

麦红吸浆虫滞育期间海藻糖酶和山梨醇脱氢酶活性的变化^{*}

王洪亮^{1,2}, 仵均祥¹, 王丙丽²

(1 西北农林科技大学 植保学院, 陕西 杨凌 712100;

2 河南科技学院 植保系, 河南 新乡 453003)

[摘 要] 对不同滞育阶段麦红吸浆虫海藻糖酶和山梨醇脱氢酶的活性进行了测定。结果表明, 麦红吸浆虫落土滞育前, 其幼虫的海藻糖酶活性最高, 入土后其活性迅速下降, 到9月中旬活性开始上升, 随后呈下降趋势, 之后又迅速升高至滞育年周期中的最高水平; 不同滞育阶段麦红吸浆虫从脱离麦穗到当年11月以前, 一直未检测到山梨醇脱氢酶活性, 翌年2~4月, 山梨醇脱氢酶的活性急剧增加, 至04-20达到整个滞育期间的最高值(0.504 2 OD/(mL·min)); 相同滞育阶段, 裸露幼虫海藻糖酶活性和山梨醇脱氢酶活性较结茧幼虫略高, 并表现出相同的变化趋势; 不同滞育年限麦红吸浆虫海藻糖酶活性和山梨醇脱氢酶活性无明显差异。

[关键词] 麦红吸浆虫; 滞育; 海藻糖酶; 山梨醇脱氢酶

[中图分类号] S435.122⁺.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)08-0139-04

麦红吸浆虫 [*Sitona lineola* (Gehin)] 是麦类作物上一种间歇性、猖獗危害的致灾害虫。20世纪40~50年代和80年代在我国两次暴发成灾。90年代以来, 由于品种更换, 麦红吸浆虫的适生区扩大以及疏于防治, 致使麦红吸浆虫在局部地区频发成灾, 其危害呈加重趋势, 仍然制约着小麦的优质、丰产和丰收^[1-2]。

麦红吸浆虫以老熟幼虫结茧在土中滞育越冬, 直至翌年春季化蛹羽化^[3-4]。但胡木林等^[5]认为, 麦红吸浆虫一部分幼虫也可于当年夏秋季化蛹羽化, 或在土壤中滞育多年, 即具有明显的滞育多态现象。麦红吸浆虫特有的滞育多态现象(越冬滞育、越冬至越冬滞育、二次滞育和延长多年滞育)是引起该虫害间歇性、区域性、团块不均匀性成灾的主要原因之一^[6-7]。麦红吸浆虫以滞育状态度过不良的外界环境条件, 在整个滞育过程中以最经济的能量利用方式进行较缓慢的生命活动^[8]。而麦红吸浆虫体内的海藻糖酶和山梨醇脱氢酶是滞育起始和终止阶段的2个关键性酶^[9]。因此, 本研究对麦红吸浆虫滞育期间海藻糖酶和山梨醇脱氢酶的活性变化进行了研究, 以深入了解麦红吸浆虫滞育过程中幼虫的存在状态和化学物质变化规律, 从本质上揭示其滞育生

理, 为麦红吸浆虫发生动态的准确预测和综合防治奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

2004-05 小麦黄熟期, 在河北保定田间采集有虫麦穗, 放入室外养虫圃中, 让幼虫自然离穗落土, 于不同时期淘检出来, 置-20℃冰箱中保存待用。

1.2 酶液的制备

取不同滞育期间的麦红吸浆虫幼虫10头, 称量后于冰浴中迅速研磨, 加5 mL 预冷缓冲液[海藻糖酶的缓冲液为磷酸盐缓冲液(PBS, pH 5.8), 山梨醇脱氢酶的缓冲液为0.2 mol/L Tris-HCl 缓冲液(pH 8.8, 内含Tris 0.2 mol/L, MgCl₂ 25 mmol/L, Na₂EDTA 15 mmol/L)], 冰浴中匀浆, 匀浆液于4℃下16 000 g 离心10 min, 取上清液作为酶液^[10]。

