

麻竹笋罐头贮藏过程中质构、果胶和色泽的变化

郑炯^{1,2}, 宋家芯¹, 陈光静¹, 林茂¹, 阚建全^{1,2,*}

(1.西南大学食品科学学院, 重庆 400715;

2.农业部农产品贮藏保鲜质量安全风险评估实验室(重庆), 重庆 400715)

摘要:以麻竹笋为实验原料, 研究麻竹笋罐头在常温(25℃)和低温(4℃)贮藏过程中质构、果胶和色泽的变化, 并探讨麻竹笋罐头的硬度与果胶变化的相关性。结果表明:麻竹笋罐头在贮藏过程中硬度、原果胶和水溶性果胶含量逐渐下降, 贮藏120 d后, 常温贮藏和低温贮藏条件下麻竹笋的硬度分别下降39.5%和27.1%, 原果胶含量分别下降66.4%和62.8%, 水溶性果胶含量分别下降68.1%和75.7%。各果胶组分与硬度之间呈现较好的相关性, 而原果胶与硬度之间的相关性高于水溶性果胶与硬度之间的相关性。麻竹笋罐头贮藏过程中亮度值 L^* 和红绿值 a^* 逐渐减小, 黄蓝值 b^* 逐渐增加; 常温和低温分别贮藏30 d和70 d时, 总色差 $\Delta E > 2$ 。

关键词:麻竹笋罐头; 贮藏; 质构; 果胶; 色泽

Changes in Texture, Pectin and Colour of Canned *Dendrocalamus latiflorus* (Giant Sweet Bamboo) Shoots during Storage

ZHENG Jiong^{1,2}, SONG Jia-xin¹, CHEN Guang-jing¹, LIN Mao¹, KAN Jian-quan^{1,2,*}

(1. College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China; 2. Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment for Agro-products on Storage and Preservation (Chongqing), Ministry of Agriculture, Chongqing 400715, China))

Abstract: The changes in texture, pectin and colour of canned giant sweet bamboo shoots (*Dendrocalamus latiflorus*) during storage at room temperature (25℃) and low temperature (4℃) were analyzed, and the correlation between hardness and pectin contents was also investigated. The results showed that hardness and protopectin and water-soluble pectin contents of canned bamboo shoots decreased gradually during storage. The hardness decreased by 39.5% and 27.1% after 120 d storage at 25 and 4℃, respectively. Protopectin contents decreased by 66.4% and 62.8%, respectively, and water-soluble pectin contents by 68.1% and 75.7%, respectively, during the storage period. The correlation analysis suggested that the hardness of canned bamboo shoots had a good correlation with pectin components, while the correlation between protopectin and hardness was higher than that between water-soluble pectin and hardness. The L^* and a^* values of canned bamboo shoots decreased whereas b^* value increased gradually, and total colour differences significantly changed after 30 d storage at 25℃ and 70 d storage at 4℃, respectively.

Key words: canned bamboo shoots (*Dendrocalamus latiflorus*); storage; texture; pectin; colour

中图分类号: TS255.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2014)04-0226-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201404046

麻竹笋(*Dendrocalamus latiflorus*)又称甜竹、大绿竹、大叶乌竹, 是丛生竹笋的一种, 主要分布在我国亚热带和热带地区, 如重庆、四川、湖南、福建、浙江等地区。其生长适应性广、抗逆性强、产量高, 已成为我国南方栽培最广的可食用竹笋之一。竹笋由于具有低脂肪、高膳食纤维、蛋白质和矿物质的含量丰富^[1-2], 是一种营养价值很高的蔬菜。同时, 竹笋中还含有许多的营养成分和生物活性物质, 如氨基酸、类黄酮、多酚、甾醇等^[3]。因此, 竹笋具有较高的食用和药用价值。

随着我国竹笋产量的逐年递增, 大量的鲜笋原料无法完全靠鲜食来消化, 而竹笋极不耐贮藏, 采后很容易老化, 纤维素和木质素含量增加, 笋体变硬, 含水量降低, 营养成分减少^[4]。所以, 必须对竹笋采后进行加工。目前, 竹笋常见的加工方法有竹笋罐头、腌制竹笋、竹笋干、竹笋汁等^[5-6]。其中, 尤以竹笋罐头最为常见。近几年, 我国对竹笋罐头的研究主要集中在工艺方面, 对竹笋罐头的基础研究较少; 而国外对竹笋罐头的研究主要集中在营养元素的变化方面^[7-8], 但目前对罐头加工及

