

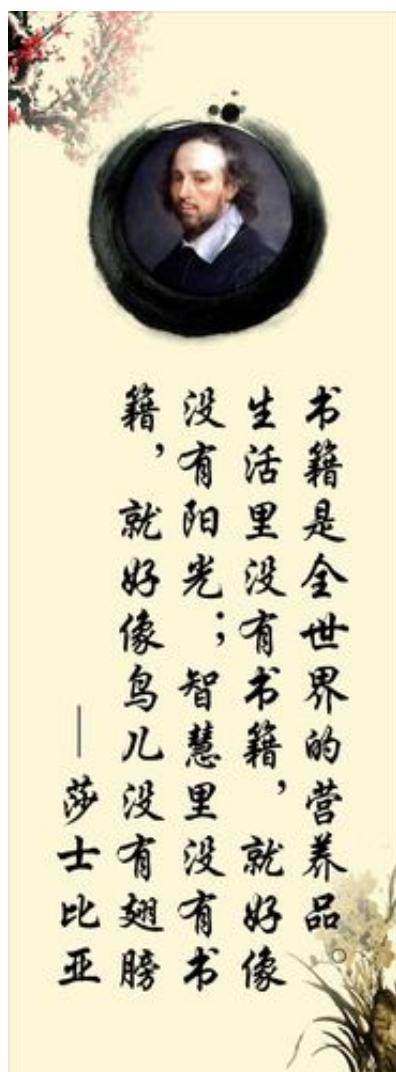
白菜泡菜

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，以期为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:m₀，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 μm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 μL;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 μg/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.1 Changes of nitrite concentration

during fermentation

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.2 Standard chromatogram of organic acids

- 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.3 Chromatogram of organic acids

extracted from Chinese cabbage 1 - 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 Table1 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
d	0.79	24.51	1.06	ab	15.21	c	
0.83	c	0.49	bc	0.95	e	20.98	e
24.92	e	0.76	ab	14.17	bc	0.87	c
0.42	d	60.40	bc	11.32	c	0.92	e
0.87	e	0.48	c	0.80	ab	9.68	ab
0.29	a	0.61	a	7.74	a	0.46	b
20.51	d	0.61	a	7.74	a	0.46	b
0.80	de	0.80	de	0.42	d	60.40	bc
0.42	d	0.42	abc	0.15	a	0.42	abc
0.16	abc	0.16	abc	0.10			
0.63	cd	0.30	bcd	80.27	ab	7.72	abc
0.69	ab	0.27	ab	8.88	ab	0.15	a
0.42	abc	0.16	abc	0.10			
0.16	abc	0.16	abc	0.10			

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.4Effectofdifferentorganicacids

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 , elevelofpickledvegetablesin

NortheastChina [J].FoodControl , 2013 , 29(1):7 - 10.

[4] ParkKY , andnitrosamines [J].KoreanJournalof
FoodNutrition , 1992(21):109 - 116.

[5] YanPM , XueWT , TanSS , ofinoculatinglacticacid
bacteriastarterculturesonthenitriteconcentrationoffermentingChinese
paocai [J].FoodControl , 2008 , 19(1):50 - 55.

[6] WolfG , ArendtEK , PfHlerU , -dependentandheme-
independenitritereductionbylacticacidbacteriaresultsindifferentN-
containingproducts [J].InternationalJournalofFoodMicrobiology ,
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 extractiontobrewedcoffee caffeineandorganicacid determinationby

UV/HPLC [J] .JournalofFoodCompositionandAnalysis , 2007 , 20(5):440 - 448.

[10] VanHeesPAW , DahlNJ , LundstrMUS , inationof lowmolecularweightorganicacidsinsoil solutionbyHPLC [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