

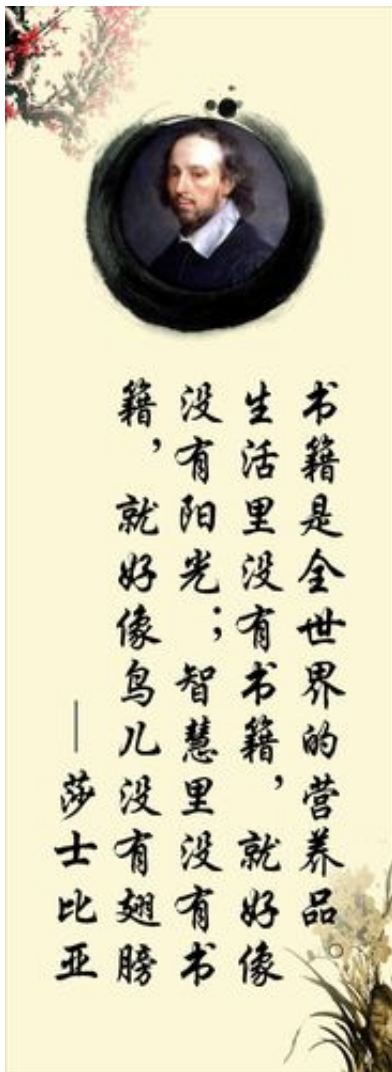
白菜泡菜

作者：有故事的人 来源：范文网 www.wtabcd.cn/fanwen/

本文原地址：<https://www.wtabcd.cn/fanwen/zuowen/167760872488495.html>

范文网，为你加油喝彩！

业余运动员-风水禁忌



2023年3月1日发(作者：宝宝辅食添加顺序)

泡菜(白菜)腌制过程中有机酸对亚硝酸盐含量的影响

邹辉;刘晓英;陈义伦;魏然;马丽达

【摘要】以白菜为原料自然腌制泡菜,采用HPLC法和分光光度法,测定腌制过程中有机酸的种类及含量、亚硝酸盐的含量,并进行有机酸对亚硝酸盐降解实验,研究了泡菜中有机酸及其对亚硝酸盐含量的影响.结果表明,泡菜中含有酒石酸、乳酸、草酸、苹果酸、柠檬酸、琥珀酸和丙酸,其中酒石酸和乳酸含量较高;泡菜腌制过程中草酸、琥珀酸含量均呈先上升后下降的趋势;柠檬酸、酒石酸、丙酸、乳酸的含量随腌制时间的延长逐渐降低.不同有机酸降解亚硝酸盐能力的大小顺序为:草酸,苹果酸,酒石酸,柠檬酸,琥珀酸,丙酸,乳酸.酒石酸和乳酸可能是影响泡菜自然腌制过程中亚硝酸盐含量的主要有机酸.

【期刊名称】《食品与发酵工业》

【年(卷),期】2013(039)011

【总页数】4页(P29-32)

【关键词】白菜;泡菜;腌制;有机酸;亚硝酸盐

【作者】邹辉;刘晓英;陈义伦;魏然;马丽达

【作者单位】山东农业大学食品科学与工程学院,山东泰安,271018;山东农业大学

食品科学与工程学院,山东泰安,271018;山东农业大学食品科学与工程学院,山东泰安,271018;山东农业大学食品科学与工程学院,山东泰安,271018;山东农业大学食品科学与工程学院,山东泰安,271018

