

不同类型土壤上种植的小麦籽粒中与淀粉合成相关的酶活性变化

王文静* 何金环

郑州牧业工程高等专科学校生物系, 郑州 450011

提要 测定盆栽条件下灰潮土、水稻土、砂姜黑土上种植的强筋小麦‘郑麦9023’籽粒灌浆过程中腺苷二磷酸葡萄糖焦磷酸化酶(AGPP)、尿苷二磷酸葡萄糖焦磷酸化酶(UGPP)、可溶性淀粉合成酶(SSS)、淀粉粒结合淀粉合成酶(GBSS)、淀粉分支酶(SBE) 5个与淀粉合成有关的酶活性变化的结果表明, 不同类型土壤上种植的小麦籽粒中AGPP、UGPP、SSS、GBSS、SBE活性均呈单峰曲线变化, 花后18 d, AGPP、UGPP、SSS和SBE活性达到峰值, 而GBSS则在花后24 d达到峰值。AGPP、SSS、SBE活性峰值表现为灰潮土>水稻土>砂姜黑土, UGPP峰值表现为灰潮土>砂姜黑土>水稻土, GBSS峰值则表现为水稻土>灰潮土>砂姜黑土。

关键词 小麦; 土壤类型; 淀粉; 合成酶

Changes in Activities of Enzymes Involved in the Starch Synthesis in the Kernel of Wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Different Soil Types

WANG Wen-Jing*, HE Jin-Huan

Department of Biology, Zhengzhou Animal Husbandry Engineering College, Zhengzhou 450011, China

Abstract Changes in activities of five enzymes ADP-glucose pyrophosphorylase (AGPP), UDP-glucose pyrophosphorylase (UGPP), soluble starch synthase (SSS), granule-bound starch synthase (GBSS) and starch branching enzyme (SBE) involved in starch synthesis were studied during grain filling of strong gluten wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar ‘ZM 9023’ in the three different soil types (gray damp soil, rice soil and Shajiang black soil) on the condition of pond culture. The results indicated that the changes in five enzyme activities all came to be a single-peak curve, the peaks of AGPP, UGPP, SSS and SBE appeared after anthesis for 18 d, but the peak of GBSS appeared after anthesis for 24 d. The peaks of AGPP, SSS and SBE showed that gray damp soil>rice soil>Shajiang black soil, the peak of UGPP showed that gray damp soil>Shajiang black soil>rice soil, but the peak of GBSS indicated that rice soil>gray damp soil>Shajiang black soil.

Key words wheat (*Triticum aestivum* L.); soil type; starch; synthesis enzyme

杨青华等(2000)根据不同类型土壤上生长的玉米干物质积累动态的结果, 认为种植在砂姜黑土地上的玉米比种植在潮土地上的玉米更能获得较高产量。嗣后, 杨青华等(2001)测定潮土和砂姜黑土上生长的玉米根系干重变化的结果表明, 种植在砂姜黑土上的玉米根系总体上优于种植在潮土上的。赵巧梅等(2002)报道, 烟草的可溶性糖和总氮含量均表现为潮土>砂姜黑土>褐土, 而烟碱含量则表现为褐土>砂姜黑土>潮土。高松洁等(2003)认为, 面筋含量高的小麦品种在粘土和沙土上种植的淀粉分支酶(starch branching enzyme, SBE)活性高, 而面筋含量中等和较低的品种则是在粘土和壤土上种植的SBE活性高。高松洁等(2004)还认为, 粘土对强筋和弱筋小麦品种籽粒淀粉合成有利, 壤土则对3种类型品种籽粒淀粉

合成都有利。郭天财等(2005)认为, 沙土有助于高面筋含量小麦品种籽粒中淀粉合成, 粘土有助于低面筋含量品种籽粒的淀粉合成。但不同类型土壤对小麦(*Triticum aestivum* L.)灌浆期间籽粒中与淀粉合成有关酶活性影响的报道迄今未见。参与淀粉合成的酶很多, 如蔗糖合成酶(sucrose synthase, SS)、腺苷二磷酸葡萄糖焦磷酸化酶(ADP-glucose pyrophosphorylase, AGPP)、尿苷二磷酸葡萄糖焦磷酸化酶(UDP-glucose pyrophosphorylase, UGPP)、淀粉粒结合淀粉合成酶(granule-bound starch synthase, GBSS)、可溶性

收稿 2006-07-11

资助 河南省科技攻关项目(0524100018)。

*E-mail: wwj70@126.com, Tel: 0371-65765955

淀粉合成酶(soluble starch synthase, SSS)、SBE、淀粉去分支酶(starch debranching enzyme, DBE)等。腺苷二磷酸葡萄糖(ADP-glucose, ADPG)是淀粉合成的直接前体物质之一。已有的同类研究基本上都是在单一的土壤上进行的,或者是同一类型的不同质地的土壤,而在不同类型土壤上的报道几乎未见。为此,我们在池栽条件下,测定了灰潮土、水稻土、砂姜黑土上种植的小麦‘郑麦9023’灌浆期间籽粒中与淀粉合成有关的AGPP、UGPP、SSS、GBSS和SBE酶活性变化。

