

清洗条件对整叶生菜大肠菌群数及菌落总数的影响

李沐生^{1,2}, 郑雯¹, 张晓银¹, 阮征^{1,2}, 甘小红³, 邓华荣³

(1. 华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640) (2. 广东省天然产物绿色加工与产品安全重点实验室, 广东广州 510640) (3. 深圳市金谷园实业发展有限公司, 广东深圳 518048)

摘要: 论文以整叶罗马生菜为研究对象, 研究了不同清洗时间、清洗方式、清洗温度及脱水工艺对色拉生菜微生物的影响。实验结果表明, 清洗前的预洗有助于提高清洗效果; 在一定范围内, 清洗时间越长、温度越低, 越能有效降低色拉生菜的大肠菌群数及菌落总数; 多级清洗的效果明显优于连续清洗, 且由生菜上及洗脱至水中的微生物数量可知, 二级清洗已基本将易洗脱的微生物清洗下来; 洗完采用离心甩干的方式脱水 60 s, 减少附着在生菜叶片表面的水膜, 使表面附着水量降低至 3.06%, 再进行消毒, 可有效提高后续的消毒效果。可行且较合适的清洗工艺条件为: 生菜预洗后进行低温 (10 °C) 二级清洗, 每级均为震荡清洗 60 s, 大肠菌群可降低至 75 MPN/g, 菌落总数减少率达到 96.64%, 清洗后离心甩干 60 s 再进入消毒阶段。

关键词: 色拉生菜; 最少加工; 清洗; 大肠菌群; 微生物学

文章编号: 1673-9078(2013)7-1658-1663

Effects of Washing Methods and Conditions on Coliform Group and Total Bacterial Count of Whole Leaf Romaine Lettuce

LI Bian-sheng^{1,2}, ZHENG Wen¹, ZHANG Xiao-yin¹, RUAN Zheng^{1,2}, GAN Xiao-hong³, DENG Hua-rong³

(1.College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China) (2.Key Laboratory of Guangdong Province Green Natural Product Processing and Product Safety, Guangzhou 510640, China) (3.Shenzhen Jingyuan Industry Developed Co., Ltd, Shenzhen 518048, China)

Abstract: Effects of different conditions (time, mode, temperature and dehydration process) of washing process on microbe of whole leaf Romaine lettuce was evaluated. The results showed that pre-washed help to improve the washing effect. Prolonging the longer washing time and decreasing the temperature within the tested scope led to more efficiency of the washing on reducing the total bacterial count of the salad lettuce. The multi-stage washing showed better effect on reducing the total bacterial count than the continuous washing. Multi-stage washing combined with a 60 s centrifugal drying (reducing the water from surface of lettuce to 3.06%) could significantly improve the efficiency of the further sterilization. The most suitable washing conditions were determined as washing the lettuce at low temperature of 10 °C for 60 s twice after pre-wash. The coliform would drop to 75 MPN/g, and the depletion rate of the total bacterial count was 96.64%.

Key words: Salad lettuce; Minimal processing; Washing; Coliform bacteria; Microbiology

国际鲜切果蔬协会 (IFPA) 对鲜切果蔬的定义为: 果蔬原料经挑选、清洗、整理、切分、保鲜、包装等一系列处理后 100% 可用, 且仍保持新鲜状态, 具有高营养价值, 供消费者或餐饮业立即食用或使用的一种方便的果蔬加工产品^[1]。

微生物是色拉产品主要的污染, 其污染源来自农场环境、收割后的处理和加工过程^[2]。蔬菜采收后表面往往带有灰尘或泥沙, 加工造成了大量机械伤害

收稿日期: 2013-03-26

基金项目: “广东省天然产物绿色加工与产品安全重点实验室” 资助项目 (2010A060801004)

