

# 洋葱和大蒜浸提液对亚硝酸盐消除作用的对比分析

王妮辰, 姜涛, 杨茜, 刘娟, 楼阁, 张敏, 程瑜, 王伟\*

(天津出入境检验检疫局动植物与食品检测中心, 天津 300201)

**摘要:** **目的** 获得洋葱和大蒜浸提液的最佳提取条件和对亚硝酸盐的最佳消除工艺。**方法** 采用对氨基苯磺酸和盐酸萘乙二胺分光光度法测定亚硝酸盐的消除率, 依据洋葱和大蒜浸提液对亚硝酸盐的消除作用, 通过不同条件的浸提方法对照试验及不同消除过程的对照试验, 分别得出两种浸提液的最佳提取条件和最佳消除工艺。**结果** 在物料比为 1:3、浸提水浴温度为 80 ℃、浸提时间为 10 min 提取出的洋葱浸提液 12.5 mL, 使其于 pH 值为 7 的酸碱环境中反应 10 min, 亚硝酸盐的消除效果最佳; 在物料比为 1:10、浸提水浴温度为 80 ℃、浸提时间为 10 min 提取出的大蒜浸提液 10 mL, 使其于 pH 值为 4 的酸碱环境中反应 10 min, 亚硝酸盐的消除效果最佳。**结论** 通过对照试验数据及对比分析得出, 大蒜浸提液的消除效果高于洋葱浸提液的消除效果, 且相对稳定, 对亚硝酸盐具有高效的消除作用。

**关键词:** 亚硝酸盐消除作用; 浸提液; 对比分析

## Comparative analysis of onion and garlic leach liquor on the elimination of nitrite

WANG Wei-Chen, JIANG Tao, YANG Xi, LIU Juan, LOU Ge, ZHANG Min, CHENG Yu, WANG Wei\*

(Animal, Plant and Foodstuffs Inspection Center of Tianjin Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Tianjin 300201, China)

**ABSTRACT: Objective** To obtain the optimum extraction condition of onion and garlic leach liquor and best elimination process of nitrite. **Methods** Eliminating rate of nitrite was measured by use of aminobenzene sulfonic acid and hydrochloric acid naphthalene ethylenediamine spectrophotometry. The optimum extraction conditions of two kinds of leaching solution and best elimination process were obtained through controlled tests of different conditions of leaching method and different elimination process on the basis of onion and garlic leach liquor on the elimination of nitrite. **Results** At the material ratio of 1:3, leaching water bath temperature 80 ℃, the extraction time 10 min to extract the onion extract 12.5 mL, and the pH value of 7 to react 10 min, the elimination of nitrite effect was the best; At the material ratio of 1:10, leaching water bath temperature 80 ℃, the extraction time 10 min extract of garlic extract 10 mL, and the pH value of 4 to react 10 min, the elimination of nitrite effect was the best. **Conclusion** By comparative analysis, the eliminate effect of garlic leach liquor was higher than that of the onion leach liquor, and relatively stable, and the effect on the elimination of nitrite was efficient.

**KEY WORDS:** nitrite elimination process; leach liquor; comparative analysis

\*通讯作者: 王伟, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全检测。E-mail: wangw@tjciq.gov.cn

\*Corresponding author: WANG Wei, Senior Engineer, Animal, Plant and Foodstuffs Inspection Center of Tianjin Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, No.158, Jingmen Road, Tianjin Port Free Trade Road, Tianjin 300461, China. E-mail: wangw@tjciq.gov.cn

## 1 引言

亚硝酸盐是肉制品中主要的发色剂<sup>[1]</sup>。亚硝酸盐毒性较强,可使血液的载氧能力下降,导致高铁血红蛋白症;会与食物或胃中的仲胺类物质发生反应而生成亚硝胺,亚硝胺是国际确认的强致癌物质<sup>[2]</sup>。食品中亚硝酸盐含量是衡量食品卫生质量的一个重要指标,肉制品中的亚硝酸盐含量超标问题也受到广大消费者的关注。研究表明,亚硝酸盐能与次级胺结合,形成亚硝胺,诱发消化系统癌变,对人体健康造成威胁。亚硝胺是一类化学致癌物质,因此阻断亚硝胺合成或消除亚硝胺的前体是防治癌病产生的有效途径之一<sup>[3]</sup>。

