

Ca²⁺ 浸泡处理对发芽糙米生理指标 和 GABA 等物质含量的影响

韩永斌, 顾振新*, 蒋振辉

(南京农业大学 农业部农畜产品加工与质量控制重点开放实验室, 江苏 南京 210095)

摘 要: 本文研究了外源 Ca²⁺ 对糙米在浸泡发芽过程中生长状况、呼吸强度和 γ -氨基丁酸(GABA) 等几种物质含量的影响。结果表明, Ca²⁺ 处理浓度在 0.5 ~ 2.5 mmol/L 时可加速糙米生长, 处理浓度为 10 mmol/L 时抑制其生长; Ca²⁺ 能提高发芽糙米的呼吸强度, 有利于 GABA 的积累和抑制 Glu, 且浓度越高, 效果越明显; 但对可溶性蛋白质、游离氨基酸、淀粉和还原糖含量的影响不显著。

关键词: Ca²⁺; 发芽糙米; 生理指标; γ -氨基丁酸(GABA); 主要物质含量

Effect of Ca²⁺ on Some Physiological Indexes and Contents of γ -aminobutyric Acid and Other Essential Substances in Germinating Brown Rice Immersed into Aerobic Water

HAN Yong-bin, GU Zhen-xin*, JIANG Zhen-hui

(Key Laboratory of Food Processing and Quality Control, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Immersed into the solutions containing 0.5, 2.5 and 10.0 mmol/L Ca²⁺ respectively and aerated at the speed of 1.50 L/min, brown rice germinated. The growth status, respiratory density of and several compounds contents in germinating brown rice were observed and assayed. The results suggested that Ca²⁺ could play double roles in brown rice germination, i.e. 0.5 mmol/L and 2.5 mmol/L Ca²⁺ could accelerate the growth of brown rice shoot, but 10 mmol/L Ca²⁺ inhibited this process. It

收稿日期: 2006-07-09

*通讯作者

基金项目: 江苏省自然科学基金项目(BK2004079)

作者简介: 韩永斌(1963-), 男, 副教授, 在职博士, 研究方向农产品贮藏加工。

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [5] 靳敏, 夏玉宇. 食品检验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003. 434-438. | degradation of myofibrillar proteins in Korean native cattle (Hanwoo)[J]. Meat Science, 2000, 55(4): 391-396. |
| [6] 吴信法. 肉品科学及肉品卫生检验[M]. 北京: 中国商业出版社, 1984. 61-63. | [13] D M Ferguson, H L Bruce A, J M Thompson B. Factors affecting beef palatability-farmgate to chilled carcass[J]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 2001, 41: 879-891. |
| [7] D J A Cole, R A Lawrie. Meat[M]. London: The Butterworth Group, 1975. 271-281. | [14] K J Wiliczk, C Podmore. Quality changes and shelf life of imported vacuum-packaged beef chuck during storage at 0 [J]. Meat Science, 2001, 59(1): 71-77. |
| [8] J C Forrest, D Aberle, B Hedrick, et al. Principles of meat science[M]. San Francisco: W H Freeman and Company, 1975. 148-188. | [15] R W Purchas, S M Rutherford, P D Pearce. Concentrations in beef and lamb of taurine, carnosine, coenzyme Q ₁₀ , and creatine[J]. Meat Science, 2004, 66(3): 629-637. |
| [9] Maria Ylä-Ajos, Mari ta Ruusunen, Eero Puolanne. Activity of porcine muscle glycogen debranching enzyme in relation to pH and temperature [J]. Meat Science, 2005, 69: 143-149. | [16] K O Honikel, P Roncalés, R Hamm. The influence of temperature on shortening and rigor onset in beef muscle[J]. Meat Science, 1983, 8(3): 221-241. |
| [10] C Feidt, A Petit. Release of free amino acids during ageing in bovine meat[J]. Meat Science, 1996, 44(2): 19-25. | [17] Robin E Jeacocke. The kinetics of rigor onset in beef muscle fibres[J]. Meat Science, 1984, 11(4): 237-251. |
| [11] M Seki kawa, K Seno. Contribution of transaminase affects accumulation of free amino acids in electrical stimulated beef[J]. Animal Science and Technology, 1990, 65: 1034-1043. | [18] 艳茹. 牛宰后肌肉生物电阻抗与pH值相关性研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2006. 15-20. |
| [12] M S Rhee, Y C Ryu, J Y Imm, et al. Combination of low voltage electrical stimulation and early postmortem temperature conditioning on | |