材料与方法

试验于2003~2004年在河南省农业科学院试验田水泥池进行,水泥池的面积为1 m×1 m=1 m²,池深1 m(不封底)。水泥池共12个,每种土壤类型4池。3种土壤类型是:灰潮土、水稻土和砂姜黑土。灰潮土、水稻土和砂姜黑土0~25 cm土层养分含量:有机质含量分别为1.19%、1.39%、1.32%,速效氮含量分别为88.50、73.70、89.00 mg·kg⁻¹,速效磷含量分别为10.08、10.34、11.25 mg·kg⁻¹,速效钾含量分别为68.80、79.70、83.00 mg·kg⁻¹。基肥施优质有机肥30 000 kg·hm⁻²,纯N 225 kg·hm⁻²,P₂O₅ 150 kg·hm⁻²,K₂O 150 kg·hm⁻²,于整地前施入(其中,氮肥底施50%,剩余的50%于拔节期施入)。氮、磷、钾肥分别为尿素、磷酸二铵和氯化钾。小麦(*Triticum aestivum* L.)品种为‘郑麦9023’(强筋品种,蛋白质和湿面筋含量分别为15.3%、36.3%),10月23日播种,留苗200株·m⁻²,随机排列,重复4次,田间管理同一般高产田。

小麦开花期挂牌标记同一日开花的麦穗,分别于开花后的6、12、18、24、30、30、36 d取样。每穗取第4~12小穗基部的2个籽粒,每个小区每次取50粒,经液氮速冻30 min后放入-70℃的超低温冰柜中保存,用于酶活性测定。

酶液提取参考程方民等(2001)的方法,略有改动:取样品籽粒25粒,称重后倒入研钵,加5 mL提取液[含100 mmol·L⁻¹ Tris-HCl (pH 7.5)、8 mmol·L⁻¹ MgCl₂、2 mmol·L⁻¹ EDTA、12.5% (V/V)甘油、1% (W/V)聚乙烯吡咯烷酮(PVP)-40、50 mmol·L⁻¹ β-巯基乙醇],研磨成匀浆后,以30 000×g

于4℃下离心10 min,然后分别收集上清液和沉淀。上清液用于UGPP、AGPP、SSS和SBE活性测定;沉淀部分加入5 mL上述提取液,悬浮后用于GBSS活性测定。

AGPP、UGPP酶活性测定参照Doehlert等(1988)的方法,SSS、GBSS和SBE酶活性测定参照Nakamura等(1989)的方法。

结果与讨论

图1和图2显示:

(1)不同类型土壤上种植的小麦籽粒中AGPP活性呈单峰曲线变化(图1-a),花后18 d达到最大值。峰值大小表现为灰潮土>水稻土>砂姜黑土。开花后18~24 d,灰潮土上种植的小麦籽粒中AGPP酶活性显著高于其它2种类型土壤;开花后6、12、30、36 d,各处理之间无显著差异。

(2)不同类型土壤上种植的小麦籽粒中UGPP活性亦呈单峰曲线变化(图1-b),花后18 d,酶活性最高。其峰值大小表现为灰潮土>砂姜黑土>水稻土。整个灌浆期间,以灰潮土上种植的小麦籽粒中UGPP酶活性最高,其次是砂姜黑土和水稻土。灰潮土上种植的小麦籽粒中UGPP酶活性

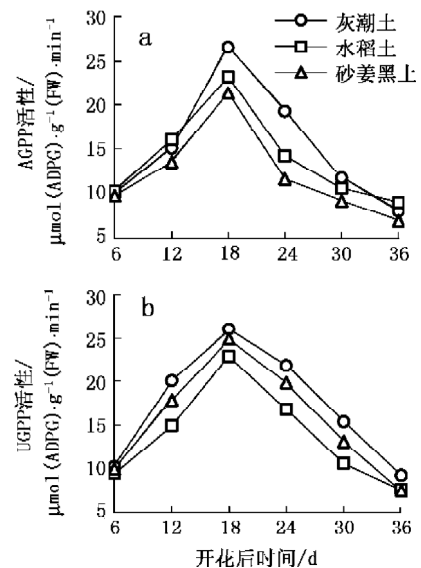


图1 不同类型土壤上种植的小麦籽粒中AGPP和UGPP活性变化的比较

Fig. 1 Comparison on changes in AGPP and UGPP activities in the kernel of wheat in the different soil types

显著高于水稻土, 砂姜黑土上种植的小麦籽粒中UGPP酶活性与灰潮土、水稻土差异不显著。

(3) 不同类型土壤上种植的小麦籽粒中SSS活性呈单峰曲线变化(图2-a), 花后18 d达到最大值。峰值大小表现为灰潮土>水稻土>砂姜黑土。整个灌浆期间, 灰潮土上种植的小麦籽粒中SSS酶活性均高于其它2种类型土壤。灌浆过程中, 3种类型土壤上种植的小麦籽粒中SSS酶活性表现为灰潮土>水稻土>砂姜黑土。不同类型