【正文语种】中文

泡菜是我国传统的发酵食品，以其质脆味美的特点深受消费者的喜爱 [1 - 2]。

然而泡菜在腌制和贮藏过程中，亚硝酸盐会过度积累 [3]，影响泡菜的安全品质。

研究表明，亚硝酸盐的含量在泡菜腌制过程中呈现先上升后下降的趋势 [4]，亚

硝峰出现的时间及峰值的大小与泡菜发酵过程中的菌种、发酵温度、食盐浓度及卤

汁的pH值有关 [5]。泡菜中亚硝酸盐的降解，主要有酸降解和酶降解两种途径

[6 - 8]，但具体的降解途径和降解机理尚不明确。本文研究了泡菜自然腌制过

程中有机酸含量变化及其对亚硝酸盐含量的影响，以期阐明泡菜中亚硝酸盐降解

机理和生产控制提供理论基础。

1材料与方法

1.1材料及试剂

白菜，购于泰安市农贸市场;有机酸(草酸、酒石酸、苹果酸、乳酸、柠檬酸、琥珀

酸、丙酸)，磷酸二氢铵，磷酸，甲醇均为色谱纯;亚硝酸盐，氢氧化钠，硫酸锌，

对氨基苯磺酸，盐酸萘乙二胺均为分析纯。

1.2主要仪器及设备

Waters515高效液相色谱仪;Waters2487紫外检测器;KROMASILC18色谱柱

(250mm × 4.6mm);PB - 10型pH计;T6紫外-可见分光光度计。

1.3方法

1.3.1泡菜腌制

采用自然腌制法。将白菜洗净晾干，切成薄片(3cm × 3cm)后置于坛中。加入等

质量的卤水(8%食盐，3%白糖配制)。以8%食盐水水封，室温下(14 ~ 18)腌制

12d。

1.3.2亚硝酸盐降解率的计算

(1)亚硝酸盐标准曲线:准确称取0.1000g于硅胶干燥器中干燥24h的亚硝酸盐。

加去离子水溶解，移入500mL容量瓶中，定容。吸取溶液5.00mL于200mL

容量瓶中，稀释至刻度，得亚硝酸盐标准使用液。吸取0.00、0.50、1.00、2.00、

3.00、4.00、5.00mL亚硝酸盐标准使用液于25mL比色管中。加入2mL对氨

基苯磺酸溶液(4g/L)，混匀，静置5min后再加入1mL盐酸萘乙二胺溶液(2g/L)，

加水至刻度，混匀，静置15min。用1cm比色杯，以零管调零点，于538nm

处测吸光度，绘制标准曲线。吸光度X与亚硝酸盐含量Y(μg)关系的方程

为： $Y=40.48X - 0.7211$ 。

(2)泡菜中亚硝酸盐含量的测定:取10g泡菜，匀浆，加6mL2%NaOH溶液，5

mL0.42mol/L的ZnSO₄溶液，混匀。60℃水浴加热30min，冷却至室温。移

入100mL容量瓶中，定容，静置30min，过滤。取5mL滤液加入25mL比色

管中，参照标准曲线吸光度测定方法，计算亚硝酸盐含量。

(3)亚硝酸盐降解率的计算:

