微生物所揭示酿酒酵母的竞争智慧

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/4434.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

微生物所揭示酿酒酵母的竞争智慧。葡萄糖抑制(glucose repression)是存在于大多数微生物中的一个中心调控系统，借此抑制其他碳源的代谢途径，保证以最经济和高效的方式优先利用能效最高的碳源葡萄糖。葡萄糖抑制机制在酵母菌的不同谱系中独立进化并逐渐加强，最终在酿酒酵母(Saccharomyces cerevisiae)中趋于完善。在S.
cerevisiae中，极低的葡萄糖浓度即可诱发抑制效应。通过这一机制，S.
cerevisiae在通常以葡萄糖为优势碳源的自然和人工发酵环境中获得了竞争优势，成为优势种群。

在马奶酒、开菲尔酸奶和其他传统发酵乳制品的自然发酵过程中，S.
cerevisiae也是优势种群之一。从中分离出的S.
cerevisiae菌株形成了一个与葡萄酒发酵菌株近缘的独立谱系，称为马奶酒谱系。然而，S. cerevisiae并不能利用奶中的主要碳源乳糖，只能靠利用其他微生物将乳糖降解后产生的葡萄糖和半乳糖而生存。在自然发酵乳制品中，存在多种微生物，在大多数微生物都存在葡萄糖抑制效应的情况下，当乳糖被降解为等量的葡萄糖和半乳糖后，都会优先争抢葡萄糖，而半乳糖则被暂时闲置。如果反过来，避开对葡萄糖的激烈竞争，优先利用半乳糖，建立起生长优势后再参与对葡萄糖的争夺，对不能直接利用乳糖的微生物来说，无疑是一个非常有利的生存策略。

中国科学院微生物研究所真菌学国家重点实验室白逢彦研究组发现，S. cerevisiae的马奶酒谱系确实实现了这一聪明的竞争策略。对其分子机制的研究结果表明，马奶酒谱系菌株通过半乳糖(GAL)代谢网络调控元件的一系列协同变异，完全解除了葡萄糖抑制效应，并将GAL网络从一个诱导型转变为一个组成型表达网络。同时，通过基因渐渗，将GAL网络中的所有结构基因(GAL2和GAL7-10-1基因簇)回复为进化过程中的早期版本，且将GAL2的拷贝数倍增。而葡萄糖转运蛋白基因HXT6和HXT7却被删除或失去表达能力，其功能自然被分化程度尚低、仍保留较强葡萄糖转运能力的老版本GAL2所替代。借此，马奶酒菌株实现了即时、快速和优先利用半乳糖，并可同时利用葡萄糖的目的。

该项研究还发现，在马奶酒酵母菌株中，GAL2的表达需要GAL7或GAL10任一基因的产物，而Gal2p的转运功能则需要Gal1p的参与。这是GAL结构基因之间具有相互作用的首次发现。显然，来自同一物种的协同进化的GAL结构基因之间可进行最有效的互作。这也解释了马奶酒酵母菌株为何要从同一个古老物种中同时置换所有GAL结构基因，尽管GAL2和GAL7-10-1基因簇位于不同的染色体上。

这一研究展示了一个因生态适应而发生的基因网络逆向进化的典型案例，通过这一逆向进化，S. cerevisiae的马奶酒谱系在自然发酵乳环境中获得了竞争优势。该研究还发现了GAL网络中一个新的调控层面，为研究这一经典模式网络中的基因调控机制提出了新的课题。同时，这项研究结果

还为构建避免葡萄糖抑制效应，以便同时高效利用不同碳源的酵母细胞工厂或工程菌，提供了新的策略。

这一工作已以Reverse Evolution of a Classic Gene Network in Yeast Offers a Competitive Advantage 为题在线发表于Current Biology 期刊，微生物所助理研究员段守富为第一作者，研究员白逢彦为通讯作者。这一研究得到国家自然科学基金委员会“ 微进化 ”重大研究计划项目、面上项目和国际合作项目，以及中科院前沿科学重点研究项目的资助，内蒙古农业大学教授张和平给予了马奶酒酵母菌株支持。

