

不同南瓜品种果实生长发育过程中 果胶物质的动态变化

张学杰, 刘宜生, 姚蔚, 王长林, 王迎杰

(中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘要: 选用4个南瓜品种(124、125属印度南瓜品种;黄狼、大粒裸仁属中国南瓜品种),研究其果实发育过程中果胶物质的组成及其动态变化规律。结果表明,在南瓜果实生长发育过程中,南瓜果胶的主要组成成分为酸性果胶(ASP),其含量在果实发育过程中占总果胶(TP)含量的72.8%~91.3%,水溶性果胶(WSP)与草酸溶性果胶(OSP)含量较少。在果实发育过程中,就WSP与OSP的变化规律而言,品种124与125表现基本一致,而黄狼与大粒裸仁表现基本一致;4个品种的ASP与TP的变化规律基本一致,在第30天含量达到最高,随后随着果实的成熟逐渐下降。不同南瓜品种在同一生长期果胶含量有差异,124与125的果胶含量均高于黄狼与大粒裸仁。4个品种中,125的果胶含量最高,大粒裸仁南瓜含量最少,125在第30天TP含量占果实鲜重的2.43%。

关键词: 南瓜;果胶;果实发育

Dynamic Changes of Pectin Substance in Different Pumpkin Varieties During the Development of Fruits

ZHANG Xue-jie, LIU Yi-sheng, YAO Wei, WANG Chang-lin, WANG Ying-jie
(Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: Dynamic changes of pectin substances during the development of fruits among four pumpkin early-matured varieties of 'No. 124' and 'No. 125' (*Cucurbita maxima*), 'Huanglang' and 'Daliluoren' (*Cucurbita moschata*) were investigated. The results showed that during the development of pumpkin fruits, acid soluble pectin (ASP) was the main constituent of pectin substances and its content reached 72.8%~91.3% of the total pectin (TP), and the content of water soluble pectin (WSP) and oxalate soluble pectin (OSP) were little. For WSP or OSP, the changeable tendency in 124 and 125 was consistent, that in Huanglong and Daliluoren was unanimous too during the period of fruits development; however, for ASP and TP, the tendency of dynamic changes of four different varieties showed no difference. Generally, the content of ASP or TP reached the highest at the 30th d after pollination, then decreased with the maturity of fruits. At the same period of fruits development, the content of pectin substances among the four varieties was different, that in No. 125 was the highest, that in Daliluoren was the lowest, and the content of TP of No. 125 reached 2.43% of fresh weight of fruits at the 30th d.

Key words: Pumpkin; Pectin; Fruit development

近年来,随着科学研究的深入,南瓜的营养保健作用越来越引起人们的重视。在南瓜众多的营养成分中,膳食纤维成分——果胶的作用不容忽视。据

报道,果胶具有预防动脉粥样硬化、消除体内的细菌毒性和铅、汞等重金属及放射性元素等有害物质的毒害作用,对控制饭后血糖的上升也具有辅助作用

收稿日期:2001-01-10

基金项目:农业部“蔬菜遗传与生理实验室”资助项目

作者简介:张学杰(1970-),男,山东招远人,副研究员,硕士,主要从事蔬菜采后贮藏加工研究。Tel: 010-62148091; Fax: 010-62174123; E-mail: zxj7010@sina.com

等^[1-4]。本文通过对南瓜果实生长发育过程中高分子多糖物质——果胶组成、含量的研究,以期获得南瓜果胶的动态变化规律,为南瓜采前品质育种、采后富含膳食纤维南瓜食品的开发研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用本组培育和提供的南瓜早熟品种 124、125、黄狼及大粒裸仁共 4 份材料。其中 124、125 属印度南瓜栽培种(*Cucurbita maxima*),黄狼及大粒裸仁属中国南瓜栽培种(*Cucurbita moschata*)。4 份材料授粉后 50d 果实均达到完全成熟。