式中: m_0 ，未加有机酸时亚硝酸盐含量; m ，加入有机酸后亚硝酸盐含量(以标准曲

线计算)。

1.3.3泡菜中有机酸含量的测定

(1)标准溶液的配制:精确称取104.9mg、51.8mg、301.5mg、108.5mg、

117.8mg、173.4mg、108.6mg、309.7mg苹果酸、草酸、酒石酸、乳酸、

丙酸、乙酸、琥珀酸及柠檬酸标品，用去离子水溶解并定容至10mL。

(2)样品前处理:称取5.00g泡菜，加入15mL80%乙醇-水溶液，匀浆，75℃水

浴30min。移入25mL容量瓶中，定容，过滤。滤液以10000r/min离心20

min，收集上清液浓缩至1mL。以0.45 μ m滤膜过滤，上机检测。

(3)色谱条件:参照有机酸测定 [9 - 11] 方法，具体如下。流动相:磷酸二氢铵(10

mmol/L，磷酸调pH2.8) 甲醇体积比为97 3;流速:1mL/min;进样量:10 μ L;柱

温:28 ;检测波长:212nm。

(4)有机酸含量的计算:采用外标法。以标准品含量和峰面积的关系求出待测样品中

有机酸的含量。

1.3.4不同有机酸降解亚硝酸盐的作用效果

分别称取20mg有机酸(草酸、酒石酸、苹果酸、乳酸、柠檬酸、琥珀酸、丙酸)，

加入40mL(50 μ g/mL)亚硝酸盐溶液中。30 下反应，每12h取1mL反应液

于25mL比色管中，以1.3.2法计算降解率。

1.3.5数据统计与分析

试验所得数据均为3次试验的平均值，采用SPSS19.0进行相应地统计分析。

2结果与分析

2.1泡菜腌制过程中亚硝酸盐的变化

如图1所示，泡菜腌制过程中，亚硝酸盐的含量受到含氮化合物的转化、微生物

发酵、乳酸积累的影响，呈现先上升后下降的趋势。亚硝酸盐的含量在腌制第1

天为 $0.74\mu\text{g/g}$ ，第5天时增至 $54\mu\text{g/g}$ ，然后迅速降低，在腌制12d后降低至

$0.18\mu\text{g/g}$ 。

图1腌制过程中亚硝酸盐含量的变化Fig.1Changesofnitriteconcentration

duringfermentation

2.2泡菜腌制过程中有机酸的种类及含量

图2和图3分别为有机酸标准品和腌制泡菜中的有机酸色谱图。由图2可以看出，

采用此方法能较好地分离8种有机酸，且在13min左右时全部有机酸被洗脱出来。

由图3所示，在与有机酸标准品相同的保留时间里出现7个峰，分别为草酸、酒

石酸、苹果酸、乳酸、柠檬酸、琥珀酸、丙酸;乙酸未检出。

图2有机酸标准样品色谱图Fig.2Standardchromatogramoforganicacids1

- 草酸;2 - 酒石酸;3 - 苹果酸;4 - 乳酸;5 - 乙酸;6 - 柠檬酸;7 - 琥珀酸;8 - 丙酸

图3泡菜腌制过程中有机酸色谱图Fig.3Chromatogramoforganicacids

extractedfromChinesecabbage1 - 草酸;2 - 酒石酸;3 - 苹果酸;4 - 乳酸;6 - 柠

檬酸;7 - 琥珀酸;8 - 丙酸

由表1可以看出，泡菜中有机酸以酒石酸和乳酸含量最高;酒石酸最高含量为

24.51mg/g，乳酸最高含量为15.21mg/g。泡菜腌制过程中，草酸、琥珀酸含量均呈现先上升后下降趋势，在腌制8d后，含量趋于稳定;泡菜中柠檬酸、酒石酸、丙酸、乳酸的含量随腌制时间的延长逐渐降低，酒石酸、丙酸在腌制8d后，含量趋于稳定，柠檬酸在腌制6d，乳酸在腌制4d后含量趋于稳定;而苹果酸的含量在整个腌制过程中变化不显著。草酸、琥珀酸在发酵初期含量上升，可能是由于微生物代谢引起的含量增加;草酸、酒石酸、乳酸、柠檬酸、琥珀酸和丙酸的含量在腌制过程中总体呈下降的趋势，有机酸参与腌制过程中微生物的代谢、与亚硝酸盐的反应，以及生成的微溶性盐等可能导致其含量的下降;各种有机酸含量变化的影响因素及机理，需要进一步研究。

表1泡菜中有机酸含量的变化mg/g Table 1 Changes of organic acids

concentration in pickled vegetables mg/g 注:显著性水平0.05。腌制时间/d

草酸 酒石酸 苹果酸 乳酸 柠檬酸 琥珀酸 丙酸 00.79d 24.51e 1.06ab 15.21c

0.83c 0.49bc 0.95e 20.98e 24.92e 0.76ab 14.17bc 0.87c 0.92e 0.87e 40.48c

20.51d 0.61a 7.74a 0.46b 0.80de 0.42d 60.40bc 11.32c 0.80ab 9.68ab 0.29a

0.63cd 0.30bcd 80.27ab 7.72abc 0.69ab 8.88ab 0.15a 0.42abc 0.16abc 10

0.27ab6.93ab0.92ab7.45a0.15a0.22a0.16ab120.20a6.30a1.07ab8.39a

0.18a0.26ab0.12a

2.3不同有机酸降解亚硝酸盐的作用效果

由图4可知，反应初期亚硝酸盐降解较快，随着反应时间的延长，亚硝酸盐降解

速率逐渐减缓。草酸、苹果酸、酒石酸的降解效果较好，反应12h降解率分别达

到92.3%，84.1%和83.9%，草酸在24h内降解全部亚硝酸盐;乳酸降解亚硝酸盐

的能力最弱。相同质量下有机酸降解亚硝酸盐能力的大小顺序为:草酸，苹果酸，

酒石酸，柠檬酸，琥珀酸，丙酸，乳酸。研究表明，亚硝根中氮处于中间价态，既

存在氧化性，又具有还原性。与氧化性的次氯酸反应，失去电子形成硝酸根

[12] ;与还原性的有机酸，如抗坏血酸反应，亚硝根与羟基反应，夺取电子生成

NO [13] 。由此可以推断，亚硝酸盐与上述有机酸反应，其中的羟基可能与亚硝

根作用，失去电子形成羰基，亚硝根得电子生成NO。反应速率与羟基所连基团的

电负性，空间位阻效应等多种因素有关。具体的降解机理尚需进一步研究。

结合表1可以看出，苹果酸降解能力较好，泡菜中含量较低，且整个腌制过程中

变化不显著，对亚硝酸盐含量的影响可以忽略。酒石酸含量高，降解效果好，在整

个腌制过程中含量显著降低($P < 0.05$)，是影响亚硝酸盐含量变化的主要的有机酸

之一。乳酸降解能力较弱，但泡菜中含量较高，在整个腌制过程中含量变化显著($P < 0.05$)，对亚硝酸盐含量变化的影响较大。草酸、柠檬酸、琥珀酸、丙酸对亚硝酸盐均有一定的降解能力，但泡菜中含量较低，对泡菜中亚硝酸盐含量的影响较小。由此可以判断，酒石酸、乳酸可能是影响泡菜中亚硝酸盐含量变化的主要有机酸。