was also observed that three Ca^{2+} concentrations mentioned above all enhanced respiratory density of germinating brown rice, increased γ -aminobutyric acid (GABA) contents and impeded the accumulation of Glu in germinating brown rice. These indexes above were dependent on Ca^{2+} concentration. But on the contents of soluble proteins, free amino acids, starch and reducing sugar, Ca^{2+} concentration had little effect.

Key words: Ca^{2+} ; germinating brown rice; physiological index; γ -aminobutyric acid (GABA); content of essential substances

中图分类号: O614.23

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)10-0058-04

发芽糙米含有丰富的VA、VB、VE和矿质元素钾、钠、铁、锌等,而且还含有多种促进人体健康和防治疾病的成分,如谷胱甘肽、谷维素和阿魏酸,特别是糙米中的GABA在发芽时大幅增加^[1]。GABA具有改善脑机能、调整血压、镇静神经,促进长期记忆、促进生长激素分泌、调节肾功能以及肝功能等作用,因而受到国内外广泛关注。糙米具有生命活力,可在适宜条件下发芽。适当的通气处理有利于糙米在浸泡条件下发芽,使之物质代谢比无氧浸泡的旺盛,GABA等物质生成量增多。孙大业等^[2]认为 Ca^{2+} 的利用是所有活细胞的基本特征, Ca^{2+} 不仅能调节细胞膜的透性,促进细胞粘结和胞间通讯,同时还能影响ATP酶、脂酶等酶的活性,从而达到调节细胞分裂,控制细胞代谢的作用。近年来,人们在 Ca^{2+} 对禾谷类植物代谢活动的影响方面研究较多,而对 Ca^{2+} 在糙米浸泡发芽过程中的生理调节作用未见报道。本研究以糙米为试材,研究了 Ca^{2+} 处理对浸泡发芽糙米生理指标和GABA等物质含量的影响,旨在为探索 Ca^{2+} 在糙米发芽过程中的作用以及为开发以发芽糙米为原料的功能食品生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试水稻品种为粳稻9516,实验前用出糙机去壳并选取籽粒饱满、有光泽、无裂痕的糙米粒。

1.2 方法

称取50g左右的糙米4份于培养瓶中,随后以1.5L/min的气流量进行通气,以蒸馏水为对照,分别以0、0.5、2.5和10mmol/L的 CaCl_2 水溶液120ml浸泡于32℃恒温培养箱中发芽3d,于24、48、60和72h取样,测定呼吸强度、GABA、可溶性蛋白质和游离氨基酸含量。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 呼吸强度 采用小篮子法测定。

1.3.2 GABA含量 在文献[3]的基础上加以改进。取50 μl 样液在3号滤纸上点样,干法点样30 μl ,点样端位于电泳槽的正极,电解液为:吡啶:冰乙酸:蒸馏水=16:16:968, pH4.5,在300V,50mA条件下电泳100min。电泳后加0.5%茚三酮显色,电泳纸于90℃挥尽残留吡

啶和冰醋酸,时间30min,氨基酸即显出紫红色斑点,经硫酸铜洗脱液洗脱,在波长515nm下测定其OD值。

1.3.3 可溶性蛋白质含量 采用考马斯亮蓝G-250法测定,以牛血清白蛋白为标准。

1.3.4 游离氨基酸含量 采用茚三酮比色法测定。

2 结果与分析

2.1 Ca^{2+} 浸泡处理对发芽糙米芽长的影响

糙米在通气量恒定(1.5L/min)的条件下不同浓度 Ca^{2+} 溶液中米芽生长情况如图1所示。糙米发芽至24h,米芽生长缓慢,芽体伸长幅度小。24h后,生长速率加快,芽体伸长幅度增大。0.5mmol/L Ca^{2+} 和2.5mmol/L Ca^{2+} 处理的糙米发芽至120h时,芽长分别比对照长1.3mm和0.6mm,而10mmol/L的则比对照短1.1mm,表现出抑制生长的作用。这表明,低浓度 Ca^{2+} 有促进米芽生长的作用。