1.3 测定方法

1.3.1 海藻糖酶活性的测定 取0.2 mL 3% 海藻糖, 0.8 mL 0.2 mol/L PBS(pH 5.8), 80 μL 酶液, 室温下反应10 min 后, 于37℃水浴60 min, 加1 mL 3,5-二硝基水杨酸终止反应, 然后沸水浴5 min, 于550 nm 波长处测吸光值。无酶反应体系用80 μL 0

^{*} [收稿日期] 2006-04-10

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30370936)

[作者简介] 王洪亮(1970-), 男, 河南新乡人, 讲师, 在读博士, 主要从事害虫生理生态及综合治理研究。E-mail: whll@hist.edu.cn

[通讯作者] 仵均祥(1961-), 男, 陕西凤翔人, 教授, 博士, 主要从事害虫综合治理研究。E-mail: junxw@nw.suaf.edu.cn

2 mol/L PBS(pH 5.8)代替酶液,作为对照^[10]。每处理重复3次。

海藻糖酶活性以每分钟每毫升反应液的吸光度变化值为活性单位(OD/(mL·min))。

1.3.2 山梨醇脱氢酶活性的测定 取50 μL 酶液和350 μL 25 mmol/L NAD⁺ (氧化性烟酰胺腺嘌呤二核苷酸辅酶 I),在37℃下温育2 min后,再加入350 μL 150 mmol/L D-山梨醇,在37℃下反应5 min后,于340 nm 波长处测吸光值。无酶反应体系用50 μL 0.2 mol/L 的Tris-HCl缓冲液(pH 8.8)代替酶液,作为对照^[11]。每处理重复3次。

山梨醇脱氢酶活性以每分钟每毫升反应液的吸

光度变化值为活性单位(OD/(mL·min))。

2 结果与分析

2.1 麦红吸浆虫海藻糖酶活性的变化

2.1.1 不同滞育期间 由表1可见,麦穗上麦红吸浆虫幼虫的海藻糖酶活性在落土滞育前最高,为0.344 6 OD/(mL·min),入土后其活性迅速下降,到9月中旬活性又开始上升,至10月下旬又呈下降趋势,至翌年01-08活性最低,为0.036 5 OD/(mL·min),之后迅速上升至滞育年周期中的最高水平。海藻糖酶活性在整个滞育期间呈现出高-低-高-低-高的变化趋势。

表1 不同滞育期间麦红吸浆虫幼虫海藻糖酶和山梨醇脱氢酶活性的变化

Table 1 Activity of trehalase and SDH in larva of *Sistodiplosis osellana* in different stages

采集时间 Collection date	幼虫状态 State of larva	OD·mL ⁻¹ ·min ⁻¹	
		海藻糖酶活性 Trehalase activities ^a	山梨醇脱氢酶活性 SDH activities ^a
2004-05-25	麦穗幼虫 LWA	0.344 6±0.007 5 a	未检测到 Not detectable
2004-06-25	裸露幼虫 NCL	0.176 1±0.173 9 d	未检测到 Not detectable
2004-06-25	结茧幼虫 CL	0.170 9±0.052 8 d	未检测到 Not detectable
2004-08-05	结茧幼虫 CL	0.143 0±0.141 1 ef	未检测到 Not detectable
2004-09-15	结茧幼虫 CL	0.157 4±0.129 5 def	未检测到 Not detectable
2004-09-15	裸露幼虫 NCL	0.162 6±0.006 2 d	未检测到 Not detectable
2004-10-11	裸露幼虫 NCL	0.231 7±0.004 7 cd	未检测到 Not detectable
2004-10-11	结茧幼虫 CL	0.218 0±0.081 5 cd	未检测到 Not detectable
2004-10-25	裸露幼虫 NCL	0.149 5±0.092 6 def	未检测到 Not detectable
2004-10-25	结茧幼虫 CL	0.138 6±0.127 3 ef	未检测到 Not detectable
2004-11-10	结茧幼虫 CL	0.097 4±0.049 4 ef	未检测到 Not detectable
2005-01-08	结茧幼虫 CL	0.036 5±0.007 1 g	0.008 6±0.002 8 c
2005-02-27	裸露幼虫 NCL	0.059 8±0.031 3 g	0.019 4±0.004 9 b
2005-02-27	结茧幼虫 CL	0.052 1±0.006 4 g	0.017 7±0.017 2 b
2005-04-05	裸露幼虫 NCL	0.119 0±0.035 ef	0.421 0±0.005 2 a
2005-04-20	裸露幼虫 NCL	0.318 1±0.001 6 b	0.504 2±0.023 7 a
2005-04-20	结茧幼虫 V	0.305 2±0.052 5 b	0.496 3±0.013 4 a
2005-06-25	结茧幼虫 CL	0.169 6±0.152 7 d	0.004 6±0.016 1 c
2005-10-11	结茧幼虫 CL	0.216 7±0.076 1 cd	0.002 8±0.012 2 c

