

螺旋藻粉辐照杀菌剂量的研究

付晏昆¹ 段书俊² 王金凤² 扬瑜³

¹ (昆明市农业学校 昆明 650213)

² (云南核技术应用中心 昆明 650213)

³ (云南施普瑞生物工程有限公司 昆明 650106)

摘要 探讨了采用自然干燥法生产的螺旋藻条粉和人工喷雾干燥法制备的螺旋藻喷雾粉的辐照杀菌剂量,并对初始污染菌数、菌谱及营养成分进行了检测分析。结果表明,要使辐照后的藻条粉和喷雾粉的微生物控制达到细菌总数 $\leq 1.0 \times 10^4$ CFU/g、霉菌数 ≤ 25 CFU/g,藻条粉与喷雾粉的吸收剂量分别为10.1 kGy和2.9 kGy。但是,10.1 kGy辐照使螺旋藻条粉的胡萝卜素含量损失40%以上,2.9 kGy辐照喷雾粉的胡萝卜素含量损失仅为15%。

关键词 螺旋藻, 食品辐照, 营养损失

中图分类号 Q949.22

螺旋藻属蓝藻类,呈墨绿色,因呈螺旋形得名,其细胞长度不到1 mm,是地球上最早出现的原始生物之一。现代营养学家称之为“人类营养的微型宝库”,联合国粮食与农业组织(FAO)誉之为“21世纪最理想和最完美的食品”。螺旋藻含有丰富的植物蛋白、多种氨基酸、微量元素、维生素、矿物质和生物活性物质,可促进骨髓细胞的造血功能,增强骨髓细胞的增殖活力,促进血清蛋白的生物合成,从而提高人体的免疫力。

螺旋藻在生产加工过程中易被微生物污染,特别是在露天自然干燥的螺旋藻条粉,所带细菌总数含量相当大。辐射技术可对其进行有效的杀菌处理^[1],本工作就螺旋藻制品的⁶⁰Co γ 射线杀菌处理工艺、杀菌效果、营养成分等进行了研究。

1 实验材料和方法

1.1 材料来源与污染菌调查

本工作所用螺旋藻制品,为云南施谱瑞生物工程有限公司采用自然干燥法或人工喷雾干燥法制备的螺旋藻粉。

用机械搅拌器对藻条粉或喷雾粉进行充分混合(混合时间为60 min),以每份50 g分装到试剂瓶中(试剂瓶干热杀菌)。分别作细菌总数、霉菌数、

大肠菌数、酵母菌数检测,检测方法见参考文献[2]。

1.2 营养成分测定

蛋白质含量测定的方法见文献[3]。胡萝卜素含量测定方法见文献[4]。叶绿素含量测定方法见文献[5]。藻蓝素含量测定方法如下:用磷酸二氢钾与磷酸氢二钾混合溶液提取,用分光光度计测定吸光度,按公式 $S = (X \times V \div M) \times 100$ (X 为吸光值、 V 为溶液体积、 M 为样品质量)计算藻蓝素含量。

1.3 辐照剂量标定

根据测试剂量,将高、低量程的重铬酸银工作剂量计粘贴在装有受试样品的试剂瓶上,分别放在积放式悬挂输送链吊篮中辐照,用紫外或可见光分光光度计测量吸光度变化,计算吸收剂量值。并按下式求出所需辐照剂量^[5, 6]。

$$D = D_{10} (\lg N_0 - \lg N) \quad (1)$$

N_0 与 N 分别为初始污染菌数与辐照后存活菌数。

2 结果

2.1 样品的初始菌污染数

藻条粉和喷雾粉的细菌总数、霉菌数、酵母菌数的检测结果见表1,大肠菌未检出(≤ 30 MPN/100g)。显然,自然干燥法生产的藻条粉

第一作者:付晏昆,女,1969年7月出生,1993年毕业于中国农业大学食品科学系,讲师,现从事教学和科研工作
收稿日期:初稿 2004-08-23,修回 2004-11-10

载带的微生物数量, 远高于喷雾干燥法制备的螺旋藻粉, 前者的生产过程有待改善其微生物控制。

Table 1 Total number of microorganisms (in CFU/g) of the spirulina polysaccharide powders

Microorganisms	Naturally dried	Spray processed
TNB	4.2×10^6	1.7×10^4
Fungi	7500	280
Yeast	4750	450