现在临床医学研究表明,洋葱具有治疗高血压、预防血栓形成、治疗糖尿病、抗衰老等作用<sup>[4]</sup>。随着近年来对洋葱中的黄酮类、挥发油、硫化物等多种保健成分研究的深入,其所具有的抑菌、抗氧化、抗肿瘤等多种生理功效已受到国内外研究人员的广泛关注。大蒜中含有的大蒜素、硒和维生素C,可阻断硝酸盐向亚硝酸盐转化,预防癌症的发生<sup>[5]</sup>。用高效液相色谱光导检测器(HPLC-PCD)分离分析证实,大蒜中的巯基化合物可与亚硝酸盐生成硫代亚硝酸酯类化合物。烯丙基硫醇是大蒜中所含的较特异的巯基化合物。用该化合物与亚硝酸钠反应而合成了一种新的化合物。经红外光谱测定、紫外光解实验和紫外/可见光(UV/Vis)光谱扫描,证实此新化合物为烯丙基硫代亚硝酸酯,从而说明大蒜中的巯基化合物通过结合亚硝酸盐面阻断了亚硝胺的合成。还有研究发现大蒜中所含巯基化合物能竞争性地结合亚硝酸盐,这是大蒜阻断亚硝胺化学合成的重要机制之一<sup>[6]</sup>。

洋葱和大蒜的浸提液对合成亚硝胺抑制作用的大小,取决于其有效物质的多少。通过不同的条件处理而得的浸提液,对其中的有效物质会产生影响。而相应地,对亚硝酸盐的消除能力可能也会有所影响。分别对比不同的处理条件获得的洋葱和大蒜浸提液对亚硝酸盐消除的最佳实验结果数据,可以分析出最高效的浸提工艺和消除工艺。本文采用对氨基苯磺酸和盐酸萘乙二胺分光光度法测定亚硝酸盐的消除率,依据洋葱和大蒜浸提液对亚硝酸盐的消除作用,通过不同条件的浸提方法对照试验及不同消除过程的对照试验,分别得出两种浸提液的最佳提取条件

和最佳消除工艺,为食品中亚硝酸盐消除工艺提供最佳工艺方案,更好地保障食品的安全健康性。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料与试剂

白皮大蒜,黄皮洋葱,0.4%对氨基苯磺酸,0.2%盐酸萘乙二胺,亚硝酸钠,饱和硼砂,硫酸锌溶液,亚铁氰化钾溶液,0.2%抗坏血酸标准溶液

### 2.2 主要仪器设备

WFG-7200 型可见分光光度计:尤尼柯(上海)仪器有限公司;

LD5-2B 低速离心机:北京雷勃尔离心机有限公司;

HH 数显恒温水浴锅:菏泽市祥龙电子科技有限公司;

AUY120 电子天平(精确度 0.0001):上海精天电子仪器有限公司;

JT201N 电子天平(精确度 0.1):上海精天电子仪器有限公司;

CW-2000 型 超声-微波协同萃取仪:上海新拓分析仪器科技有限公司。

研钵

### 2.3 试验方法

#### 2.3.1 标准曲线的绘制

分别吸取不同浓度的亚硝酸钠标准溶液置于比色管中,加入 0.4%对氨基苯磺酸 2 mL,摇匀静置 4 min,加入 1 mL 0.2%盐酸萘乙二胺,加水定容。静置 15 min,于波长 538 nm 处测定吸光度。以吸光度为纵坐标,浓度为横坐标绘制标准曲线。

#### 2.3.2 浸提液的制备

分别将洋葱和大蒜样品。将洋葱样品去皮、洗净、晾干、研磨,取 10 g,用蒸馏水转入烧杯中,置于 80 °C 水浴 10 min,纱布过滤、静置,取滤液于 4000 r/min 离心机离心 20 min,过滤取上清液得到洋葱浸提液。将大蒜洋葱样品去皮、洗净、晾干、研磨,取 5 g,用蒸馏水转入烧杯中<sup>[7]</sup>,置于 80 °C 水浴 10 min,纱布过滤、静置,取滤液微波 40 s,于 4000 r/min 离心机离心 30 min,取上清液得到大蒜浸提液。