收稿日期: 2013-03-20

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项(XDJK2013C131)

作者简介: 郑炯(1982—), 男, 讲师, 博士研究生, 研究方向为食品化学、果蔬加工。E-mail: zhengjiong_swu@126.com

*通信作者: 阚建全(1965—), 男, 教授, 博士, 研究方向为食品化学与营养学、食品生物技术。E-mail: ganjq1965@163.com

贮藏过程中对竹笋质构和颜色的影响研究还较少,而果蔬的质构和色泽是影响其品质的重要因素^[9-10]。研究表明^[11],果蔬的质构特性主要受到细胞壁中果胶物质的影响。Zhang Fusheng等^[12]研究证明黄桃罐头在贮藏过程中硬度变化与果胶含量及组成的变化具有较高的相关性。因此,本实验拟对麻竹笋罐头在贮藏过程中的质构、果胶含量、色泽等方面的变化进行分析,并探讨麻竹笋罐头的硬度与果胶变化的相关性,旨在为麻竹笋罐头在贮藏过程中食用品质的控制提供有益参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

大叶麻竹笋采于重庆市北碚区施家梁镇大叶麻竹笋种植基地。

半乳糖醛酸标准品 美国Sigma公司;乙醇、浓硫酸、咔唑乙醇(分析纯) 成都市科龙化工试剂厂。

1.2 仪器与设备

TA-XT2i质构分析仪 英国SMS公司;UV-2450紫外-可见分光光度计 日本岛津公司;UltraScan PRO测色仪 美国HunterLab公司。

1.3 方法

1.3.1 麻竹笋罐头的制作

挑选无破损、新鲜、色泽较好、笋龄和大小相对一致的新鲜麻竹笋,清水漂洗至中性,切块,预煮(预煮液为0.15%柠檬酸、0.03%异抗坏血酸钠,预煮温度90℃,预煮时间5 min),冷却,装罐,封口,热杀菌,冷却后为成品麻竹笋罐头,分别在(25±1)℃和(4±1)℃条件下贮藏。贮藏期间分别在0、10、30、50、70、90、120 d取样进行分析测定。

1.3.2 质构测定

质构是一个多参数的综合属性^[13],根据对各项质构参数的相关性分析后,选用硬度作为麻竹笋罐头在贮藏过程中质构变化的指标。将麻竹笋罐头样品切成长约2 cm、宽约2 cm、厚约0.5 cm的片状,置于质构仪P5探头下对样品硬度(N)进行测试。质构测定参数为:测试速率:1 mm/s;压缩程度:70%;停顿时间:5 s;数据采集速率:400 pps;触发值:5 g。每个样品测试重复12次。

1.3.3 果胶组分的测定^[14-15]

1.3.3.1 可溶性果胶的测定

称取10 g麻竹笋罐头样品,加入95%乙醇30 mL,匀浆,再用相同体积的乙醇洗净搅碎机,将混合物一并放入100℃的水浴锅中煮20 min。冷却至室温后过滤,弃去滤液后,把剩余的沉淀放入原来的三角瓶中,加水50 mL,在50℃水浴上加热60 min,使可溶性果胶溶解。过滤后用少量水洗涤滤纸和沉淀,滤液移入50 mL的容量

瓶中定容。采用咔唑比色法进行果胶含量的测定,以半乳糖醛酸作标准曲线计算出样品中水溶性果胶的含量。

1.3.3.2 原果胶含量的测定

将分离可溶性果胶时得到的沉淀放入150 mL三角瓶中,加入100 mL 0.5 mol/L的硫酸,在沸水浴上加热60 min,使原果胶水解,冷却后移入100 mL容量瓶中,加水至刻度定容。采用咔唑比色法进行果胶含量的测定,以半乳糖醛酸作标准曲线计算出样品中原果胶的含量。

1.3.4 色泽测定^[16]

将麻竹笋样品切成长约2 cm、宽约2 cm、厚约0.5 cm的片状,使用测色仪在室温条件下采用去除镜面反射模式进行色泽测定。测定色泽参数分别为亮度值 L^* 、红绿值 a^* 、黄蓝值 b^* 。 L^* 值表示白度和亮度的综合值,该值越大表明被测物越白亮;通过 L^* 、 a^* 、 b^* 值可以计算得出总色差 ΔE 值,计算公式如下:

$$\Delta E = \left((L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2 \right)^{1/2}$$