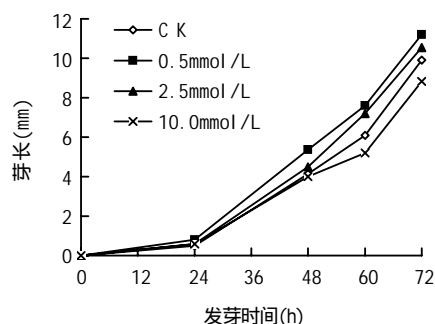


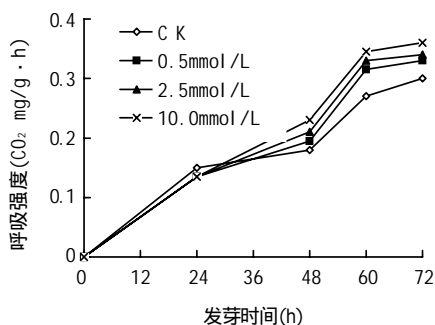
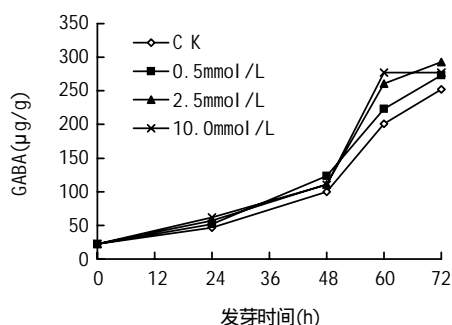
图1 Ca^{2+} 浸泡处理对发芽糙米芽长的影响
Fig.1 Effect of Ca^{2+} treatment on shoot length of brown rice immersed into water

2.2 Ca^{2+} 浸泡处理对发芽糙米呼吸强度的影响

糙米在整个发芽过程中呼吸强度不断增强(图2),发芽至24h, Ca^{2+} 处理的糙米呼吸强度比对照低;24h后,糙米的呼吸强度逐渐增强并超过对照,且 Ca^{2+} 处理浓度越高,发芽糙米的呼吸强度越大。这表明, Ca^{2+} 处理有促进糙米呼吸的作用。

2.3 Ca^{2+} 浸泡处理对发芽糙米中GABA含量的影响

由图3可知, Ca^{2+} 处理有利于发芽糙米中GABA含量的提高,且随发芽时间延长而增加。发芽48h内,

图2 Ca^{2+} 浸泡处理对发芽糙米呼吸强度的影响Fig.2 Effect of Ca^{2+} treatment on respiration rate of germinating brown rice immersed into water图3 Ca^{2+} 浸泡处理对发芽糙米中GABA含量的影响Fig.3 Effect of Ca^{2+} treatment on content of GABA in germinating brown rice immersed into water

GABA 含量升幅小；发芽至 60h，10、2.5 和 0.5mmol/L Ca^{2+} 处理的 GABA 含量分别比对照高 76.3、59.8、22.3 $\mu\text{g/g}$ 。这表明， Ca^{2+} 有促进 GABA 积累的作用，但以低浓度 Ca^{2+} 处理的效果明显。

2.4 Ca^{2+} 浸泡处理对发芽糙米中蛋白质和氨基酸含量的影响

Ca^{2+} 处理对发芽糙米中可溶性蛋白质含量随发芽时间延长而缓慢下降(表 1)。发芽至 72h 时其含量分别为发芽 24h 时的 90.28%、87.93%、92.52% 和 88.19%。发芽糙米中氨基酸的含量随发芽时间的延长而大幅度增加(表 1)。发芽至 72h 其含量分别比发芽 24h 时高出 3.99、3.47、

4.62 和 4.76 倍，可能原因是游离氨基酸被用于新蛋白质的合成，以满足糙米生长的需要。但 Ca^{2+} 处理的发芽糙米中游离氨基酸含量并没有增加，结合蛋白质含量的变化情况可知， Ca^{2+} 处理对浸泡发芽的糙米中蛋白质转化为氨基酸的过程影响不大。