1.2 试剂及仪器

岛津 UV/Vis-300;95% 乙醇,浓硫酸,吡啶,半乳糖醛酸标准品(Sigma Co.),草酸铵,盐酸,所用试剂均为分析纯。

1.3 方法

1.3.1 田间试验 本研究是在1998年试验工作基础上,1999年3月25日于中国农业科学院蔬菜花卉研究所温室育苗,4月28日定植于北圃场露地,试验按随机区组设计,共3个区组,每一小区面积112m²,行距1m×株距0.5m,搭人字架,每个试验种56株苗,4个品种共224株。5月20日雌雄花开放后进行人工辅助授粉,挂标记牌。采用单蔓整枝方式,果实座住后留有10片功能叶,然后摘心。各品种均于授粉后第10、20、30、40、50天随机取样,共计5次,全部分析用样为5月23日、24日和25日3d内授粉长成的果实。同一小区内每个品种每次随机取5个瓜做一个样品,在整个果实发育过程中,每个品种共取样15个,4个品种计60个样品,测定果胶含量。

1.3.2 果胶分析

1.3.2.1 标准曲线 取6支刻度试管(20ml),分别加入浓度为0.10、0.25、0.50、0.75μg/ml的半乳糖醛酸标准液1ml,各加入0.15%吡啶乙醇溶液0.5ml,摇匀,然后小心地沿管壁加入浓硫酸6ml,边加边搅动(在冷水中进行),随后立即在沸水浴中加热10min,取出放在冷水中冷却至室温后,在525nm处用1cm比色杯测定消光值,绘制标准曲线并计算出回归方程及相关系数($r = 0.999$)。每次试验均作标准曲线以校正误差。

1.3.2.2 样品分析 试验用样南瓜去籽、切分,每个样品取鲜样100g,打成匀浆(1:1),取10g匀浆反复用70%乙醇洗涤去掉色素、糖等干扰物质,然后

分步提取水溶性果胶(WSP)、草酸溶性果胶(OSP)、酸溶性果胶(ASP),果胶含量按吡啶比色法(525nm)测定^[5],每个样品做2次平行测定,总果胶(TP)含量为WSP、OSP、ASP之和,试验结果为3次重复的平均值。

2 结果与分析

2.1 南瓜果实生长发育过程中果胶的组成及其含量

表为不同南瓜品种果实生长发育过程中各个时期果胶的组成及其含量。在果胶的组成上,4个品种的水溶性果胶(WSP)与草酸溶性果胶(OSP)含量均较少。其中品种124、125的WSP与OSP含量基本不超过总果胶含量的10%,黄狼、大粒裸仁的WSP与OSP含量稍高一些,但最高仅为总果胶含量的22.6%。不同南瓜品种果胶的组成中均以酸溶性果胶(ASP)为主,ASP含量在果实发育到成熟期间占总果胶含量的72.8%~91.3%。4个品种中,125的ASP、TP含量始终最高,大粒裸仁南瓜果胶含量最少;125在第30天时总果胶(TP)含量占果实鲜重的2.43%。

2.2 南瓜果实生长发育过程中果胶的动态变化规律

图1~图4反映了不同南瓜品种所含WSP、OSP、ASP及TP随着果实生长发育的动态变化规律。就WSP变化趋势而言,尽管图1中124、125的WSP鲜基含量在第30天时达到最高,随后有所下降或升高,但从果实发育过程中WSP占总果胶的比例来看(见表),基本是随着果实的成熟呈上升趋势;黄狼与大粒裸仁的WSP变化趋势是一致的,在第20天时达到最高,第30天时最少,随后逐渐上升。以上表明,尽管在果实进入成熟时WSP在总果胶中的含量是上升的,但对于不同品种来说,变化过程是存在差异的。对于OSP,4个品种的OSP鲜基含量及OSP占总果胶的比例基本是在第20天时达到最高,以后有所波动,但在第50天果实完全成熟时含量较少。4个品种的ASP与TP的变化规律基本一致,在第30天时鲜基含量及ASP占总果胶的比例达到最高,随后随着果实的成熟逐渐下降。

统计表明,不同南瓜品种在同一生长期果胶含量有差异。同一生长期,124与125的ASP、TP含量均高于黄狼与大粒裸仁,基本达到5%的显著水平差异。黄狼与大粒裸仁的总果胶含量尽管在每一生长期均有差异,但统计表明,在同一生长期基本