1.4 数据分析

采用SPSS 16.0、Microcal Origin 7.5等软件进行图表的绘制和相关数据的处理。

2 结果与分析

2.1 麻竹笋罐头贮藏过程中质构的变化

在果蔬的质构分析中,硬度与果蔬组织结构直接相关,是评价果蔬质构品质最重要的指标之一^[17-18],麻竹笋罐头在贮藏过程中硬度的变化如图1所示。

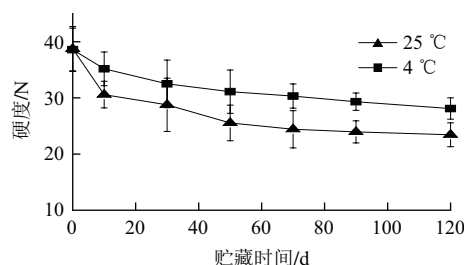


图1 麻竹笋罐头在贮藏过程中硬度的变化

Fig.1 Time-dependent changes in texture of canned bamboo shoots during storage

由图1可知,在2种不同温度条件下,麻竹笋罐头在贮藏过程中的硬度值都呈逐渐下降趋势。在贮藏0 d的时候,麻竹笋罐头的硬度为最高,经过120 d的贮藏,其硬度值显著下降($P < 0.05$),结果说明麻竹笋罐头在贮藏过程中质地会变软,这与Zhang Fusheng等^[12]对黄桃罐头在贮藏过程中质构变化的研究结果相似。Sila等^[19]研究表明,水果和蔬菜的质构特性很大程度上决定于细胞壁中果胶物质的组成和含量。所以,麻竹笋罐头在贮藏过程中硬度降低可能与其细胞壁组织中果胶物质的变化有关。

比较两种贮藏温度的差异,贮藏120 d后,常温贮藏条件下麻竹笋罐头的硬度下降39.5%,低温贮藏条件下降低了27.1%,这一结果说明低温贮藏能减缓麻竹笋罐头的硬度降低,即能够更好地保持样品的质构特性。García等^[20]对袋装橄榄质构变化的研究结果也表明,随着贮藏温度的升高橄榄的质构特性不断下降。Clark等^[21]研究也证实,在4.4 °C的贮藏条件下梨罐头能较好的保持原来的硬度,而当贮藏温度为26.7 °C和37.8 °C时,其硬度迅速下降。

2.2 麻竹笋罐头贮藏过程中果胶组分的变化

水果和蔬菜的质构特性主要受到细胞壁中果胶物质的组成和含量变化的影响,一些研究^[22-23]也表明水果和蔬菜在加工过程中硬度的下降主要是由于果胶物质的溶解和非酶降解作用。因此,研究麻竹笋罐头在贮藏过程中果胶组分的变化对于了解其质构特性的变化机理有着重要的作用。

2.2.1 麻竹笋罐头贮藏过程中原果胶含量的变化

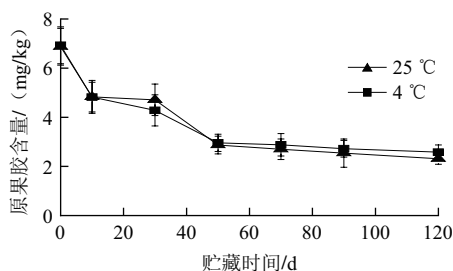


图2 麻竹笋罐头在贮藏过程中原果胶含量的变化

Fig.2 Time-dependent changes in protopectin contents of canned bamboo shoots during storage

由图2可知,麻竹笋罐头在贮藏过程中原果胶的含量在逐渐降低,120 d后,常温和低温贮藏条件下原果胶的含量分别下降了66.4%和62.8%,这可能是由于在贮藏过程中,原果胶可能被非酶降解作用而导致含量降低。非酶降解反应通常是通过 β -消除反应(热处理)和酸水解(pH 2~6)引起的^[24-25]。而麻竹笋是在弱酸性条件下贮藏的,因此,麻竹笋罐头贮藏过程中原果胶含量的降低可能主要是酸水解作用。常温贮藏条件下原果胶的含量下降幅度较低温贮藏条件下大,说明常温贮藏会加速样品中原果胶的水解。此外,在贮藏前50 d,原果胶下降得较快,而50 d以后,原果胶下降速度明显变慢,表明在贮藏前期麻竹笋罐头的原果胶变化幅度更大,这也可能是造成了麻竹笋罐头在贮藏前期硬度下降得较快的原因。