3 讨论

糙米胚乳中的淀粉在发芽期间受淀粉酶的作用逐步分解为葡萄糖等糖类，为幼芽生长提供能量。据报道， Ca^{2+} 的生长效应可分为低浓度(0.3 ~ 1.0mmol/L)时促进和高浓度(2 ~ 20mmol/L)时抑制^[4]。本实验中，0.5 和 2.5mmol/L Ca^{2+} 处理促进糙米生长，10mmol/L 的抑制糙米生长。可溶性蛋白质、游离氨基酸含量因 Ca^{2+} 处理浓度的不同而变化，这与文献^[5]的报道相同，水中浸泡发芽的糙米处于低氧环境，而普通大气条件下发芽时氧气供应充足。

谷氨酸脱羧酶催化 Glu 脱羧生成 GABA。研究表明，GABA 在低氧、水淹、高温和机械损伤等环境胁迫下大量生成并积累^[6]，而上述胁迫的环境条件往往造成细胞质 Ca^{2+} 浓度上升，因而有人^[7]认为 GABA 的形成和 Ca^{2+} 信号有关。Baum 等^[12]指出无论在植物体内还是体外， Ca^{2+} /CaM 与谷氨酸脱羧酶的 CaM 结合域结合是使谷氨酸脱羧酶激活的前提；它们之间的结合和分离，在植物的正常发育过程中起着调节植物组织细胞内 GABA 和 Glu 水平的作用。Reggiani 等^[8]用低氧处理水稻根尖也可使其 GABA 含量上升。且水稻组织细胞的谷氨酸脱羧酶提取物受 Ca^{2+} /CaM 调节^[9]，表明水稻谷氨酸脱羧酶亦拥有 CaM 结合域。本研究结果表明， Ca^{2+} 处理在一定程度上促进了发芽糙米 GABA 的形成；处理 60h 后， Ca^{2+} 的促进效果更加明显。由此可推测，糙米发芽过程中可能有新的谷氨酸脱羧酶形成，这有待于进一步的实验加以验证。

参考文献：

- [1] Takayo Saikusa, Toshiroh Hori no, Yutaka Mori. Accumulation of γ -aminobutyric acid in the rice germ during water soaking[J]. Biosci Biotech Biochem, 1994, 58(12): 91-92.
- [2] 孙大业, 郭美林. 细胞信号系统[M]. 北京: 科学出版社, 1993. 140-143.
- [3] Wallace W, Secor J, Schrader L. Rapid accumulation of γ -aminobutyric acid and alanine in soybean leaves in response to an abrupt transfer to lower temperature, darkness, or mechanical manipulation[J]. Plant Physiol, 1984, 75: 170-75.
- [4] 宋松泉, 陈健, 傅家瑞. 钙提高玉米种子活力的作用研究[J]. 热带亚热带植物学报, 1995, (3): 56-60.
- [5] Chol ewa E, Chol ewinski A J, Shelp B J, et al. Cold shock-stimulated γ -aminobutyric acid synthesis is mediated by an increase in cytosolic Ca^{2+} , not by an increase cytosolic H^{+} [J]. Can J Bot, 1997, 75: 375-382.
- [6] Satyanarayan V, Nair P M. Metabolism, enzymology and possible roles of 4-aminobutyrate in higher plants[J]. Phytochemistry, 1990, 29(2): 367-375.

表 1 Ca^{2+} 浸泡处理对发芽糙米中蛋白质和氨基酸含量的影响Table 1 Effect of Ca^{2+} treatment on content of protein and amino acid in germinating brown rice immersed into water

指标	Ca^{2+} 浓度 (mmol/L)	培养时间(h)			
		24	48	60	72
可溶性蛋白质 ($\mu\text{g/g}$)	0(CK)	4951.46	4797.31	4660.00	4470.30
	0.5	4754.05	4672.40	4597.36	4180.45
	2.5	4936.30	4877.94	4549.02	4566.99
	10.0	4853.33	4654.46	4232.03	4279.98
游离氨基酸 ($\mu\text{g/g}$)	0(CK)	152.29	280.41	336.19	607.11
	0.5	144.81	271.86	329.39	503.04
	2.5	133.99	287.06	326.71	618.49
	10.0	133.50	274.38	291.30	635.01