#### 2.3.3 亚硝酸盐清除率的测定

准确称取 5 μg/mL 的 NaNO<sub>2</sub> 三份各 1 mL,分别置于 25 mL 比色管中,其中一份加入 12.5 mL 洋葱提

取液, 摇匀, 置于振荡器 10 min 使其充分反应。一份加入 10 mL 洋葱提取液, 摇匀, 置于振荡器 10 min 使其充分反应。另一份作空白。三份都加入 0.4% 对氨基苯磺酸 1 mL, 摇匀静置 4 min, 再都加入 0.2% 盐酸萘乙二胺 0.5 mL, 摇匀加水定容, 4000 r/min 离心 10 min。用 1 cm 比色皿以零管为空白, 于 538 nm 出测吸光度, 分别为  $A_1, A_2, A_0$  (同时做试样空白,  $A_0$  为扣除试样空白后的吸光值), 按下式计算分别计算洋葱和大蒜浸提液对亚硝酸盐的消除率<sup>[8]</sup>。

$$\text{消除率} = (A_n - A_0) / A_n \times 100\%$$

$A_n$  - 加提取液测得的吸光度的值;

$A_0$  - 未加提取液测得的吸光度的值;

## 2.4 抗坏血酸与浸提液对亚硝酸盐的消除效果的对比

精确吸取不同体积的 0.2% 的抗坏血酸于 50 mL 容量瓶中, 均加入 5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的  $\text{NaNO}_2$ , 混匀, 于振荡器 10 min 使其充分反应。加入 0.4% 对氨基苯磺酸 1 mL, 摇匀静置 4 min, 再都加入 0.2% 盐酸萘乙二胺 0.5 mL, 摇匀加水定容, 4000 r/min 离心 10 min。于 540 nm 处以 1 cm 比色皿用试剂空白作参照, 测吸光值, 并计算其对亚硝酸盐的消除率。

## 2.5 正交试验

### 2.5.1 单因素实验考察

以亚硝酸盐消除率为考察指标, 对浸提液的提取工艺条件及亚硝酸盐消除反应过程中的主要因素进行单因素考察:

浸提液提取工艺条件: 浸提温度, 水浴时间, 物料比;

亚硝酸盐消除反应条件: pH 值, 反应时间, 浸提液用量。

具体对照实验条件及实验数据参见 3.2.1 及 3.3.1。

### 2.5.2 正交实验

基于 2.4.1 结果, 每个单因素分别选择出 3 最佳水平, 分别对洋葱浸提液和大蒜浸提液的工艺条件及亚硝酸盐消除反应条件设计三因素三水平的正交实验。

## 3 结果与分析

### 3.1 标准曲线

称取已干燥亚硝酸钠 0.1000 g, 制取亚硝酸钠标准溶液 200  $\mu\text{g}/\text{mL}$  于 500 mL 容量瓶中。取 5 mL 亚硝酸钠标准溶液于 200 mL 容量瓶中。制得浓度为 5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的亚硝酸钠溶液。分别吸取亚硝酸钠溶液 0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.75、1、1.25 mL 亚硝酸钠使用液于 25 mL 比色管中。在比色管中加入 0.4% 对氨基苯磺酸 1 mL, 静置 4 min, 加入 0.2% 盐酸萘乙二胺 0.5 mL, 加水定容, 静置 15 min, 于 528 nm 处测吸光度。由对应的吸光度值制取标准曲线如图 1