未达到 5 %水平显著差异。此外,尽管随着果实接近成熟,南瓜果胶含量均呈逐渐下降趋势,但品种间果胶的变化程度存在差异,成熟期第 40 天与第 50 天相比,印度南瓜品种 124 总果胶含量达到 5 %水平显著差异,而 125 总果胶含量未达到 5 %水平显

著差异;同样,中国南瓜品种黄狼总果胶含量达到 5 %水平显著差异,而大粒裸仁总果胶含量未达到 5 %水平显著差异,这表明对于不同品种来说,果胶的降解程度是不同的,最终可能会对果实的质地产生影响。

表 南瓜果实发育过程中果胶的组成及含量¹⁾

Table Constituent of pectin substances and its content during the development of pumpkin fruits

品种及取样期 Varieties and date of sampling (d)	果胶组成 Fractionation of pectin substances						总果胶 TP 含量 Content (mg/100g FW)
	水溶性果胶 WSP		草酸溶性果胶 OSP		酸溶性果胶 ASP		
	含量 Content (mg/100g FW)	占总果胶 Percent(%)	含量 Content (mg/100g FW)	占总果胶 Percent(%)	含量 Content (mg/100g FW)	占总果胶 Percent(%)	
124 号 No. 124							
第 10 天 10d	19.0	4.1	41.3	8.9	401.3	87.0	461.7d
第 20 天 20d	60.3	6.0	91.7	9.1	858.0	84.9	1 010.0c
第 30 天 30d	117.3	5.6	103.0	4.9	1 883.3	89.5	2 103.7a
第 40 天 40d	88.3	6.8	81.3	6.2	1 134.7	87.0	1 304.3b
第 50 天 50d	92.3	10.6	41.7	4.8	737.0	84.6	871.0c
125 号 No. 125							
第 10 天 10d	19.0	3.4	41.7	7.4	506.0	89.2	566.7 c
第 20 天 20d	52.0	3.7	125.7	9.0	1 216.7	87.3	1 394.3b
第 30 天 30d	131.7	5.4	102.7	4.2	2 196.7	90.4	2 431.0a
第 40 天 40d	118.3	8.2	108.7	7.5	1 220.0	84.3	1 447.0b
第 50 天 50d	97.7	7.4	52.7	4.0	1 160.0	88.6	1 310.3b
黄狼 Huanglang							
第 10 天 10d	19.0	4.8	46.7	11.9	326.7	83.3	392.3c
第 20 天 20d	151.7	17.3	100.0	11.4	624.3	77.3	876.0a
第 30 天 30d	32.0	4.3	32.7	4.4	679.7	91.3	744.3ab
第 40 天 40d	56.0	7.9	53	7.5	599.0	84.6	708.0b
第 50 天 50d	66.7	12.6	44.3	8.4	416.7	79.0	527.7c
大粒裸仁 Daliluoren							
第 10 天 10d	16.0	5.4	37.7	12.7	244.0	81.9	297.7c
第 20 天 20d	134.0	22.6	78.0	13.2	380.0	64.2	592.0a
第 30 天 30d	50.7	8.4	36.0	5.9	519.0	85.7	605.7a
第 40 天 40d	67.0	14.8	50.7	11.2	334.3	74.0	452.0b
第 50 天 50d	78.3	18.2	38.7	9.0	313.0	72.8	430.0b

¹⁾ 采用邓肯氏新复极差检验,对于同一品种,相同字母标记的数字表示在 $P=0.05$ 水平上差异不显著 Data in the table marked with the same letter means no significant difference at $P=0.05$ level for the same variety by Duncan's test(SSR)

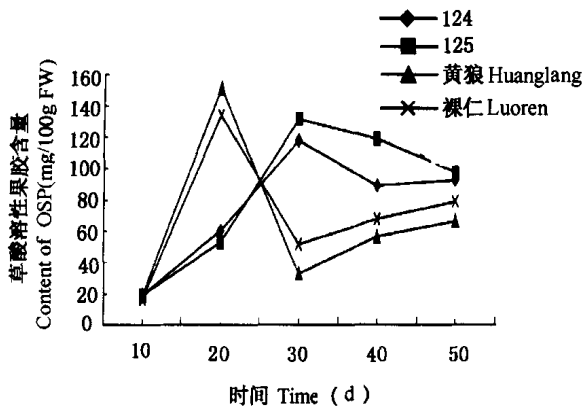


图 1 不同南瓜品种果实生长发育过程中水溶性果胶的动态变化

Fig.1 Dynamic changes of WSP during the development of fruits among different pumpkin varieties

