek v pomere 1:1 sa dosahujú prijateľné hodnoty oboch vzťahov už pri vytvorení 3 obj. % alkoholu [tabuľka 1, podľa Gandiniho 1976].

*) Stážista Komplexného výskumného ústavu vinohradníckeho a vinárskeho v Bratislave z Nantes/Francie

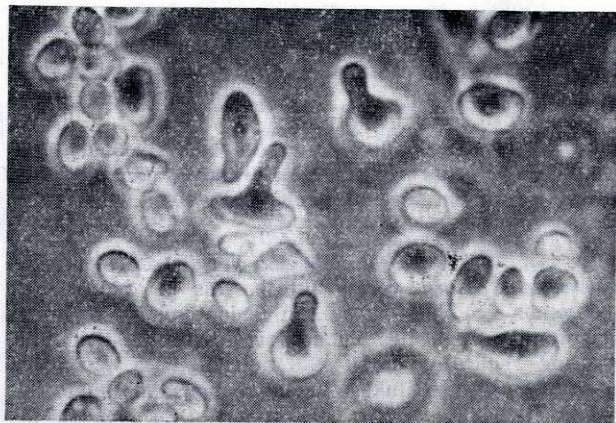
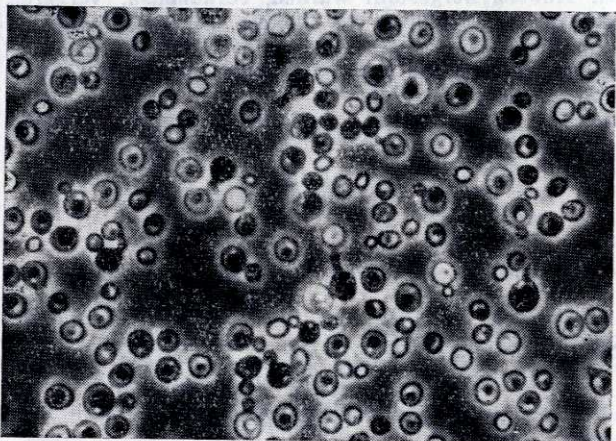
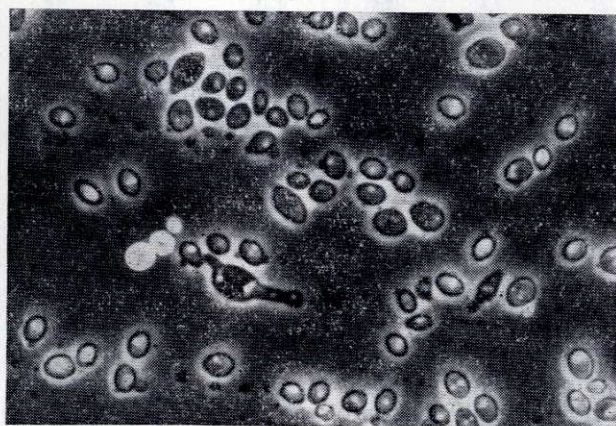
Obr. 1. Kvasenie muštu *S. cerevisiae*Obr. 2. Kvasenie muštu *S. oviformis*Obr. 3. Kvasenie muštu *T. stellata*Obr. 4. Kvasenie muštu *S. bailii*Obr. 5. Kvasenie muštu *S. rosei*Obr. 6. Kvasenie muštu *Kl. apiculata*

Z tabuľky 1 tiež vysvitá, že mušty kvasené *T. stellata* vykazujú abnormálne hodnoty G/F, ktoré sú podstatne vyššie ako tolerovaná hranica 0,75. Aj hodnoty P/α sú dôsledkom pravotočivej glukózy celkom rozdielne v porovnaní so *S. cerevisiae* a zmesi *S. cerevisiae* a *T. stellata*.

V skutočnosti sú stanovené hodnoty vzťahov G/F a P/α relatívne. Bez výhrad ich nemožno aplikovať na posú-

Obr. 7. Glukofilné kvasinky Hlinik 1 (*S. cerevisiae*)Obr. 8. Glukofilné kvasinky Bratislava 1 (*S. oviformis*)Obr. 9. Fruktofilné kvasinky *T. stellata*

denie prirodzenosti sladkých vín, napr. tokajských špecialít, Moscato d'Asti, Château Chalon, Sauternes a pod., najmä pokiaľ ide o posúdenie, či ide o pôvodný cukor alebo cukor dodatočne do vína pridaný. U vín uvedených typov totiž všade hrá významnú úlohu ušľachtilá plesň *Botrytis cinerea*, ktorej metabolity majú významný vplyv na prirodzenú selekciu kvasiniek v mikroflóre kvasiacich muštov. Tak potláča botryticín *S. cerevisiae*,