从数据可知  $R$  值较大。验证了实验方法是可靠的, 反应条件是稳定, 得出的数据和结论有一定的科学性。

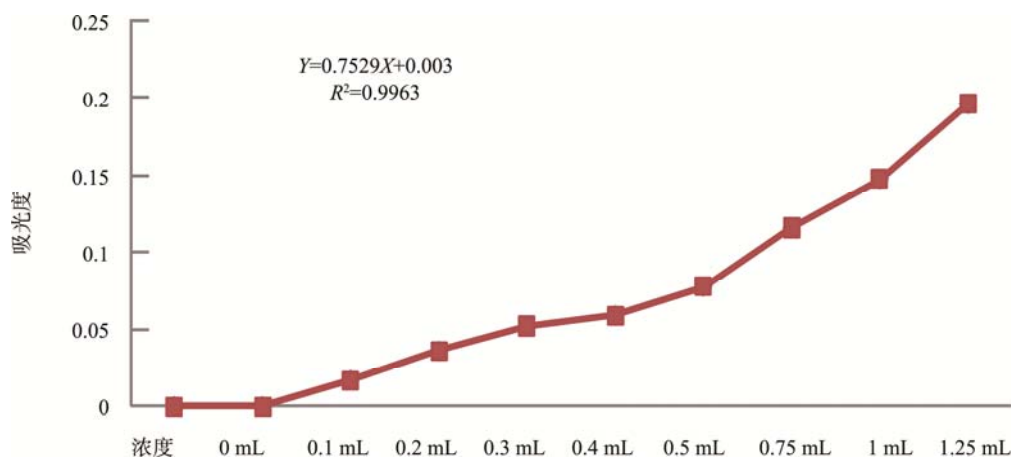


图 1 亚硝酸钠溶液不同用量吸光度值

Fig. 1 The absorbance value of different dosages of sodium nitrite solution

### 3.2 浸提过程的实验结果

#### 3.2.1 单因素实验结果与分析

##### (1)物料比

由表1可知,物料比对大蒜浸提液的影响不大,对洋葱浸提液的影响较大。同时说明物料比的不同影响了浸提液的消除效果。大蒜浸提液的消除率较高,物料比1:10达到同比最高,表明大蒜浸提液的消除效果优于洋葱浸提液,且用样量较少。

##### (2)浸提温度

由表2可知,不同浸提温度对浸提液的消除效果都有一定影响。当达到80℃时,洋葱和大蒜的浸提液消除率达到最高,大蒜浸提液消除率高于洋

葱浸提液,表明大蒜浸提液消除效果略优于洋葱浸提液。

##### (3)水浴时间

由表3可知,由洋葱浸提液的消除率数据可以得出,浸提时不同的水浴时间对浸提液的影响相对显著。大蒜浸提液对亚硝酸盐的消除效果仍优于洋葱浸提液。

#### 3.2.2 提取过程的正交实验结果分析

不同浸提条件下提取的洋葱和大蒜提取物对亚硝酸盐的消除率不同,物料比、浸提时间和水浴时间对浸提液的影响各不相同。正交实验设计和结果如表4、表5:

表1 不同物料比对照实验

Table 1 The comparative experiment of different material ratios

物料比		1:1	1:2	1:3	1:5	1:8	1:10	1:15
消除率(%)	洋葱浸提液	47.38	69.39	83.26	72.19	58.94	42.47	30.03
	大蒜浸提液	68.27	87.82	90.03	91.98	93.92	95.56	79.14

表2 不同浸提温度对照实验

Table 2 The comparative experiment of different leaching temperature

浸提温度(℃)		50	60	70	80	90	100
消除率(%)	洋葱浸提液	39.26	47.68	62.87	80.29	63.27	47.94
	大蒜浸提液	72.86	76.43	93.27	96.43	97.87	96.87

表3 不同水浴时间对照实验

Table 3 The comparative experiment of different water bath time

水浴时间(min)		5	10	15	20	25	30
消除率(%)	洋葱浸提液	73.27	87.34	80.68	64.36	58.64	49.27
	大蒜浸提液	92.31	92.95	92.11	91.67	89.87	94.30

表4 不同浸提条件下洋葱浸提液正交实验结果

Table 4 The orthogonal experiment results of onion extract in different extraction conditions

实验号	A(水浴温度/℃)	B(物料比)	C(水浴时间/min)	消除率/%
1	1(75)	1(1:3)	1(5)	50.29
2	1	2(1:4)	2(10)	52.02
3	1	3(1:5)	3(15)	55.86
4	2(80)	1	2	64.43
5	2	2	3	60.51
6	2	3	1	50.14
7	3(85)	1	3	52.26
8	3	2	1	49.57
9	3	3	2	55.49