作者简介: 李沐生 (1962-), 男, 博士, 教授, 主要从事食品加工和保藏研究

受到微生物侵染, 且果蔬组织内的营养汁液外流给微生物的生长繁殖提供了环境条件, 同时, 色拉产品没有经过热处理杀菌就包装并冷藏较长时间, 为腐败菌生长提供了适宜的环境和时间, 大大影响蔬菜的品质^[3]。多位学者对生菜进行研究发现, 生菜表面的菌落总数约为 4.28~7.69 lgCFU/g, 乳酸菌、霉菌及酵母菌等未检出, 大肠菌群约为 3.9~5.29 lgCFU/g^[4-6]。有些内部组织会有微生物, 但绝大多数的细菌是附着在蔬菜表面的^[7]。清洗不仅能去除蔬菜表面的泥土、肥料、排泄物和异物等污垢, 还能大量除去其表面的微生物。Adams 等^[8]指出, 用清水清洗生菜能使其表面的菌落总数降低 92% 左右。因此, 在鲜切蔬菜加工中, 蔬菜清洗是加工工艺的必备环节, 通过清洗可除

去污垢,抑制微生物的生长、繁殖,减少微生物的数量,从而减少杀菌剂的用量,达到理想的清洗效果。

生菜,学名“莴苣”,以其丰富的营养价值及清香、生脆的口感成为人们越来越喜爱食用的一种蔬菜。在西方各国,生菜是蔬菜沙拉必不可少的一种配菜,常在切割后单独或同其他蔬菜包装在一起,即开即食。色拉生菜的品质要求比传统的炒食方式更严格。然而生菜质地相对松软、比重轻且叶面积大,清洗中容易造成大面积碰伤,且生菜叶面表面不光滑,清洗难度大,易产生品质问题。

本试验以深圳金谷园有限公司净菜生产线为研究对象,研究了在清洗阶段,清洗时间、温度及清洗方式(多级清洗及连续清洗)对生菜菌落总数及大肠菌群的影响,以及分析了清洗后的脱水工艺的必要性,以期获得可行且较合适的清洗工艺,有效提高后续的消毒效果。

1 材料与方 法

1.1 原料、试剂和仪器

原料:市售新鲜罗马生菜。选择色泽淡绿色、清洁无泥沙、大小一致、无明显缺陷(包括黄叶、机械伤、霉烂、冻害和病虫害)的生菜。清洗蔬菜用水应符合国家标准。

消毒剂和其它化学试剂:二氧化氯消毒剂($\geq 2.0\%$),环凯牌(生产厂家), ClO_2 使用前应先活化,即按一定的比例(消毒剂:活化剂为10:1)将消毒剂与活化剂在带盖的玻璃容器中混合,放置5~10 min后,再根据实验需要稀释成不同浓度的 ClO_2 消毒液。使用前需参照GB/T 5750.11-2006《生活饮用水标准检验方法 消毒剂指标》中碘量法测定 ClO_2 消毒剂有效氯浓度。因 ClO_2 不稳定,遇热水及受光易分解成次氯酸、氯气、氧气,故 ClO_2 溶液应现配现用。其它所用化学试剂均为分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 原料处理

去除原料生菜最外2~3片烂叶,流水冲洗生菜外叶根部,并将生菜除最里的菜芯外每片叶片摘下。操作过程中所用的刀具、菜板以及实验操作人员的手都应用 ClO_2 消毒后,才可进行实验。

1.2.2 样品处理

样品处理完立即均匀取样装入无菌取样袋中(200×320 mm),每袋约装100 g,将样品置于4℃冰箱中暂存,并于半小时内进行微生物检测。

1.2.3 清洗时间对生菜大肠菌群数及菌落总数的影响

称取1 kg分选好并混匀的生菜,按固液比1:20浸泡于5℃的洁净清水中,震荡清洗不同的时间(15 s、30 s、60 s、90 s及120 s),对照样为未经清洗的生菜原样。

1.2.4 多级清洗与连续清洗对生菜大肠菌群数及菌落总数的影响

称取分选好并混匀的生菜两份,每份1 kg,按固液比1:20浸泡于5℃的两槽洁净清水中,分别进行多级清洗及连续清洗。多级清洗即将生菜震荡清洗1 min后沥干,再在另一槽净水中进行震荡清洗1 min,沥干,如此重复清洗三次。每次沥干后立即用取样袋均匀取样。连续清洗即将生菜置于同一槽水中连续震荡清洗2 min。对照样为未经清洗的生菜原样。