Obr. 10. Fruktofilné kvasinky *S. baillii*Obr. 11. *S. rosei* kvasiace G a F rovnakou rýchlosťouObr. 12. *Kl. apiculata* kvasiace G a F rovnakou rýchlosťou
Obr. 7.—12. Foto: G. Czech

Tabuľka 1

Druh kvasiniek	Alkohol obj. %	Po dňoch	P	P/z	G/F	Index gluko- filie
<i>S. cerevisiae</i> [Z]	3	3	172	-3,09	0,67	216
<i>S. cerevisiae</i> [B]	3	7	166	-2,97	0,65	188
<i>T. stellata</i> [Z]	6	10	126	+3,95	4,35	8
<i>T. stellata</i> [B]	6	29	113	+4,21	4,06	6
<i>T. st.</i> + <i>S. cer.</i> 9:1 [Z]	6	6	125	-3,55	0,76	110
<i>T. st.</i> + <i>S. cer.</i> 9:1 [B]	6	19	113	-3,17	0,75	91
<i>T. st.</i> + <i>S. cer.</i> 1:1 [Z]	3	3	178	-3,54	0,76	157
<i>T. st.</i> + <i>S. cer.</i> 1:1 [B]	3	8	166	-3,11	0,68	158

Index glukofilie = g spotrebovanej glukózy pripadajúce na 100 g fruktózy

kým *T. stellata* sa môžu nerušene vyvíjať. Dôsledkom toho býva kvasenie pomalé a často nedokonalé. Ešte markantnejšie sa tento úkaz prejavuje pri kvasení muštov pochádzajúcich z hrozien ošetrovaných antibiotickými fungicídmi, najmä pri nedodržaní karanténnych lehôt. Voči rezíduam fungicídov málo citlivé *T. stellata* sa môžu vyvíjať na úkor veľmi citlivých druhov rodu *Saccharomyces* (Minárik a Rágala 1966, Rágala a Minárik 1971). Tak dochádza k dominancii kvasne málo virulentných, silne fruktofilných kvasiniek v mikroflóre muštu, k nedokonalému kvaseniu resp. k nedokvaseniu mladých vín, ktorých zvyšok cukru pozostáva prevažne z glukózy.

Fruktofilné *S. baillii* sa síce u nás vyskytujú len ojedinele (Minárik 1961, 1966), v južnejších krajinách však bývajú pôvodcami biologických zákalov a kazení a mladých vín (Rankine a Pilone 1973). K ich hromadnému výskytu môže dôjsť najmä u vín so zvyškom cukru stabilizovaných teplom alebo chemicky (SO_2 , kyselina sorbová), voči ktorým sú *S. baillii* mimoriadne odolné, kým ostatné druhy kvasiniek pomerne citlivé.

Význam profylaktického potlačenia fruktofilných kvasiniek pri výrobe prírodne sladkých vín, u ktorých máme eminentný záujem o zachovanie zvyšku cukru v podobe fruktózy, je zjavný. Preto možno pri výrobe tokajských sladkých vín odporúčať okrem pečlivého triedenia hrozna, odkaľovania muštu a kvasenia pri nižšej teplote najmä aplikáciu vhodného glukofilného kmeňa *S. cerevisiae*.

Literatúra

- [1] Baillot-d'Estivaux, L.: Ann. Fals. Exp. Chim. **63**, 1970, s. 10—18.
- [2] Gandini, A.: Vini Ital. **15**, 1973, s. 27—36, 153—167.
- [3] Gandini, A.: 13e Réunion de la Sous-Commission de l'O.I.V. „Mikrobiologie du Vin, mai, Paris 1976.
- [4] Gottschalk, A.: Biochem. J. **40**, 1946, s. 621—626.
- [5] Laho, L., Minárik, E., Navara, A.: Biológia **13**, 1958, s. 910—916.
- [6] Minárik, E.: Biol. práce SAV **7**, 1961, č. 6, s. 1—73.
- [7] Minárik, E.: Biol. práce SAV **12**, 1966, č. 4, s. 1—105.
- [8] Minárik, E., Rágala, P.: Mitt. Klosterneuburg **16**, 1966, s. 107—114.
- [9] Minárik, E., Rágala, P.: Mitt. Klosterneuburg **25**, 1975, s. 187—204.
- [10] Peynaud, E., Domercq, S.: Ann. Inst. Pasteur **89**, 1955, s. 346—351.
- [11] Rágala, P., Minárik, E.: Biol. práce SAV **17**, 1971, č. 4, s. 1—122.
- [12] Rankine, B. C., Pilone, D. A.: Amer. J. Enol. Viticult. **24**, 1973, s. 55—58.
- [13] Sudraud, P., Cassignard, R.: Ann. Fals. Exp. Chim. **61**, 1968, s. 332—340.