表 5 不同浸提条件下大蒜浸提液正交实验结果  
Table 5 The orthogonal experiment results of garlic extract in different extraction conditions

实验号	A(水浴温度/°C)	B 水浴时间/(min)	C(物料比)	消除率/%
1	1(70)	1(5 min)	1(1:6)	89.33%
2	1	2(10 min)	2(1:8)	96.69%
3	1	3(15 min)	3(1:10)	68.42%
4	2	1	2	92.67%
5	2(80)	2	3	97.33%
6	2	3	1	93.34%
7	3(90)	1	3	91.45%
8	3	2	1	94.08%
9	3	3	2	92.72%

根据不同浸提条件因素影响作用的三因素三水平的正交试验, 得出极差数据, 对比得出优水平: 80 °C 恒温水浴 10 min, 物料比为 1:3 为最佳工艺的条件下提取的洋葱浸提液消除率最高; 80 °C 恒温水浴 10 min, 物料比为 1:10 为最佳工艺的条件下提取的大蒜浸提液消除率最高。

### 3.3 消除过程的实验结果与分析

#### 3.3.1 单因素实验结果与分析

##### (1) 反应环境的 pH 值

洋葱样品物料比为 1:3、大蒜物料比为 1:10 的样品, 经 80 °C 水浴 10 min 后, 离心去滤液。在加入 NaNO<sub>2</sub> 溶液后, 用白醋调节其 pH 值来中和调节提取液与样品反应的酸碱环境。之后测其消除率。数据如表 6

由表 6 可知, 当消除环境酸碱度接近中性时, 洋葱和大蒜的浸提液的消除率会逐渐降低; 当消除环境处于酸性或碱性时, 浸提液的消除率都会升高。大蒜浸提液的消除率依然高于洋葱浸提液。

##### (2) 不同的反应时间对消除作用的影响

与(1)相同的制样条件, 将其滤液加入 NaNO<sub>2</sub> 溶液, 控制二者反应的时间, 保证二者在规定的时间内充分反应, 随后测其消除率。数据如表 7:

由表 7 可知, 由洋葱浸提液的数据可了解, 反应时间对消除左右的影响较显著。反应时间在 15-20 min 之间, 浸提液的消除率较高, 且反应时间越长消除率越低。大蒜浸提液的消除率高于洋葱浸提液的消除率。

##### (3) 提取液用量的不同对消除作用的影响

采用(1)相同的提取条件, 吸取不同量的浸提液, 加入相同量的 NaNO<sub>2</sub> 溶液, 之后加入盐酸萘乙二胺和对氨基苯磺酸, 离心后测其消除率。数据如表 8:

由表 8 可知, 浸提液用量对消除作用有一定的影响, 且对洋葱浸提液的影响略显著。大蒜浸提液的消除率高于洋葱浸提液的消除率。

#### 3.3.2 消除过程的正交实验结果分析

消除过程中, 消除环境的 pH 值、反应时间、浸提液用量对消除率有一定的影响。正交实验设计和结果如表 9、表 10:

根据消除过程影响因素的三因素三水平的正交试验, 对比得出极差数据, 从而得到优水平: 消除过程中, 10 mL 的洋葱浸提液在 pH 值为 7 的环境下反应 10 min, 为最佳的消除工艺; 10 mL 的大蒜浸提液在 pH 值为 4 的环境下反应 10 min, 为最佳消除工艺。

### 3.4 浸提液与抗坏血酸对亚硝酸盐消除作用的对比研究

根据与浸提液相同的消除反应方法, 采用 0.2% 抗坏血酸溶液测定亚硝酸盐的消除率, 结果如表 11

随着抗坏血酸量的增加, 消除率增大。0.2% 抗坏血酸能使 5 μg/mL 的亚硝酸钠的消除率达到 90% 以上。相比于洋葱浸提液的消除率, 抗坏血酸的消除率非常高。抗坏血酸溶液与大蒜浸提液清除亚硝酸盐的清除率相同时, 抗坏血酸溶液用量较少, 证明抗坏血酸溶液清除亚硝酸盐的能力稍强于大蒜浸提液。