1.2.5 清洗温度对生菜大肠菌群数及菌落总数的影响

称取分选好并混匀的生菜四份,每份1 kg,按固液比1:20分别浸泡于不同温度(5℃、10℃、15℃、25℃)的四槽洁净清水中,经二级震荡清洗2 min后沥干。对照样为未经清洗的生菜原样。

1.2.6 清洗后不同脱水方式对后续消毒的影响

称取分选好并混匀的生菜两份,每份1 kg,按固液比1:20分别浸泡于10℃的两槽洁净清水中,震荡清洗60 s后,分别进行自然沥干及离心甩干。自然沥干即将滤框提起让水自然流下,每隔30 s立即取样,离心甩干即将滤框置于离心机中,每次离心脱水30 s立即取样。

1.3 分析测试方法

1.3.1 菌落总数的测定

参照GB 4789.2-2010《食品微生物学检验:菌落总数测定》的方法进行检测,结果以lgCFU/g表示。

1.3.2 大肠菌群的测定

参照GB 4789.3-2010《食品微生物学检验:大肠菌群计数》中第一法大肠菌群MPN计数法进行检测。

1.3.3 菌落总数减少率的计算

$$\text{减少率}(\%) = \frac{\text{初始菌落总数} - \text{处理后菌落总数}}{\text{初始菌落总数}} \times 100\%$$

注:菌落总数单位为CFU/g。

1.3.4 附着水量的计算

清洗后的生菜经不同方式(沥干、离心甩干)脱水后表面的附着水量计算式如下:

$$\text{附着水量}(\%) = \frac{\text{清洗后生菜总重} - \text{清洗前生菜总重}}{\text{清洗前生菜总重}} \times 100\%$$

1.4 数据处理

本试验所得数据采用软件Excel、SPSS 13.0 系统进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 生菜的预洗

刚采摘的生菜携带了大量土壤微生物。革兰阴性菌,尤其是荧光假单胞菌以及少量酵母菌是组成土壤微生物初始菌群的主要部分,菌密度为 $10^4\sim 10^6$ CFU/g^[9],因此除去生菜表面附着的土壤有助于提高清洗效果。用流水将生菜根部的土壤冲洗掉,检测冲洗前后生菜的菌落总数,结果如表1所示。

表1 预洗去泥对生菜菌落总数的影响

Table 1 Effect of pre-washed treatment on total bacterial count of lettuce

样品	菌落总数 (lgCFU/g)	菌落总数 减少率/%
对照样	6.71±0.01	-
处理样	5.08±0.03	97.64±0.21

注:数据结果为:均值±标准差(n=3);菌落总数减少率计算单位为CFU/g。

由表1可知,流水冲洗去泥后生菜的菌落总数下降了1.63 lgCFU/g,菌落总数减少率达到97.64%。可见预洗去泥能大大降低生菜初始菌落总数,能明显提高清洗效果。

2.2 清洗时间对生菜大肠菌群数及菌落总数的影响

由于叶类蔬菜质地相对松软、比重轻且叶面积大,清洗中容易造成大面积碰伤,且蔬菜叶面表面不光滑,增加了清洗工艺上的难度。王文媛^[10]在研究不同清洗时间对菠菜、油麦菜等蔬菜菌落总数及大肠杆菌总数的影响时得出,洗菜时间越长,菌落减少越多,越有利于蔬菜的洁净,但时间过长,容易造成蔬菜品质下降,最佳洗菜时间控制在60s内。将生菜按固液比1:20浸泡于洁净清水中震荡清洗经不同时间后检测微生物,结果如表2所示。

表2 不同清洗时间对生菜大肠菌群数和菌落总数的影响

Table 2 Effect of time of washing treatment on coliform group and total bacterial count of lettuce

处理时间/s	大肠菌群数 (MPN/g)	菌落总数 (lgCFU/g)	菌落总数 减少率/%
对照样	240	5.69±0.01 ^a	-
15	160	5.44±0.04 ^b	43.32±3.55
30	120	5.30±0.06 ^c	55.20±5.91
60	93	5.16±0.02 ^d	70.32±1.03
90	75	5.09±0.09 ^d	74.57±5.02
120	64	5.07±0.08 ^d	75.49±4.02