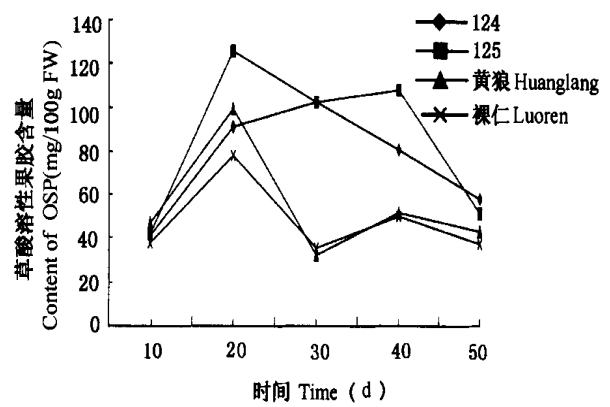


图 2 不同南瓜品种果实生长发育过程中草酸溶性果胶的动态变化

Fig.2 Dynamic changes of OSP during the development of fruits among different pumpkin varieties

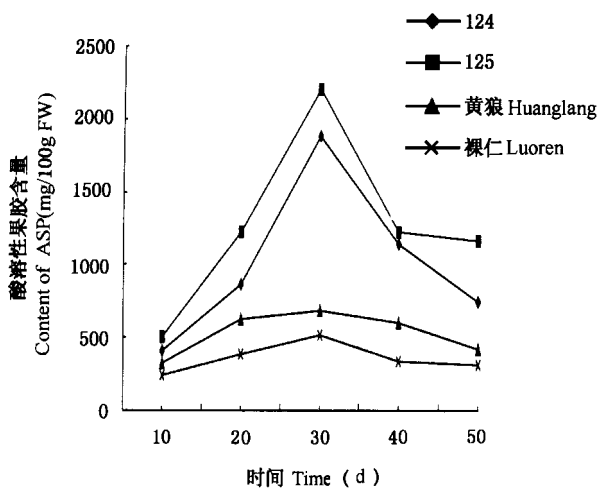


图3 不同南瓜品种果实生长发育过程中草酸溶性果胶含量动态变化

Fig. 3 Dynamic changes of ASP during the development of fruits among different pumpkin varieties

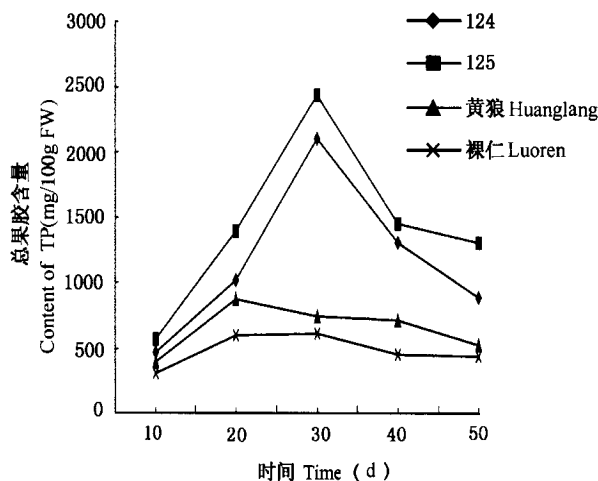


图4 不同南瓜品种果实生长发育过程中总果胶含量的动态变化

Fig. 4 Dynamic changes of TP during the development of fruits among different pumpkin varieties

3 讨论

3.1 南瓜果质地与果胶的关系

尽管果胶的组成状态与含量不是决定南瓜果实质地的唯一因素,但试验所用品种质地的感官表现与果胶的测定结果是相吻合的。4个受试品种的质地从坐果开始,随着果实的发育,逐渐由嫩变硬,果肉变得致密,到第40天以后果肉开始逐渐变软。与黄狼、大粒裸仁相比,印度南瓜品种124、125,到第50天完全成熟时,果肉硬度要比黄狼、大粒裸仁大,测定结果亦表明南瓜果实成熟时,124、125的原果胶不仅在含量上而且在占各自总果胶的比例上均高