表6 不同pH值环境消除作用对照实验  
Table 6 The comparative experiment of different pH

pH值		3	4	5	7	9	12
消除率(%)	洋葱浸提液	57.23	56.29	66.87	61.46	63.27	68.74
	大蒜浸提液	88.24	91.18	86.13	76.47	88.36	90.49

表7 不同反应时间对照实验  
Table 7 The comparative experiment of different reaction time

反应时间(min)		5	10	15	20	25	30
消除率(%)	洋葱浸提液	47.47	57.26	74.98	64.93	58.27	49.87
	大蒜浸提液	83.45	91.24	95.68	97.83	95.83	93.46

表8 不同浸提液用量对照实验  
Table 8 The comparative experiment of different dosage of leaching solution

浸提液用量(mL)		2.5	5	7.5	10	12.5	15
消除率(%)	洋葱浸提液	47.47	57.94	58.03	64.29	68.27	49.87
	大蒜浸提液	90.45	96.18	95.68	93.04	91.83	86.89

表9 洋葱浸提液不同反应条件下消除率的正交实验结果  
Table 9 The orthogonal experiment results of onion extract in different reaction conditions

实验号	A(反应时间/min)	B(pH值)	C(提取液用量/mL)	消除率/%
1	1(10)	1(5)	1(10)	63.70
2	1	2(6)	2(12)	55.56
3	1	3(7)	3(12.5)	63.96
4	2(15)	1	2	42.22
5	2	2	3	42.96
6	2	3	1	52.12
7	3(20)	1	3	45.19
8	3	2	1	57.48
9	3	3	2	48.89

表10 大蒜浸提液不同反应条件下消除率的正交实验结果  
Table 10 The orthogonal experiment results of garlic extract in different reaction conditions

实验号	A(反应 pH)	B(反应时间/min)	C(提取液用量/mL)	消除率/%
1	1(3)	1(5)	1(5)	73.55
2	1	2(10)	2(7.5)	84.43
3	1	3(15)	3(10)	88.62
4	2(4)	1	3	81.82
5	2	2	1	90.98
6	2	3	2	88.62
7	3(5)	1	2	88.43
8	3	2	3	71.07
9	3	3	1	85.48

表 11 抗坏血酸消除作用实验  
Table 11 Ascorbic acid elimination experiment

用量(mL)	0	1	2	3	4	5
消除率(%)	-1.63	78.86	86.18	91.06	95.12	96.75

### 3.5 结 论

#### 3.5.1 最佳工艺

在物料比为 1: 3、浸提水浴温度为 80 °C、浸提时间为 10 min 提取出的洋葱浸提液 12.5 mL, 于 pH 值为 7 的酸碱环境中反应 10 min, 亚硝酸盐的消除效果最佳; 在物料比为 1: 10、浸提水浴温度为 80 °C、浸提时间为 10 min 提取出的大蒜浸提液 10 mL, 于 pH 值为 4 的酸碱环境中反应 10 min, 亚硝酸盐的消除效果最佳。

#### 3.5.2 消除率对比分析

通过不同浸提条件和反应条件, 对比洋葱浸提液和大蒜浸提液的消除率, 大蒜浸提液的消除率高于洋葱浸提液的消除率, 且受不同条件的影响波动较小。结论可得, 大蒜浸提液的消除效果高于洋葱浸提液的消除效果, 且相对稳定, 具有高效的消除亚硝酸盐的作用。

## 4 讨 论

### 4.1 两种浸提液消除能力分析

由表 1~3、6~9 可知, 不同的浸提液提取工艺和不同的消除工艺都对浸提液的消除率有一定的影响, 但对比分析洋葱浸提液和大蒜浸提液的消除率数据, 大蒜浸提液的消除率普遍较高, 且受不同工艺的影响较小, 稳定性较强, 数据波动小于洋葱浸提液的数据。由此可得, 大蒜浸提液的消除能力较洋葱浸提液消除效果更强。