注:数据结果为:均值±标准差(n=3);同一列中具有不

同字母上标者表示差异显著(P<0.05);菌落总数减少率计算单位为CFU/g。

由表2的结果可看出,随着震荡清洗时间延长,生菜上的大肠菌群数不断减少。震荡清洗使附着在生菜表面的菌落总数也明显降低(P<0.05),在前60s内,随着清洗时间的延长,生菜上的菌落总数显著降低,即清洗15s、30s、60s后,生菜上的菌落总数从5.69 lgCFU/g分别降低到5.44、5.30及5.16 lgCFU/g。继续延长清洗时间,清洗90s及120s后菌落总数较60s的有所下降但并不显著(P>0.05),比60s的只低了0.07~10.09 lgCFU/g。结果表明用水清洗蔬菜可以使菌落总数大大减少,且清洗60s的效果比清洗30s及15s的更好,该实验结果与王文媛^[10]、沈群^[11]研究结果相似,说明清洗时间的延长有利于菌落总数的减少。但清洗时间也不是越长越好,随着生菜微生物的不断脱落,当清洗时间达到90s时,生菜表面的菌落总数减少不明显。因此,一次清洗时间选择60s为宜。

2.3 多级清洗与连续清洗对生菜大肠菌群数及菌落总数的影响

随着清洗时间延长,水质变浑浊,洗脱微生物的能力降低,单次清洗对附着在生菜表面的微生物洗脱效果有限。现将生菜进行多级震荡清洗,每次60s,并于连续清洗2min作对比,其效果如表3所示。

表3 不同清洗方式对生菜大肠菌群数和菌落总数的影响

Table 3 Effect of different types of washing on coliform group and total bacterial count of lettuce

样品	大肠菌群 数/(MPN/g)	菌落总数 (lgCFU/g)	菌落总数 减少率/%
对照样	290	5.85±0.07 ^a	-
一级清洗	120	5.31±0.04 ^b	70.49±2.52
二级清洗	43	4.95±0.03 ^c	86.97±1.42
三级清洗	43	4.95±0.02 ^c	87.10±1.60
连续清洗2min	93	5.23±0.04 ^b	76.96±2.07

注:数据结果为:均值±标准差(n=3);同一列中具有不同字母上标者表示差异显著(P<0.05);菌落总数减少率计算单位为CFU/g。

由表3可知,生菜经三级清洗后,大肠菌群数呈下降趋势,从290 MPN/g降低到43 MPN/g,而三级清洗与二级清洗后残留的大肠菌群数一样,可见第三次清洗对附着在生菜表面的大肠菌群影响不大。在菌落总数方面,经一级、二级震荡清洗后,生菜菌落总数显著减少(P<0.05),由5.85 lgCFU/g分别降低到5.31 lgCFU/g和4.95 lgCFU/g,减少率分别为70.49%和86.97%。再经第三级清洗后菌落总数并无明显的

降低 ($P>0.05$)。果雅凝^[12]在研究感染鲜切产品常见微生物的类型及生产贮藏中控制微生物的措施时发现,用自来水洗涤 3 次后,就可达到良好的去除微生物效果。

生菜经连续清洗 2 min 后,其大肠菌群数降低到 93 MPN/g,菌落总数为 5.23 lgCFU/g,与一级清洗后生菜菌落总数无显著性差异 ($P>0.05$),与二级清洗后生菜菌落总数差异显著 ($P<0.05$),即连续清洗 2 min 的效果没有二级清洗的效果好。