2.2.2 麻竹笋罐头贮藏过程中水溶性果胶含量的变化

由图3可知,麻竹笋罐头在贮藏过程中水溶性果胶的含量也在逐渐降低,120 d后,常温和低温贮藏条件下水溶性果胶的含量分别下降了68.1%和75.7%,这可能是在

贮藏过程中,麻竹笋中的水溶性果胶部分溶解到罐头水溶液中引起的。常温样品中水溶性果胶含量比低温样品中含量更高,这可能因为在常温条件下麻竹笋中原果胶分解的水溶性果胶更多。此外,与原果胶含量的变化相似,在贮藏前50 d,水溶性果胶下降速度较快,而50 d以后,下降速度明显趋缓,表明在贮藏前期麻竹笋罐头中水溶性果胶溶解得较快。

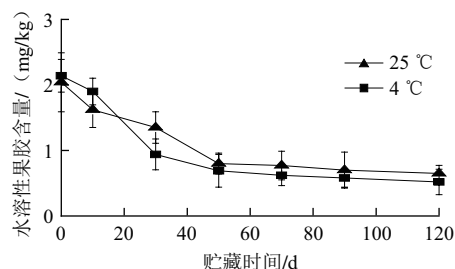


图3 麻竹笋罐头在贮藏过程中水溶性果胶含量的变化

Fig.3 Time-dependent changes in water-soluble pectin contents of canned bamboo shoots during storage

2.2.3 贮藏过程中硬度与果胶的相关性分析

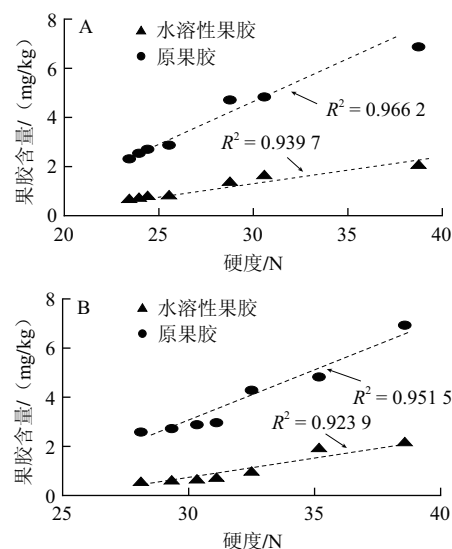


图4 常温贮藏(A)和低温贮藏(B)条件下硬度与果胶的相关性分析

Fig.4 Correlation analysis between hardness and pectin composition during storage at room temperature (A) and low temperature (B)

相关性分析主要是考察两个变量之间线性关系的一种统计分析方法。图4为麻竹笋罐头在贮藏过程中硬度与原果胶和水溶性果胶的变化相关性,在常温和低温贮藏条件下,各果胶组分与硬度之间呈现较好的相关性关系,说明麻竹笋罐头在贮藏过程中硬度的变化与其果胶含量的变化具有密切关系。比较不同果胶组分与硬度变化的相关性,结果表明原果胶与硬度之间的相关性高于水溶性果胶与硬度之间的相关性,因此,可以推测原果胶的变化对于麻竹笋硬度的下降起着主要作用。所以,

这也证明麻竹笋在贮藏过程中硬度的下降主要是由原果胶的非酶水解引起的。比较不同贮藏温度条件下果胶组分与硬度之间的相关性,结果表明常温贮藏的相关性优于低温贮藏的相关性。

2.3 麻竹笋罐头贮藏过程中色泽的变化

表1 麻竹笋罐头贮藏过程中色泽的变化 ($\bar{x} \pm s$, $n=3$)
Table 1 Changes in colour parameters of canned bamboo shoots in pouches during storage ($\bar{x} \pm s$, $n=3$)

贮藏时间/d	温度/℃	L^*	a^*	b^*	ΔE
0	25	64.76 \pm 2.12	-6.21 \pm 0.54	13.63 \pm 0.71	
	4	63.94 \pm 2.01	-6.37 \pm 0.63	13.52 \pm 0.83	
10	25	64.19 \pm 1.83	-6.35 \pm 0.38	14.50 \pm 1.02	1.05
	4	63.33 \pm 1.42	-6.23 \pm 0.33	13.94 \pm 1.02	0.75
30	25	63.25 \pm 2.04	-6.46 \pm 0.52	14.95 \pm 0.73	2.02
	4	62.91 \pm 1.98	-6.56 \pm 0.65	14.05 \pm 0.95	1.17
50	25	62.53 \pm 1.98	-6.61 \pm 0.37	15.52 \pm 0.93	2.95
	4	62.72 \pm 1.87	-6.88 \pm 0.41	14.73 \pm 1.13	1.79
70	25	61.09 \pm 1.76	-6.71 \pm 0.72	16.71 \pm 0.84	4.82
	4	62.21 \pm 2.14	-6.69 \pm 0.82	14.98 \pm 0.86	2.29
90	25	61.75 \pm 1.55	-6.86 \pm 0.49	17.04 \pm 1.62	4.58
	4	61.93 \pm 1.56	-6.85 \pm 0.58	15.29 \pm 1.27	2.72
120	25	60.65 \pm 1.47	-7.26 \pm 0.63	18.32 \pm 2.18	6.32
	4	61.55 \pm 1.66	-7.23 \pm 0.74	15.31 \pm 1.65	3.11