图4不同有机酸对亚硝酸盐的降解作用 Fig.4 Effect of different organic acids

on scavenging rate of nitrite

3 小结

白菜在自然腌制过程中，亚硝酸盐含量在腌制初期显著增加，至第5天达到最大值后，含量开始降低。泡菜中含有酒石酸、乳酸、草酸、苹果酸、柠檬酸、琥珀酸和丙酸等7种有机酸；其中酒石酸和乳酸含量较高。泡菜腌制过程中草酸、琥珀酸含量均呈现先上升后下降的趋势；柠檬酸、酒石酸、丙酸、乳酸的含量随腌制时间的延长逐渐降低。7种有机酸对亚硝酸盐降解能力的大小顺序为：草酸，苹果酸，酒石酸，柠檬酸，琥珀酸，丙酸，乳酸。酒石酸和乳酸可能是影响泡菜中亚硝酸盐含量变化的两种主要有机酸。各种有机酸降解亚硝酸盐机理尚不明确，有待深入研究。

参考文献

[1] 梁慧锋.泡菜中亚硝酸根含量测定 [J] .安徽农业科学 , 2010(3):1416 - 1

417.

[2] 崔树茂 , 董英 , 郭钦.微滤膜偶联生物反应器制备泡菜发酵剂 [J] .食品与发

酵工业 , 2011 , 37(8):66 - 70.

[3] HouJC , JiangCG , et al. Nitrite concentration in

Northeast China [J] .Food Control , 2013 , 29(1):7 - 10.

[4] ParkKY , et al. Nitrosamines [J] .Korean Journal of

Food Nutrition , 1992(21):109 - 116.

[5] YanPM , XueWT , TanSS , et al. Effect of inoculating lactic acid

bacteria starter cultures on the nitrite concentration of fermenting Chinese

paocai [J] .Food Control , 2008 , 19(1):50 - 55.

[6] WolfG , ArendtEK , PfHlerU , et al. Heme-

independent nitrite reduction by lactic acid bacteria: results in different N-

containing products [J] .International Journal of Food Microbiology ,

1990 , 10(3/4):323 - 329.

[7] DoddsKL , etoleranceandnitrite

reductioninlacticacidbacteriaassociatedwithcuredmeatproducts

[J] .InternationalJournalofFoodMicrobiology , 1984 , 1(3):163 - 170.

[8] 周光燕 , 张小平 , 钟凯等.乳酸菌对泡菜发酵过程中亚硝酸盐含量变化及泡菜

品质的影响研究 [J] .西南农业学报 , 2006 , 19(2):291 - 293.

[9] RodriguesCI , MartaL , MaiaR , ationofsolid-phase

extractiontobrewedcoffeeandorganicaciddeterminationby

UV/HPLC [J] .JournalofFoodCompositionandAnalysis , 2007 ,

20(5):440 - 448.

[10] VanHeesPAW , DahIJ , LundstrMUS , inationof

lowmolecularweightorganicacidsinsoilsolutionbyHPLC [J] .Talanta ,

1999 , 48(1):173 - 179.

[11] SchererR , RybkaACP , BallusCA , tionofaHPLC

methodforsimultaneousdeterminationofmainorganicacidsinfruitsand

juices [J] .FoodChemistry , 2012 , 135(1):150 - 154.

[12] OlegMPanasenko , KarlisBriviba , Lars-OliverKlotz , ive

modificationandnitrationofhumanlowdensitylipoproteinsbythe

reactionofhypochlorousacidwithnitrite [J] .ArchivesofBiochemistry

andBiophysics , 1997 , 343(2):254 - 259.

[13] WeitzbergE , ymaticNitricOxide

ProductioninHumans [J] .NitricOxide , 1998 , 2(1):1 - 7.

更多 作文 请访问 https://www.wtabcd.cn/fanwen/list/92_0.html

文章生成doc功能，由[范文网](#)开发