为进一步确认上述结论,对水中菌落总数进行了测定,结果如图 1 所示。

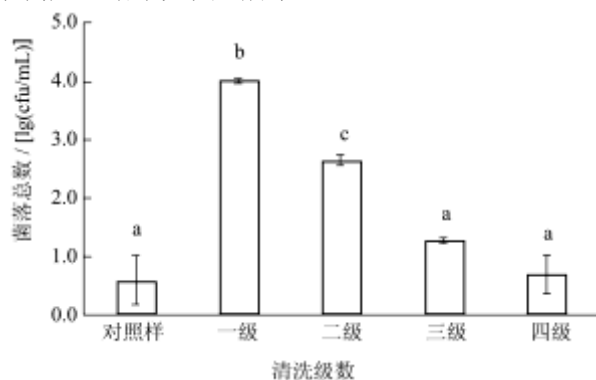


图 1 多级清洗对水中菌落总数的影响

Fig.1 Effect of multi-level washing on total bacterial count on water

注:具有不同字母标注者表示差异显著 ($P<0.05$)。

由图 1 可看出生菜经多级清洗后,清洗槽中水的微生物变化情况。经一级、二级清洗后水中菌落总数由 0.70 lgCFU/g 显著增加到 4.03 lgCFU/g 及 2.65 lgCFU/g ($P<0.05$),而经过三级、四级清洗后,水中的菌落总数分别降至 1.28 lgCFU/g 与 0.78 lgCFU/g,与对照样中的菌落总数无显著差异 ($P>0.05$),说明当生菜经过第二级清洗后,其表面易脱落的微生物已基本被冲洗到水中,进入第三级清洗工序时,附着在生菜表面的微生物已较难清洗掉,此结论进一步验证了生菜经过二级清洗即可达到较好清洗效果的结论。若要继续降低生菜表面的微生物,则需结合其他杀菌、消毒方法才能达到降低微生物数的目的。

2.4 清洗温度对生菜大肠菌群数及菌落总数的影响

处理条件选择会影响果蔬产品中微生物的生长繁殖,但对清洗温度选择相关的研究尚未见报道,一般对净菜清洗的温度选择为 4 °C~5 °C^[13-15],也有设定清洗温度为环境温度^[16]。现将生菜按固液比 1:20 浸泡于不同温度的洁净清水中进行二级震荡清洗,生菜微生物的变化如表 4 所示。

表 4 不同清洗温度对生菜大肠菌群数和菌落总数的影响

Table 4 Effect of temperature of washing treatment on coliform group and total bacterial count of lettuce

处理温度/°C	大肠菌群数/(MPN/g)	菌落总数/(lgCFU/g)	菌落总数减少率/%
对照样	460	5.94±0.26a	-
25	120	5.06±0.17b	86.65±0.40
15	93	5.04±0.21b	87.49±0.55
10	75	4.45±0.07c	96.64±1.06
5	64	4.41±0.14c	96.84±1.10

注:数据结果为:均值±标准差 (n=3);同一列中具有不同字母上标者表示差异显著 ($P<0.05$);菌落总数减少率计算单位为 CFU/g。

由表 4 可知,经过不同温度二级震荡清洗后,生菜表面的大肠菌群有所减少,温度越低,生菜大肠菌群数越少,当处理温度为 5 °C 时,大肠菌群数从 460 MPN/g 降到最低 64 MPN/g。生菜表面的菌落总数则大量减少,平均减少率为 92%,与 Adams^[8]等报道的平均减少率相一致。随着温度的降低,生菜菌落总数有显著的减少 ($P<0.05$)。用 25 °C 及 15 °C 的洁净清水清洗后生菜菌落总数无明显差异 ($P>0.05$),从 5.94 lgCFU/g 分别降低到 5.06 及 5.04 lgCFU/g。当洁净清水温度降低到 10 °C 时,其菌落总数显著降低到 4.45 lgCFU/g ($P<0.05$),减少率达 96% 以上。随着清洗温度进一步下降到 5 °C 时,生菜菌落总数减少并不显著 ($P>0.05$)。综合微生物结果及能耗成本,选择的最佳清洗温度为 10 °C。

2.5 清洗后不同脱水方式对后续消毒的影响

表 5 清洗后不同脱水方式对生菜表面附着水量的影响 (%)

Table 5 Effect of dehydration treatment after washing on water of lettuce

脱水方式	脱水时间/s		
	30	60	90
沥干	17.61±1.09	14.38±1.45	10.82±1.76
离心甩干	5.42±1.33	3.06±0.33	2.36±0.67