注: 同列数据后标不同字母者表示差异显著($P \leq 0.05$)。

Note: The data within a column followed by different letters show significant difference at $P \leq 0.05$

2.1.2 不同滞育状态和年限 麦红吸浆虫以裸露幼虫和结茧幼虫2种形式滞育。由表1可以看出,在相同滞育阶段,裸露幼虫海藻糖酶活性较结茧幼虫稍高,但变化趋势相同;2年滞育的麦红吸浆虫海藻糖酶活性较当年滞育的略低,但不同滞育年限麦红吸浆虫海藻糖酶活性无明显差异,说明麦红吸浆虫在多年滞育和当年滞育生理过程中体内代谢机制相似。

2.2 麦红吸浆虫山梨醇脱氢酶活性的变化

2.2.1 不同滞育期间 由表1可见,麦红吸浆虫从脱离麦穗到当年11月以前,一直未检测到山梨醇脱

氢酶的活性。从翌年01-08起,麦红吸浆虫幼虫体内的山梨醇脱氢酶活性能够被检测到,但维持在一个较低水平。从翌年2月底~4月,山梨醇脱氢酶的活性急剧增加。如麦红吸浆虫裸露幼虫山梨醇脱氢酶的活性从02-27的0.019 4 OD/(mL·min)骤升到04-05的0.421 0 OD/(mL·min),并于04-20达到整个滞育期间的最高值0.504 2 OD/(mL·min)。山梨醇脱氢酶活性的升高,加速了麦红吸浆虫体内因抵御寒冷而大量积累的抗冻物质——山梨醇的代谢,将山梨醇转化成了虫体能够有效利用的能量物质——葡萄糖,有助于滞育状态的麦红吸浆虫打破

滞育, 恢复生长发育。

2.2.2 不同滞育状态和年限 由表1可见, 在相同的滞育阶段, 麦红吸浆虫滞育的裸露幼虫山梨醇脱氢酶活性较结茧幼虫略高, 但二者之间无明显差异; 多年滞育的麦红吸浆虫经过1年滞育后, 山梨醇脱氢酶的活性仍能被检测到, 只是其活性维持在一个较低水平。

3 讨论

海藻糖是昆虫体内血液中以循环形式存在的碳水化合物, 海藻糖的含量与昆虫的发育阶段密切相关。仵均祥等^[8]认为, 麦红吸浆虫在滞育期间以海藻糖作为能量贮藏物质, 其含量一直保持着较高的水平。徐卫华^[9]则报道了家蚕在滞育起始阶段, 海藻糖的含量迅速降低, 在海藻糖酶的作用下快速降解为葡萄糖, 进一步形成糖原, 并将糖原作为能量贮藏物质, 度过不适的环境条件。

本研究结果表明, 不同滞育期间, 麦红吸浆虫体内的海藻糖酶活性呈现出高-低-高-低-高的变化趋势。当麦红吸浆虫幼虫离开麦穗时, 所吸食汁液中的碳水化合物被转化成了大量的海藻糖, 而麦红吸浆虫此时要进入滞育状态, 在保证以贮能形式存在的海藻糖量的前提下, 可能还需将过量的海藻糖转化成抗逆的碳水化合物, 以利于麦红吸浆虫度过滞育生理过程。幼虫入土后, 海藻糖酶的活性迅速下降, 使滞育的麦红吸浆虫体内维持高水平的海藻糖。这与仵均祥等^[8]推测的海藻糖是麦红吸浆虫在滞育期间的主要能量贮藏物质形式相一致。