TNB, total number of bacteria

2.2 螺旋藻污染菌的菌谱

经分离、鉴定, 藻条粉污染菌分离出 5 株细菌为: 革兰氏阳性芽孢杆菌属、革兰氏阳性微球菌属、革兰氏阴性黄色杆菌属、霉菌及酵母菌。喷雾粉污染菌分离出 4 株细菌为: 革兰氏阳性微球菌属、革兰氏阳性芽孢杆菌属、霉菌及酵母菌。

2.3 吸收剂量

辐照样品分为 15 组, 用积放式悬挂输送链吊篮进行不同剂量的辐照, 各组剂量的监测结果见表 2。

Table 2 Absorbed dose of the 15 irradiated sample groups

Group No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Dose / kGy	1.2	2.1	2.9	3.8	4.4	5.3	6.1	7.4	8.6	8.8	9.4	10.1	11.1	12.5	13.5

2.4 D_{10} 值与辐照剂量

对接受不同剂量的藻条粉和喷雾粉的微生物测试结果见表 3。由表 3 中藻条粉的微生物测试结果, 可知其细菌总数的辐射灭活在半对数图上遵循线性规律, $D_{10}=2.2$ kGy, 而其霉菌和酵母菌的辐射灭活规律则在半对数图上呈较为复杂的台阶型。按国标^[7]食用螺旋藻粉细菌总数 ≤ 10000 CFU/g, 霉菌酵母菌

数 ≤ 25 CFU/g, 由式(1)可得: 使藻条粉达该细菌总数控制要求的吸收剂量为 5.9 kGy, 使喷雾粉达该的细菌总数控制要求的吸收剂量则低得多。但如表 3 所示, 要使藻条粉和喷雾粉的霉菌与酵母菌数达该控制要求, 则藻条粉吸收剂量为 10.1 kGy, 喷雾粉的吸收剂量 2.9 kGy。

Table 3 Dose effect on total number of bacteria (TNB), and number of fungi and yeast in the samples (in CFU/g)

Dose/ kGy	Naturally dried powder			Spray processed powder		
	TNB	Fungi	Yeast	TNB	Fungi	Yeast
0	4.2×10^6	7500	4750	1.7×10^4	280	450
1.2	9.3×10^5	980	1.2×10^4	730	15	50
2.1	1.5×10^5	930	4620	420	<10	40
2.9	5770	880	8000	180	<10	25
3.8	1.3×10^4	880	2950	200	<10	10
4.4	3700	80	280	160	<10	10
5.3	1.9×10^4	80	380	25	<10	<10
6.1	140	30	160	<10	<10	<10
7.4	620	<10	130	<10	<10	<10
8.6	320	<10	100	<10	<10	<10
8.8	370	<10	70	<10	<10	<10
9.4	720	<10	60	<10	<10	<10
10.1	100	<10	<10	<10	<10	<10
11.1	180	<10	<10	<10	<10	<10
12.5	210	<10	<10	<10	<10	<10
13.5	20	<10	<10	<10	<10	<10

2.5 营养成分影响

表4为辐照藻条粉和喷雾粉的蛋白质、叶绿素、藻蓝素和胡萝卜素的含量分析结果。由表4可知道,对于上述剂量范围内的辐照处理的藻条粉和喷雾粉,其蛋白质含量基本不受影响,其含量略有损失,

而且在此剂量范围内,低剂量辐照的叶绿素与藻蓝素损失与高剂量辐照相比并无明显差异。但是,它们的胡萝卜素含量,随剂量加大而明显降低。藻条粉辐照 11 kGy 损失约 43% 的胡萝卜素,而喷雾粉辐照 2.9 kGy 损失约 15% 的胡萝卜素。

Table 4 Dose effect on nutritional contents of protein, chlorophyll (Chlo.), algocyan (Algo.) and carotene (Caro) in the spirulina polysacchrides samples

Dose / kGy	Naturally dried powder				Spray processed powder			
	Protein / %	Chlo. / mg 100g ⁻¹	Algo. / mg 100g ⁻¹	Caro. / mg 100g ⁻¹	Protein / %	Chlo. / mg 100g ⁻¹	Algo. / mg 100g ⁻¹	Caro. / mg 100g ⁻¹
0	74	1035.3	8897.8	171.1	70.4	700.5	8091.0	124.4
1.2	72	972.8	5341.1	164.9	70	643.7	4261.6	112.1
2.9	72	995.4	9555.2	159.6	72	635.8	4303.0	103.8
4.4	70	708.9	3650	134.1	70	687.9	7692.1	98.8
6.1	72	1002.2	9247.8	121.3	70	635.8	4303.0	93.8
8.6	71	884.7	6654.1	119.8	71	676.3	7085.6	87.1
9.4	73	793.5	8581.3	109.5	71	623.5	7200.1	79.6
11.1	70	820.3	5387.2	97.5	70	664.2	4354.4	70.9
13.5	71	789.4	8230.4	86.5	70	635.8	7038.3	63.2