生菜置于滤框中经震荡清洗后提起,此时生菜表面附着大量的水,若此时将生菜投入消毒池内不仅会降低消毒剂的浓度,在生菜表面形成的水膜也会阻碍消毒剂与叶片表面的接触,从而降低消毒效果。表 5 为清洗后的生菜经不同方式(沥干、离心甩干)脱水后生菜表面的附水量。随着脱水时间的延长,生菜表面的附着水量不断降低,且离心甩干的附着水量低于沥干。当沥干 90 s 时生菜表面的附着水仍可见,而离心甩干 60 s 时,生菜表面附着水量为 3.06%,已几乎无明水附着,有少许机械伤。当离心甩干到 90 s 后,生菜表面附着水量虽有所减少,但已对生菜造成

较大的机械伤。

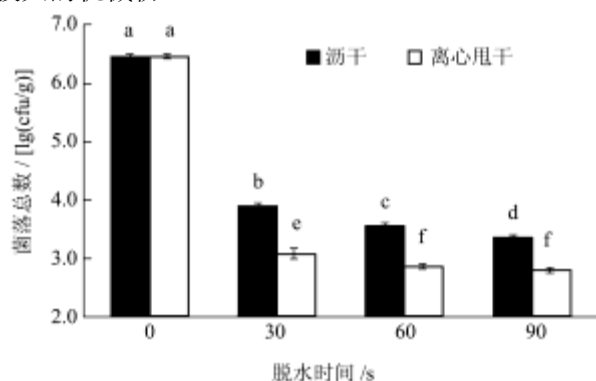


图2 不同脱水方式对生菜菌落总数最终消毒效果的影响

Fig.2 Effect of different dehydration treatments on total bacterial count of lettuce after sterilization

注：具有不同字母标注者表示差异显著 ($P < 0.05$)。

图2为生菜脱水后按固液比1:20投入有效氯浓度为150 mg/L的 ClO_2 消毒池中浸泡消毒10 min后菌落总数的变化情况。由图2可知，生菜原样污染程度较大，经过清洗、脱水后消毒，其菌落总数显著降低 ($P < 0.05$)，且生菜经离心甩干后的消毒效果较沥干后的消毒效果更佳。生菜经沥干后消毒，随着沥干时间的延长，其表面附水量菌落总数显著降低 ($P < 0.05$)。生菜经离心甩干30 s、60 s内后进行消毒，其菌落总数显著降低 ($P < 0.05$)，由6.49 lgCFU/g分别降低到3.04 lgCFU/g及2.87 lgCFU/g。而当离心甩干90 s后，生菜菌落总数并无进一步显著降低 ($P > 0.05$)。导致这个结果的原因可能是生菜经过甩干后，其表面附着的水较少，再进入消毒池时，生菜表面水膜置换消毒剂较快，能迅速起到杀菌的作用。而生菜二级清洗后沥干水，其表面仍附着大量水，进入消毒池不仅会降低消毒液的浓度，同时生菜表面的水膜置换消毒剂较慢，杀菌作用较慢。综合考虑生菜脱水对微生物及品质的影响，选择的最佳脱水工艺为离心甩干60 s。

3 结论

3.1 单次清洗时间对生菜菌落总数的影响显著，在1 min内，随着时间的延长，菌落总数显著降低，但随着时间继续延长，菌落总数有所下降但并不显著 ($P > 0.05$)。因此，单次清洗时间选择60 s为宜。

3.2 多级清洗比连续清洗对减少生菜菌落总数效果更明显。二级清洗对菌落总数的减少率为86.97%，三级清洗后无显著降低 ($P > 0.05$)，且从外观（机械伤）、时间成本考虑，生菜经二级清洗为宜。即将生菜震荡清洗1 min后沥干，再在另一槽净水中进行震荡清洗1 min。

3.3 清洗温度对减少生菜菌落总数有显著影响。随着温度的降低，菌落总数逐渐降低。清洗温度为10 °C及5 °C时，菌落总数减少率达96%以上，大大提高清洗的效果。综合微生物结果及能耗成本，选择清洗温度为10 °C为宜。