9月中旬, 滞育虫体内海藻糖酶活性升高, 特别是裸露幼虫海藻糖酶活性较结茧幼虫的高, 使海藻糖转化成了葡萄糖, 从而有利于麦红吸浆虫打破滞育, 恢复生长发育。这与胡木林等^[5]和袁锋等^[2]观察到的麦红吸浆虫在秋季有羽化的现象相符合。到翌年4月, 滞育虫体的海藻糖酶活性急剧增加, 达到滞育年周期中的最高水平, 这可能有助于麦红吸浆虫将海藻糖加速降解为葡萄糖, 为彻底解除滞育、恢复

正常的生长发育提供足够的能量。

对于整个滞育过程, 麦红吸浆虫裸露幼虫海藻糖酶活性较结茧幼虫的略高, 说明裸露幼虫具有较强的转化海藻糖的能力, 有利于恢复生长发育。从而也暗示了裸露幼虫在合适的环境条件下, 容易打破滞育, 滞育程度相对较浅。

山梨醇是生物体内的重要抗逆物质之一^[12]。但迄今为止发现, 山梨醇在虫体内只具有防冻功能, 可以稳定亚细胞的结构与功能。蚕卵内山梨醇含量与滞育开始、持续和解除的过程具有密切的平行关系^[13]。对麦红吸浆虫而言, 山梨醇能够降低虫体内体液的冰点, 增强虫体的抗寒性, 体液内山梨醇也可以提高渗透压, 有利于保持体内水分的平衡, 提高不同滞育期间麦红吸浆虫的抗旱能力。因此, 山梨醇可能是麦红吸浆虫以滞育方式度过寒冬的重要碳水化合物之一。而山梨醇脱氢酶是调节山梨醇代谢的酶, 山梨醇在山梨醇脱氢酶的作用下脱氢形成葡萄糖, 从而改变昆虫的发育状态。

本研究表明, 在不同滞育期间, 麦红吸浆虫体内山梨醇脱氢酶活性呈现出由低到高的变化趋势。在麦红吸浆虫幼虫从5月份离开麦穗一直到当年11月末, 在虫体内未检测到山梨醇脱氢酶的活性, 这可能是由于这段时间气温相对较高, 虫体内没有或者仅有很少量的山梨醇。麦红吸浆虫在滞育期间, 为了抵抗寒冷可能会在虫体内积累大量的山梨醇; 当外界环境条件适合, 需要马上恢复生长发育, 而体内又没有足够的能量供应时, 为了充分利用体内的能量物质, 山梨醇脱氢酶的活性迅速升高, 将大量的山梨醇转化成葡萄糖, 为麦红吸浆虫顺利解除滞育提供了能量保障。

在不同滞育期间, 不同状态的麦红吸浆虫中山梨醇脱氢酶的活性无明显差异, 裸露幼虫较结茧幼虫的活性稍高。表明裸露幼虫较结茧幼虫在打破滞育时更容易得到能量物质, 利于恢复生长发育, 也暗示了裸露幼虫的滞育程度较结茧幼虫浅, 这与仵均祥等^[8]的研究结果一致。

[参考文献]

- [1] 仵均祥, 李长青, 李怡萍, 等. 小麦吸浆虫滞育研究进展[J]. 昆虫知识, 2004, 41(6): 499-503
- [2] 袁 锋, 花保祯, 仵均祥, 等. 小麦吸浆虫成灾规律与控制[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 67-108
- [3] 曾 省. 小麦吸浆虫[M]. 北京: 农业出版社, 1965: 1-188
- [4] 朱象三. 西北小麦吸浆虫之发生与防治[J]. 农业科学通讯, 1954, (3): 124-126
- [5] 胡木林, 张克斌. 麦红吸浆虫滞育习性研究[J]. 昆虫知识, 1995, 32(1): 13-16
- [6] Barends H F. Studies of fluctuations in insect population. X. Prolonged larvae life and delayed subsequent emergence of the adult