### 4.2 两种浸提液的稳定性

分别静置两种浸提液 3 d、6 d、9 d 来观察其浸提液的消除率, 洋葱浸提液的消除率由 56.34% 降低至 34.77%。大蒜浸提液的消除率由 95.57% 降低至 69.11%, 其消除率大大的降低。说明提取液中各类物质的稳定性不强, 会随着存放环境中的温度、湿度等因素的变化和存放时间的长短而氧化变质。

### 4.3 洋葱浸提液中消除亚硝酸盐的功效成分

洋葱浸提液对亚硝酸盐消除功效的成分主要有

少量 Vc, 还有有机硫化物和黄酮类化合物<sup>[9]</sup>。由于 Vc 内部烯醇结构的存在, 使其具有较强的还原能力, 但遇到氧气、光、热易受破坏<sup>[10]</sup>。当温度高于 80 °C 时, 洋葱浸提液中的 Vc 保存率急剧下降, Vc 破坏严重, 但仍有较低的消除作用<sup>[11]</sup>。100 °C 水浴 10 min 后, 洋葱中的 Vc 已被破坏, 但浸提液对亚硝酸仍有较高的消除能力。这说明洋葱浸提液中的有机硫化物和黄酮类化合物可能是高效消除亚硝酸盐的功效成分。研究发现, 许多新鲜水果、蔬菜、天然植物药材有较强的消除亚硝酸盐的能力, 即有较好的防癌作用。洋葱的提取液成分复杂, 其防癌有效成分可能不止一种<sup>[12]</sup>, 其中所含的有机硫化物及黄酮类化合物都能起到消除亚硝酸盐的重要作用<sup>[13]</sup>。

### 4.4 大蒜浸提液中消除亚硝酸盐的功效成分

新鲜大蒜浸提液较保存期长的大蒜浸提液抑制亚硝酸胺合成的作用较强, 应当加强对大蒜的保鲜处理。自大蒜成熟起, 于自然保存条件下, 实验组大蒜液抑制亚硝酸胺合成的作用为一个增强、减弱、再增强的过程, 但以成熟新鲜大蒜抑制作用最强。现已从大蒜中测得 30 多个含硫化合物<sup>[14]</sup>, 葱、蒜等蔬菜含有的有机硫化物能有效地阻断亚硝酸盐与胺类化合物形成亚硝酸胺类化合物<sup>[15]</sup>, 巯基与亚硝酸盐形成亚硝酸酯, 从而有效的消除亚硝酸盐。

### 4.5 对亚硝酸盐的消除作用的指导意义

经实验研究表明, 熟肉中的亚硝酸盐经过大蒜浸提液处理后, 其中的亚硝酸盐含量降低, 消除率可以达到 80% 以上。对火腿肠样本进行消除处理后, 起亚硝酸盐消除率也可达到 80% 以上<sup>[7]</sup>。因此在食用肉制品时, 添加一定的洋葱或大蒜可以降低亚硝酸盐的含量, 起到抗氧化防癌的作用。

### 参考文献

- [1] 李冬梅. 降低肉制品中的亚硝酸盐含量[J]. 肉类工业, 1997, (3): 16-19.
- Li DM. Reduce the content of nitrite in the meat products [J]. Meat Ind, 1997, (3): 16-19.