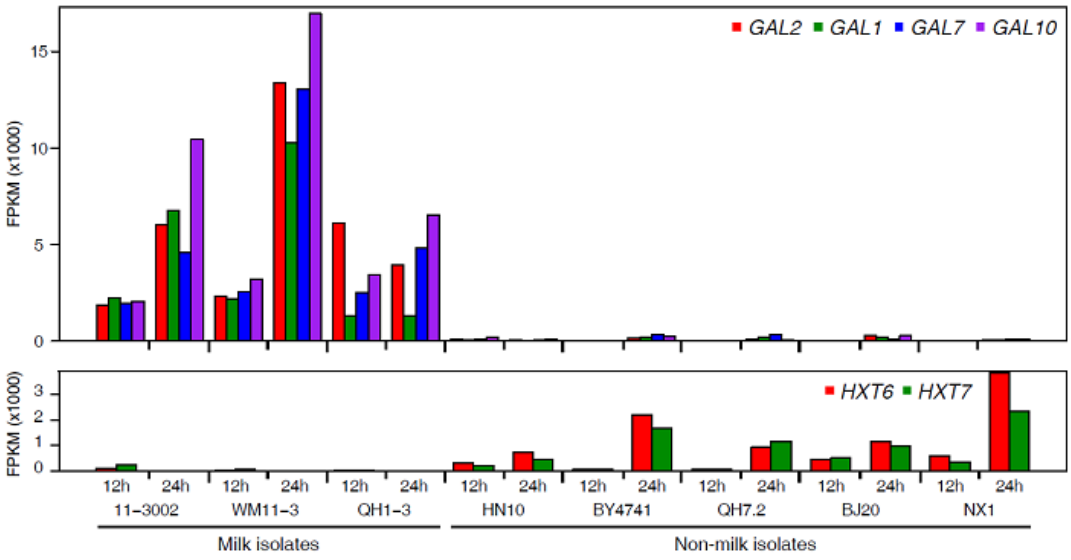


图1. RNA-seq揭示S. cerevisiae不同谱系菌株在葡萄糖培养基中的基因表达情况比较

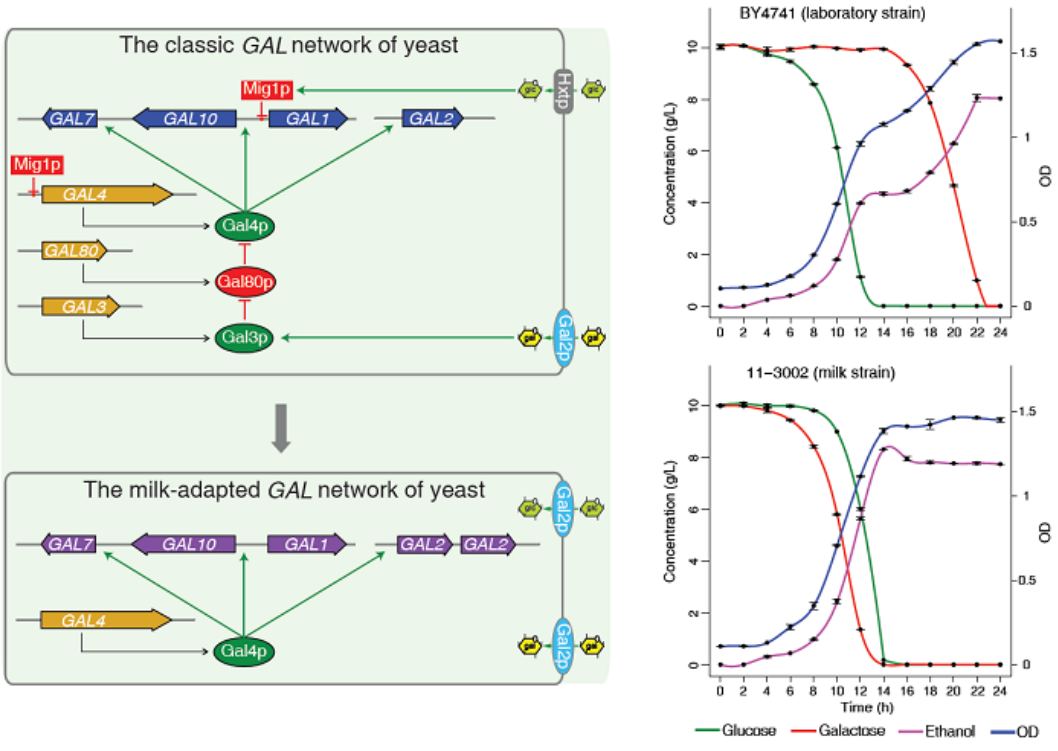


图2. (右)S. cerevisiaeGAL基因网络逆向进化示意图;(左)S. cerevisiae实验室菌株和马奶酒菌株在1%葡萄糖+1%半乳糖培养基中生长时两种糖的消耗、生物量和乙醇产量变化比较

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发