营养元素硒在南瓜中赋存形态及分布研究

刘信平¹, 张 驰², 周大寨², 毛良伟²

(1. 湖北民族学院化学与环境工程学院, 湖北 恩施 445000;

2. 湖北民族学院 湖北省生物资源保护与利用重点实验室, 湖北 恩施 445000)

摘 要: 本文研究了营养元素硒在南瓜中赋存形态、分布及含硒大分子的提取分离技术; 采用蒸馏水、稀盐、乙醇、稀碱分别依次提取不同种类的蛋白质, 热水浸提法提取多糖, 原子吸收分光光度法测定硒的含量; 结果表明: 南瓜中的含硒组分主要有蛋白硒和多糖硒, 分别占样品含硒量的 45.76% 和 27.47%, 在硒蛋白组分中又以碱性蛋白结合硒含量最高, 占样品含硒量的 46.34%。

关键词: 南瓜; 硒蛋白; 硒多糖; 赋存形态

Study on the Distribution and Combined of Forms Element Selenium in the Pumpkin

LIU Xin-ping¹, ZHANG Chi², ZHOU Da-zhai², MAO Liang-Wei²

(1. School of Chemical and Environmental Engineering, Hubei Institute for Nationalities, Enshi 445000, China;

2. Key Laboratory of Biological Resources Protection and Utilization of Hubei Province, Hubei Institute for Nationalities, Enshi 445000, China)

Abstract: This article studied the combined forms and distribution of selenium, the extraction and separation technology of macromolecule containing selenium in pumpkin. Uses the distilled water, the thin salt, the ethyl alcohol, the thin alkali to extract separately in turn, the polysaccharide was selected with hot water immersion extraction. After that, selenium was assayed with the atomic absorption spectrophotometric method. The results indicated that, in the pumpkin, the main Se-containing components are Se-protein and Se-polysaccharide, occupying the total the selenium 45.76% and 27.47%. In Se-protein components, alkaline-soluble protein has the highest selenium content, which occupies the total selenium 46.34%. Thus, the Enshi rich selenium pumpkin is extremely good function food or the drugs, having huge developmental potential.

Key words: pumpkin; Se-protein; Se-polysaccharide; combined forms

中图分类号: O946.911

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)10-0061-04

南瓜(*Cucurbita spp*)属葫芦科南瓜属一年生草本蔓性植物, 研究发现南瓜不仅营养丰富, 而且具有降血糖、降血脂、预防癌症、解毒护肝、抗氧化、护视力、辅助治疗前列腺炎、增强男性性功能等多种食疗保健作用及药用价值^[1~5], 而营养元素硒是人体必须的微量元

素, 具有抗氧化、抗衰老、保护细胞损伤、提高人体免疫、预防癌变、排毒、养颜等多重生物学功能^[6,7], 中国约有 2/3 的地区属于国际公认的缺硒地区, 其中近 1/3 为严重缺硒地区, 科学补硒在美国、加拿大等发达国家已制定了严格的每日每天补硒标准, 通过食物链解

收稿日期: 2006-08-18

基金项目: 湖北省教育厅重点项目(D200529005)

作者简介: 刘信平(1967-), 女, 副教授, 主要从事硒的化学和天然产物开发研究。

[7] Wallace W, Secor J, Schrader B J. Rapid accumulation of 4-aminobutyric acid and alanine in soybean leaves in response to an abrupt transfer to lower temperature, darkness, or mechanical manipulation[J]. Plant Physiol, 1984, 75: 170-175.

[8] Reggiani R, Cantu C A, Brambilla I, et al. Accumulation and

interconversion of amino acids in rice roots under anoxia[J]. Plant Cell Physiol, 1988, 29: 981-987.

[9] Auri sano N, Bertani A, Reggiani R. Involvement of calcium and calmodulin in protein and amino acid metabolism in rice roots under anoxia[J]. Plant Cell Physiol, 1995, 36: 1525-1529.