- [2] 林晓明, 李勇. 高级营养学[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2004: 1208-1209  
Lin XM, LI Y. Senior nutrition [M]. Beijing: Peking University Press, 2004, 1208-1209
- [3] 张平, 叶文慧, 石志华. 姜汁对亚硝酸盐清除作用的研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2005, 17(4): 74-75.  
Zhang P, Ye WH, Jiang ZH. Study on The elimination Effect of Ginger Juice to Nitrite [J]. J Heilongjiang August First Land Reclamation Univ, 2005, 17(4): 74-75.
- [4] 马文会. 洋葱-可蔬可药的食疗佳品[J]. 生活与健康, 2004, 6: 30.  
Ma WH, Onion-can be a vegetable or a herbs as the medicinal diet [J]. Life Healthy, 2004, 6: 30.
- [5] 斯日古楞, 敖长金. 大蒜提取物的药理作用及对机体免疫功能影响的研究进展[J]. 内蒙古科技与经济, 2004, (10): 71-74.  
SiRi GL, AoChang J. The pharmacological effects of garlic extract and the research progress of effects on the body's immune function [J]. Inner Mongolia Sci Technol Economy, 2004, (10): 71-74.
- [6] 王建国, 曹淑娥, 荆晓岳, 等. 大蒜在不同时期抑制亚硝胺合成的研究[J]. 营养学报, 2002, 24(2): 185-186.  
Wang JG, Cao SE, Jing XY, *et al.* Study on thr inhibition capacity of garlic bulb against nitrosamine synthesis in different stages of storage [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2002, 24(2): 185-186.
- [7] 朱凤妹, 杜彬, 沈莉, 等. 大蒜浸提液对肉制品中亚硝酸盐清除作用的研究[J]. 现代食品科技, 2007, 23(12): 23  
Zhu FM, Du B, Shen XH, *et al.* Study on Elimination Effect of Garlic Extracts on Nitrite in Meat Products [J]. Mod Food Sci Technol, 2007, 23(12): 23
- [8] 赵玉斌, 胡樱樱, 王增珍, 等. 大葱消除亚硝酸盐的实验研究[J]. 食品科学, 2001, (5): 76-77.  
Zhao YB, Hu YY, Wang ZZ, *et al.* Experimental Study on the effects of removing nitrite by Chinese onion [J]. Food Sci, 2001, (5): 76-77.
- [9] 刘近周, 林希蕴, 吴孔叨, 等. 大蒜阻断亚硝胺合成机理的研究[J]. 营养学报, 1986, 8(1): 9-13.  
Liu JZ, Lin XY, Wu KT, *et al.* The mechanism of blocking effect of garlic on the formation of nitrosamines [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 1986, 8(1): 9-13.
- [10] 黄国平, 杨晓泉, 霍琳琳. 饮料加工中 Vc 的稳定性研究[J]. 食品科技, 2004(1):64-66.  
Huang GP, Yang XQ, Huo LL. Study on stability of vitamin C in beverage processing [J]. Food Sci Technol, 2004, (1): 64-66.
- [11] 李艳霞, 李俐俐, 谢建平. 加工条件对蔬菜中维生素 C 稳定性的影响[J]. 湖北农业科学, 2013, 14(52):3388-3390.  
Li YX, Li LL, Xie JP. Effects of processing conditions on the stability of vitamin C in vegetable [J]. Hebei Agric Sci, 2013, 14(52): 3388-3390.
- [12] 邹忠梅, 于德泉, 丛浦珠. 葱属植物化学及药理研究进展[J]. 药学学报, 1999, 34(5): 395-400.  
Zou ZM, Yu DQ, Cong PZ. Research progress in the chemical constituents and pharmacological actions of allium species [J]. Acta Pharmaceutica Sinica, 1999, 34(5): 395-400.
- [13] 袁毅华, 陈忻, 陈纯馨, 等. 柚皮提取物对亚硝化反应抑制作用研究[J]. 化学世界, 2004, (1): 26-28.  
Yuan YH, Chen X, Chen CX, *et al.* Study on inhibition of nitrosation by the extraction of citrus grandis peel [J]. Chem World, 2004, (1): 26-28.
- [14] 周道根, 龚千锋, 陈泣. 大蒜的研究进展[J]. 食品与药品, 2006, 8(8): 21.  
Zhou DG, Gong QF, Chen Q. Advanced research on garlic [J]. Food Drug, 2006, 8(8): 21.
- [15] 常青, 常霞. 大葱清除亚硝酸盐影响因素的研究[J]. 食品工业科技, 2008, 6(29): 175-176.  
Chang Q, Chang X. Study on the effect of Chinese onion on removing nitrite [J]. Sci Technol Food Ind, 2008, 6(29): 175-176.

(责任编辑: 白洪健)

## 作者简介



王妮, 工程师, 主要研究方向食品安全与检测。  
E-mail: wangwc@tjciq.gov.cn



王伟, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全检测。  
E-mail: wangw@tjciq.gov.cn