3.4 清洗后生菜表面附着大量水，形成一层水膜，对后续消毒工艺带来一定的影响。离心甩干后生菜表面附着水量大量减少，离心60 s后生菜表面附着水量降低到3.06%，已几乎无明水附着，且仍保持较好外观。且结果表明，离心甩干比沥干脱水更有助于生菜的后续消毒。因此，清洗后的生菜经离心甩干60 s后再进行消毒，增大消毒效果，且能保持较好的外观品质。

参考文献

- [1] Lamikanra O. Fresh-cut fruits and vegetables. Science, technology and market [M]. Boca Raton, FL: CRC Press, 2002: 4-5
- [2] Heard G. Microbial safety of ready-to-eat salads and minimally processed vegetables and fruits [J]. Food Australia, 1999, 51(9): 414-420
- [3] Francis G A, Thomas C, O'Beirne D. The microbiological safety of minimally processed vegetables [J]. International Journal of Food Science & Technology, 1999, 34(1): 1-22
- [4] Odumeru J A, Mitchell S J, Alves D M, et al. Assessment of the microbiological quality of ready-to-use vegetables for health-care food services [J]. Journal of Food Protection, 1997, 60(8): 954-960
- [5] Francis G A, O'Beirne D. Effects of the indigenous microflora of minimally processed lettuce on the survival and growth of *Listeria innocua* [J]. International Journal of Food Science & Technology, 1998, 33(5): 477-488
- [6] Delaquis P J, Stewart S, Toivonen P M A, et al. Effect of warm, chlorinated water on the microbial flora of shredded iceberg lettuce [J]. Food Research International, 1999, 32(1): 7-14
- [7] Samish Z, Ettinger-Tulczynska R, Bick M. The microflora within the tissue of fruits and vegetables [J]. Journal of Food Science, 1963, 28(3): 259-266
- [8] Admas M R, Hartley A D, Coss L J. Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads [J]. Food Microbiology, 1989(6): 69-77
- [9] Olivier C, Van de P S, Lepp P W, et al. Sequence variability in the first internal transcribed spacer region within and among *Cyclospora* species is consistent with polyparasitism [J]. International Journal for Parasitology, 2001, 31(3): 1475-1487

- [10] 王文媛.净菜生产线清洗方法对微生物变化影响的研究[D].扬州:扬州大学食品科学,2010
Wang W Y. Effects of Washing Methods on Microbe on production line of fresh-cut vegetables [D]. Yangzhou: Yangzhou university, Food Sciences, 2010
- [11] 沈群,吴卫华,马国红.净菜生产过程中细菌总数和大肠杆菌的变化[J].食品工业科技,2005,26(6):104-106
Shen Q, Wu W H, Ma G H. Variation of total viable count and E. Coil count during the vegetable cleansing [J]. Science and Technology of Food Industry, 2005, 26(6): 104-106
- [12] 果雅凝,陆胜民,谢晶.鲜切果蔬中的微生物及其控制[J].保鲜与加工,2005,5(6):1-3
Guo Y N, Lu S M, Xie J. Microorganism and Control of Fresh-cut Fruit and Vegetable [J]. Storage Process, 2005, 5(6): 1-3
- [13] López-Gálvez F, Gil M I, Truchado P, et al. Cross-contamination of fresh-cut lettuce after a short-term exposure during pre-washing cannot be controlled after subsequent washing with chlorine dioxide or sodium hypochlorite [J]. Food Microbiology, 2010,27(2): 199-204
- [14] Tomás-Callejas A, López-Velasco G, Artés F, et al. Francisco Artés-Hernández, Acidified sodium chlorite optimization assessment to improve quality of fresh-cut tatsoi baby leaves [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2012, 92(4): 877-885
- [15] Selma M V, Allende A, López-Gálvez F, et al. Disinfection potential of ozone, ultraviolet-C and their combination in wash water for the fresh-cut vegetable industry [J]. Food Microbiology, 2008,25(6):809-814
- [16] Gómez-López V M, Ragaert P, Jeyachandran V, et al. Shelf-life of minimally processed lettuce and cabbage treated with gaseous chlorine dioxide and cysteine [J]. International Journal of Food Microbiology, 2008,121(1): 74-83