土壤上种植的小麦籽粒中GBSS活性亦呈单峰曲线变化(图2-b), 花后24 d达到最大值。峰值大小表现为水稻土>灰潮土>砂姜黑土。整个灌浆期间, 水稻土上种植的小麦籽粒中GBSS酶活性均显著高于其它2种类型土壤。

(4) 不同类型土壤上种植的小麦籽粒中SBE活性呈单峰曲线变化(图2-c), 花后18 d达到最大值。峰值大小表现为灰潮土>水稻土>砂姜黑土。整个灌浆期间, 灰潮土上种植的小麦籽粒中SBE酶活性几乎均显著高于其它2种类型土壤。

总之, 灰潮土上种植的小麦籽粒中AGPP、UGPP、SSS和SBE活性较高, 而水稻土上种植的小麦籽粒中GBSS活性较高。由于测定的几种酶都与籽粒淀粉合成有关, 其活性高低可能直接影响淀粉合成和积累。因此, 灰潮土和水稻土可能对小麦籽粒中淀粉的积累影响较大。

参考文献

- 程方民, 蒋德安, 吴平, 石春海(2001). 早籼稻籽粒灌浆过程中淀粉合成酶的变化及温度效应特征. 作物学报, 27 (2): 201~206
- 高松洁, 郭天财, 王文静, 韩巧霞, 韩锦峰(2003). 不同类型土壤上种植的不同面筋含量冬小麦品种灌浆期间籽粒中淀粉分支酶活性变化. 植物生理学通讯, 39 (5): 461~463
- 高松洁, 郭天财, 阎凌云, 王应君, 韩锦峰(2004). 不同土壤对不同筋力冬小麦品种籽粒灌浆过程中淀粉合成有关酶活性的影响. 作物学报, 30 (5): 470~474
- 郭天财, 高松洁, 王晨阳, 朱云集, 阎耀礼(2005). 土壤质地对不同面筋含量冬小麦品种籽粒淀粉合成关键酶活性的影响. 中国农业科学, 38 (1): 191~196
- 杨青华, 高尔明, 马新明(2001). 不同土壤类型对玉米根系干重变化及其分布的影响. 土壤通报, 32 (5): 238~240
- 杨青华, 高尔明, 马新明, 王玉琴(2000). 不同土壤类型对玉米干物质积累动态及其分布的影响. 玉米科学, 8 (1): 55~57
- 赵巧梅, 倪纪恒, 熊淑萍, 马新明, 马海平(2002). 不同土壤类型对烟叶主要化学成分的影响. 河南农业大学学报, 36 (1): 23~26
- Doehlert DC, Kuo TM, Felker FC (1988). Enzymes of sucrose and hexose metabolism in developing kernels of two inbreds of maize. Plant Physiol, 86: 1013~1019
- Nakamura Y, Yuki K, Park SY, Ohya T (1989). Carbohydrate metabolism in the developing endosperm of rice grains. Plant Cell Physiol, 30: 833~839

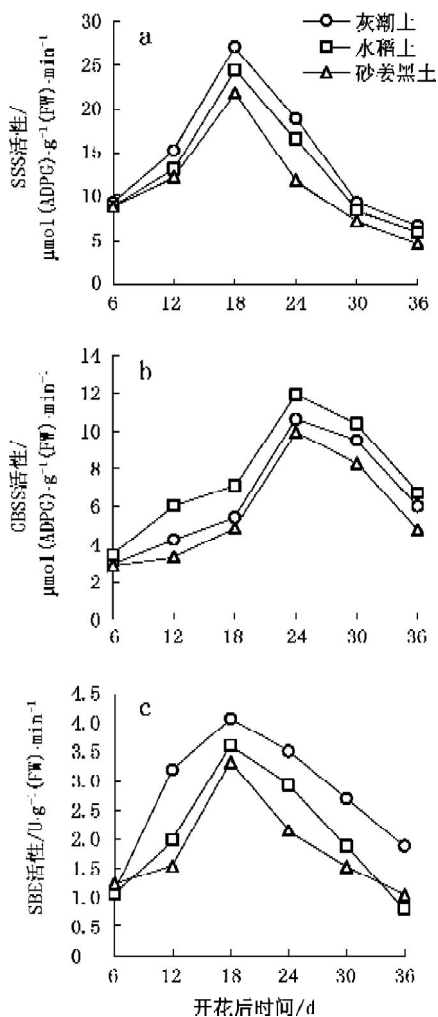


图2 不同类型土壤上种植的小麦籽粒中SSS、GBSS和SBE活性变化的比较

Fig. 2 Comparison on changes in SSS, GBSS and SBE activities in the kernel of wheat in the different soil types