Minárik, E., Emeriaud, M. a Jungová, O.: Význam prednostného kvasenia glukózy a fruktózy vinnými kvasinkami pre prírodné sladké vína. Kvas. prům. **23**, 1977, č. 12, s. 281—284.

Väčšina druhov vinných kvasiniek skvasuje v mušte prednostne glukózu pred fruktózou, čo má význam pri výrobe prírodne sladkých vín typu Tokaj. V neskvasenom podieli cukru zostáva totiž prevažne fruktóza, ktorej sladivosť je podstatne vyššia ako sladivosť glukózy. Fruktofilné kvasinky *T. stellata*, ktoré sa vyskytujú v kvasiacich muštach vyrobených z botrytických hrozien, alebo z hrozien ošetrovaných antibiotickými fungicídmi, skvasujú prednostne fruktózu pred glukózou. Podčiarkuje sa význam aplikácie selektovaných glukofilných kvasiniek *S. cerevisiae* pri výrobe prírodne sladkých vín.

Минарик, Э., Эмериод, М., Юнгова, О.: Значение преференциального сбраживания глюкозы и фруктозы винными дрожжами для натуральных сладких вин. Квас. prům., **23**, 1977, № 12, стр. 281—284

Большинство сортов винных дрожжей в сусле сбраживает преференциально глюкозу перед фруктозой. Это имеет значение в производстве натуральных сладких вин типа Токайское. В несбраженном сахаре остается преимущественно фруктоза, у которой более высокая мощ-

ность сладости чем у глюкозы. Фруктофильные дрожжи *T. stellata*, которые встречаются в бродящем сусле из винограда зараженного серой гнилью или из винограда обработанного фунгицидами против серой гнили, сбраживают предпочтительно фруктозу перед глюкозой. Подчеркивается значение применения селективированных глюкозофильных дрожжей *S. cerevisiae* для производства натуральных сладких вин.

Minárik, E., Emeriaud, M. and Jungová, O.: Importance of preferential glucose and fructose fermentation by wine yeasts for natural sweet wines. Kvas. prům. 23, 1977, No 12, pp. 281—284.

Most wine yeast species show preferential fermentation of glucose in the mixture of glucose and fructose of the grape must. This is important for natural sweet wines of the Tokay type. In the unfermented portion of the sugar, fructose, displaying a substantially higher sweetening capacity than glucose, prevails. The fructophilic yeasts *T. stellata* occurring in fermenting grape juices originating either from grapes contaminated by *Botrytis cinerea* or treated by anti-*Botrytis* fungicides, preferentially ferment fructose leaving the less sweet

glucose in the unfermented sugar portion of the wine. Thus the importance of selected glucophile yeasts *S. cerevisiae* for the fermentation of natural sweet wines is underlined.

Minárik, E., Emeriaud, M. und Jungová, O.: Bedeutung der vorzugsweisen Gärung von Glukose und Fruktose durch Weinhefen für natürliche Süßweine. Kvas. prům. 23, 1977, No 12, S. 281—284.

Der Großteil der Weinhefearten vergärt im Most vorzugsweise Glukose vor Fruktose, was bei natürlichen Süßweinen des Typs Tokay von Bedeutung ist. Im nicht vergorenen Anteil des Zuckers verbleibt nämlich vorwiegend Fruktose, deren Süßungsfähigkeit wesentlich höher als die der Glukose anzusprechen ist. Die fruktophilien Hefen *T. stellata*, die in gärenden Mosten, die aus edelfaulen bzw. *Botrytis cinerea* befallenen Trauben, oder aus mit antibotrytiswirksamen Fungiziden behandelten Trauben hergestellt wurden, vorkommen, vergären vorzugsweise Fruktose vor Glukose. Die Bedeutung der Anwendung selektierter glukophiler Hefen *S. cerevisiae* bei der Herstellung von natürlichen Süßweinen wird unterstrichen.