于黄狼与大粒裸仁,为871.0 mg/100g、1310.3 mg/100g、527.7 mg/100g和430.0 mg/100g,分别占各自总果胶含量的84.6%、88.6%、79.0%和72.8%。对于与质地变软直接有关的水溶性果胶来说,124、125的水溶性果胶在占各自总果胶的比例上均低于黄狼与大粒裸仁,分别为10.6%、7.4%、12.6%和18.2%。

3.2 南瓜果实发育过程中果胶组成及其含量变化的原因

本研究表明,在南瓜的果胶组成中,酸溶性果胶基本是达到最高值后逐渐下降,但水溶性果胶、草酸溶性果胶在果实成熟过程中未表现出较显著的变化,这可能与蔬菜种类及品种有关,番茄在成熟期间水溶性果胶增加较多;也可能随着南瓜果实的衰老(如贮存期间),ASP与WSP、OSP的转化规律会更清晰一些。有研究表明,在果胶物质转化过程中,果胶甲酯酶(PME)脱甲酯化导致大量羧基的产生,促进了聚半乳糖醛酸酶(PG)的活性,PG优先降解脱甲酯化的果胶物质,因而PME可能为PG制造了作用底物^[6]。Woodruff等^[7]观察到在成熟的蓝莓中PME活性增加。据报道,PG几乎与番茄果实软化的所有过程有关,PG在番茄绿果时期并不存在,在成熟期间便大量累积^[8],然而,对草莓来说,果胶降解过程中不存在PG^[9]。因此,开展南瓜中与果胶分解有关的酶的种类及其在各个时期活性表现的研究可能有助于结果的解释。

3.3 南瓜果胶的利用

从本研究结果来看,南瓜品种间果胶含量差异较大,含量较高的印度南瓜125的果胶达到果实鲜重的2.43%,与鲜苹果的含量1.5%~2.5%相近,具有一定的生产开发价值。在我国南瓜种植区,广大农村尤其是山区,农民生产的南瓜除部分食用外,大部分只用作猪饲料,其资源、营养保健作用及潜在的经济价值未得到充分有效的开发利用。因此,深入开展这一领域的研究,将有助于南瓜产业的发展,有助于提高南瓜产品的附加值及帮助南瓜产区农民脱贫致富。

References

- [1] Liu M L. The apple pomace, the regenerative resource used in food industry. *The Information of Chinese Food*, 1989, 9:7-8. (in Chinese)
刘明礼. 食品工业再生资源——苹果渣滓. 中国食品信息, 1989, 9:7-8.
- [2] Zhang H. The nutrient, pharmaceutical value and exploitation of

- pumpkin. *Fujian Science and Technology of Tropical Crops*, 1990, 3:24 - 25. (in Chinese)
- 张 茵. 南瓜的营养成分、药用价值及产品的开发利用. 福建热作科技, 1990, 3:24 - 25.
- [3] Zhou H K. The comprehensive processing technology of pumpkin. *Food Science*, 1991, 9:59 - 62. (in Chinese)
- 周汉奎. 南瓜综合加工技术. 食品科学, 1991, 9:59 - 62.
- [4] Martin Glicksma. *Food Hydrocolloids III*. CRC Press Inc. 1982.
- [5] S. Ranganna. Pectin. *Manual of Analysis of Fruits and Vegetables Products*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited New Delhi, 1977:49 - 51.
- [6] Huber D. J. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. *Hort. Rev.* 1983, 5:169.
- [7] Woodruff R E, Dewey D H, Sell H M. Chemical changes of Jersey and Rubel blueberry fruit associated with ripening and deterioration. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 1960, 75:387.
- [8] Zheng G H, Shen Z Y. *Tomato*. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1989:249. (in Chinese)
- 郑光华, 沈征言. 番茄. 北京:北京农业大学出版社, 1989:249.
- [9] Huber D J. Strawberry fruit softening: The potential roles of polyuronides and hemicellulose. *J. Food Sci.* 1984, 49:1310.