由表1可知,在常温和低温贮藏条件下,随着贮藏时间的延长,麻竹笋的亮度值 L^* 逐渐减小,说明麻竹笋在贮藏过程中亮度会逐渐降低;红绿值 a^* 也在逐渐减小,说明麻竹笋在贮藏过程中绿色度会逐渐升高;黄蓝值 b^* 逐渐增加,说明麻竹笋在贮藏过程中黄色度也会逐渐升高,这种颜色的变化可能与麻竹笋中类胡萝卜素的降解有关。

总色差 ΔE 是指麻竹笋罐头在贮藏过程中色泽变化差异的指标, ΔE 值越大表示色泽差异越大。 ΔE 值作为一个色度参数常常用来描述食品在加工过程中色泽的变化,许多研究中都将 $\Delta E=2$ 作为视觉能否分辨的界限^[26-27]。当 ΔE 值在0~2之间时,色泽的变化在视觉上是无法察觉到的;但当 $\Delta E>2$ 时视觉就可发现明显的色泽变化。由表1可知,麻竹笋罐头在常温贮藏过程中,当贮藏时间为30 d时, ΔE 为2.02,表明麻竹笋罐头在常温贮藏30 d后,色泽变化的差异较大,可以从视觉上比较容易分辨。麻竹笋罐头在低温贮藏过程中,当贮藏时间为70 d时, ΔE 为2.29,表明麻竹笋罐头在低温贮藏70 d后,色泽变化的差异可以从视觉上分辨出来,这一结果也表明低温贮藏对麻竹笋罐头的色泽变化具有较好延缓作用。

3 结 论

麻竹笋罐头在常温和低温贮藏过程中硬度逐渐下

降,表明麻竹笋罐头在贮藏过程中质地会变软,但低温贮藏能延缓麻竹笋罐头硬度的降低。随着贮藏时间的延长,麻竹笋罐头中原果胶和水溶性果胶的含量逐渐降低,常温贮藏条件下原果胶含量的下降得更多,说明常温贮藏会加速样品中原果胶的水解。麻竹笋罐头在贮藏过程中硬度的变化与其果胶含量的变化具有密切关系,而原果胶与硬度之间的相关性高于水溶性果胶与硬度之间的相关性,表明原果胶的变化对于麻竹笋硬度的下降起着主要作用。在常温和低温贮藏条件下,麻竹笋的亮度值 L^* 和红绿值 a^* 逐渐减小,黄蓝值 b^* 逐渐增加,表明麻竹笋在贮藏过程中亮度会逐渐降低,绿色度和黄色度会逐渐升高。同时,麻竹笋罐头在常温贮藏为30 d时, $\Delta E>2$;而在低温贮藏为70 d时, $\Delta E>2$;表明低温贮藏对麻竹笋罐头的色泽变化具有较好延缓作用。

参考文献:

- [1] BHATT B P, SINGH K, SINGH A. Nutritional values of some commercial edible bamboo species of the North Eastern Himalayan region, India[J]. Journal of Bamboo and Rattan, 2005, 4(2): 111-124.
- [2] SANTOSH S, POONAM S, LALIT M B, et al. Bamboo shoot: a potential source of food security[J]. Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism, 2012, 5(1): 1-10.
- [3] NIRMALA C, DAVID E, SHARMA M L. Changes in nutrient components during ageing of emerging juvenile bamboo shoots[J]. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2007, 58(8): 612-618.
- [4] 曾凯芳, 罗晓莉. 赤霉素处理对采后竹笋木质化的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(5): 457-460.
- [5] SANTOSH S, BAL L M, SINGHAL P, et al. Bamboo shoot processing: food quality and safety aspect: a review[J]. Trends in Food Science & Technology, 2010, 21(4): 181-189.
- [6] 陈光静, 汪莉莎, 郑炯, 等. 食盐质量浓度对大叶麻竹笋腌制过程中品质特性的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(15): 48-52.
- [7] KUMBHARE V, BHARGAVA A. Effect of processing on nutritional value of central Indian bamboo shoots. Part-1[J]. Journal of Food Science and Technology, 2007, 44(1): 29-31.
- [8] NIRMALA C, SHARMA M L, DAVID E. A comparative study of nutrient components of freshly harvested, fermented and canned bamboo shoots of *Dendrocalamus giganteus* Munro[J]. Journal of American Bamboo Society, 2008, 21(1): 33-39.
- [9] GUINE R P F, BARROCA M J. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper)[J]. Food and Bioprocess Processing, 2012, 90(C1): 58-63.
- [10] 姜松, 何莹, 赵杰文. 水果黄瓜在贮藏过程中力学品质变化的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(2): 322-326.
- [11] BUREN J P. The chemistry of texture in fruits and vegetables[J]. Journal of Texture Studies, 2007, 10(1): 1-23.
- [12] ZHANG Fusheng, FENG Lun, CAO Xiamin, et al. Textural changes of yellow peach in pouches processed by high hydrostatic pressure and thermal processing during storage[J]. Food and Bioprocess Technology, 2012, 5(8): 3170-3180.
- [13] SZCZESNIAK A S. Texture is a sensory property[J]. Food Quality and Preference, 2002, 13(4): 215-225.
- [14] PROCTOR A, PENG L C. Pectin transitions during blueberry fruit

- development and ripening[J]. Journal of Food Science, 2006, 54(2): 385-387.
- [15] YANG Hongshun, CHEN Fusheng, AN Hongjie, et al. Comparative studies on nanostructures of three kinds of pectins in two peach cultivars using atomic force microscopy[J]. Postharvest Biology and Technology, 2009, 51(3): 391-398.
- [16] NATH A, CHATTOPADHYAY P K. Optimization of oven toasting for improving crispness and other quality attributes of ready to eat potato-soy snack using response surface methodology[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 80(4): 1282-1292.
- [17] ZHANG Lifeng, CHEN Fusheng, YANG Hongshun, et al. Changes in firmness, pectin content and nanostructure of two crisp peach cultivars after storage[J]. LWT-Food Science and Technology, 2010, 43(1): 26-32.
- [18] 张佰清, 关悦乐. 基于质构特性分析对寒富苹果贮藏品质的预测[J]. 食品科学, 2012, 33(24): 335-338.
- [19] SILA D N, DOUNGLA E, SMOUT C, et al. Pectin fraction interconversions: insight into understanding texture evolution of thermally processed carrots[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(22): 8471-8479.
- [20] GARCÍA P, BRENES M, ROMERO C, et al. Color and texture of acidified ripe olives in pouches[J]. Journal of Food Science, 1999, 64(2): 248-251.
- [21] CLARK S, WARNER H, RODRIGUEZ J J, et al. Residual gas and storage conditions affect sensory quality of diced pears in flexible retortable pouches[J]. Food Quality and Preference, 2002, 13(3): 153-162.
- [22] ROECK D A, SILA D N, DUVETTER T, et al. Effect of high pressure/high temperature processing on cell wall pectic substances in relation to firmness of carrot tissue[J]. Food Chemistry, 2008, 107(3): 1225-1235.
- [23] SILA D N, SMOUT C, ELLIOT F, et al. Non-enzymatic depolymerization of carrot pectin: toward a better understanding of carrot texture during thermal processing[J]. Journal of Food Science, 2006, 71(1): E1-E9.
- [24] FRAEYE I, ROECK D A, DUVETTER T, et al. Influence of pectin properties and processing conditions on thermal pectin degradation[J]. Food Chemistry, 2007, 105(2): 555-563.
- [25] KRALL S M, MCFEETERS R F. Pectin hydrolysis: effect of temperature, degree of methylation, pH, and calcium on hydrolysis rates[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998, 46(4): 1311-1315.
- [26] GONCALVES E M, PINHEIRO J, ABREU M, et al. Modelling the kinetics of peroxidase inactivation, colour and texture changes of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.)[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 81(4): 693-701.
- [27] ZHOU Linyan, WANG Yuanyuan, HU Xiaosong, et al. Effect of high pressure carbon dioxide on the quality of carrot juice[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2009, 10(3): 321-327.