- m idges[J]. *Anim Ecol*, 1943, 12: 137-138
- [7] 张克斌, 许文贤, 胡木林, 等. 小麦吸浆虫在关中再度猖獗的特点、成因与对策[J]. *西北农业大学学报*, 1998, 16(增刊): 1-9
- [8] 仵均祥, 袁 锋, 苏 丽. 麦红吸浆虫幼虫滞育期间糖类物质变化[J]. *昆虫学报*, 2004, 47(2): 178-183
- [9] 徐卫华. 昆虫滞育的研究进展[J]. *昆虫学报*, 1999, 42(1): 100-107
- [10] 李志刚, 韩诗畴, 郭明昉, 等. 取食不同食料植物对安蛔珍蝶的营养利用及中肠四种酶活力的影响[J]. *昆虫学报*, 2005, 48(5): 674-678
- [11] Negm F A, Loescher W H. Detection and characterization of sorbitol dehydrogenases from apple callus tissue[J]. *Plant Physiol*, 1997, 64(1): 69-73
- [12] 梁 东, 马锋旺, 管清美, 等. 蔷薇科植物中山梨醇代谢酶的研究进展[J]. *西北植物学报*, 2004, 24(7): 1362-1366
- [13] 陈田飞, 乐波灵. 家蚕滞育生理研究概况[J]. *广西蚕业*, 2004, 41(3): 12-16

Changes of trehalase and sorbitol dehydrogenase activity in the wheat midge, *Sitodiplosis mosellana* (Gehin) during mature and diapause stage

WANG Hong-liang^{1,2}, WU Jun-xiang¹, WANG Bing-li²

(1 College of Plant Protection, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Department of Plant Protection, Henan Institute of Science and Technology, Xinxing, Henan 453003, China)

Abstract: Trehalase and sorbitol dehydrogenase (SDH) activity were measured in larvae of the wheat midge during mature and diapause stage. The result showed that the activity of trehalase in the mature larva living on the wheat head was higher than that of larva in the soil, then decreased quickly, up lifted in mid-October, dropped again and increased steeply in turn. The activity of SDH was not detected from larva of the wheat midges during mature to diapause stage in November and increased sharply from January to April, enzymes activity of SDH reached the highest value (0.504 2 OD/(mL · min)) on 20th April. The trehalase and SDH activity of Non-cocooned larvae were higher than that of cocooned larva in the same diapause stage, having identical development tendency. There were no significant differences in the enzyme activities of trehalase and SDH between 1st and 2nd year diapausing larva.

Key words: *Sitodiplosis mosellana* (Gehin); diapause; trehalase; sorbitol dehydrogenase

《安徽农学通报》地址变更启事

《安徽农学通报》是由安徽省农学会主办、安徽省作物学会协办的综合性农业科技期刊,是《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》、《中文科技期刊数据库》、《中国核心期刊(遴选)数据库》全文收录期刊,以文字版和电子版两种形式向国内外公开发行人,刊号:ISSN 1007- 7731, CN 34- 1148/S,是国家职称评定认定学术期刊。本刊融学术性、指导性、实用性于一体,既刊登作物栽培与育种、植物保护、土壤肥料、园艺、蚕桑、茶园、畜牧、水产及其他农业科学领域的研究报告、综述、研究简报和实用技术,也发表农业经济、农业科技管理、农业发展战略、农产品加工及农业产业化等方面的研究论文、调查报告和对策性文章,是农业推广领域唯一的科技杂志。编辑部不再办理征订工作(由邮局代理)。欢迎赐稿,四封及插页欢迎刊登广告。

本刊编辑部地址发生变更,具体如下:

投稿地址:合肥市美菱大道421号省农委《安徽农学通报》编辑部;邮编:230001

联系电话:0551- 2675980, 3214796(小灵通);传真:0551- 2632455

投稿邮箱:nxtb-z@yahoo.com.cn; ahnxtb-z@163.com; ahnxtb2006@126.com

网址: <http://ahnbn.chinajournal.net.cn>