3 讨论

自然干燥法生产的藻条粉和喷雾干燥法制备的螺旋藻粉,均载带革兰氏阳性微球菌属、革兰氏阳性芽孢杆菌属等细菌,以及霉菌及酵母菌等真菌,但藻条粉载带的微生物数量远高于喷雾粉。其细菌总数的辐射灭活在半对数图上呈线性规律, $D_{10}=2.2$ kGy,而其真菌的辐射灭活则呈台阶型。按细菌总数 ≤ 10000 CFU/g 和霉菌酵母菌数 ≤ 25 CFU/g 的微生物控制要求,藻条粉辐照的吸收剂量应 ≥ 10.1 kGy,喷雾粉辐照的吸收剂量应 ≥ 2.9 kGy。

对经辐照处理的藻条粉和喷雾粉的营养成分分析表明,其蛋白质、叶绿素与藻蓝素含量基本不受影响,但其胡萝卜素含量随剂量加大而明显降低。藻条粉辐照 11 kGy 损失约 43% 的胡萝卜素,而喷雾粉辐照 2.9 kGy 损失约 15% 的胡萝卜素。由于喷雾干燥处理也破坏一定的营养成分,所以经较高剂量辐照处理的藻条粉,其营养成分含量与较低剂量辐照处理的喷雾粉基本相同。

顺便指出,吸收剂量超过 10 kGy 的辐照食品是安全的^[8]。1994 年,联合国粮农组织 (FAO)、国际

原子能机构 (IAEA)、世界卫生组织 (WHO) 等国际组织的食品辐照联合专家委员会 (JECFI),评述了食品辐照研究工作的进展,肯定了食品辐照的优越性,以及辐照食品在毒理学、微生物学和营养学等方面的安全性。JECFI 认为:食品辐照应作为食品加工传统方法的补充手段,按照文明生产规程进行辐射加工,就可保证辐照食品的安全性和营养卫生。1997 年, JECFI 对食品辐照研究工作的评述中宣布,以前设定的食品辐照吸收剂量上限为 10 kGy 的规定,并无科学依据。

参考文献

- 1 孙建光. 食品科学, 1994, (4): 55-56
SUN Jianguang, Food Science, 1994, (4): 55-56
- 2 国标 GB4789.2-94 菌落总数测定, GB4789.3-94 大肠菌群测定, GB4789.15-94 霉菌和酵母计数, 1990
National Standard: GB4789.2-94, Measurement of Total Number of Bacteria, GB4789.3-94, Measurement of Number of E. Coli, GB4789.15-94, Measurement of Number of Fungi and Yeasts, 1990
- 3 国家标准, GB6432-86, 饲料蛋白测定方法, 1990

- National Standard: GB6432-86, Measurement of Protein in Animal Feed, 1990
- 4 东惠如, 吕丽萍, 林恒. 中国蔬菜, 1995, (5): 56-58
DONG Huiru, LU Liping, LIN Heng, China Vegetables, 1995, (5): 56-58
- 5 白宝璋, 张敏丽, 张添弥. 吉林农业科学, 1987, (4): 77-80
BAI Baozhang, ZHANG Minli, ZHANG Tianmi, Jilin Agriculture Science, 1987, (4): 77-80
- 6 韩友圻, 王克勤. 中国消毒学, 1997, (3): 12-14
- HAN Youxinqi, WANG Keqin, China Pasteurization Science, 1997, (3): 12-14
- 7 国家标准, GB16919-1997 食用螺旋藻粉标准, 1997
National Standard: GB16919-1997 Standard for Edible Spriulina Polysacchrides, 1997
- 8 赵文彦, 潘秀苗. 辐射加工技术及其应用. 北京: 兵器工业出版社, 1990. 21-23
ZHAO Wenyan, PAN Xiumiao. Radiation Processing and Its Applications. Beijing: Weapons Industry Press, 1990. 21-23

Studies on the effect of the radiant dosage for spriulina polysacchrides

FU Yankun¹ DUAN Shujun² WANG Jingfeng² YANG Yu³

¹(Kunming Agrculture School, Kunming 650213)

²(Yunnan Nuclear Application Center, Kunming 650213)

³(Yunnan Green a Biological Pproject Coltd, Kunming 650106)

ABSTRACT Powder samples of naturally dried and spray processed spriulina polysacchrides were irradiated to different doses from 1.2 to 13.5 kGy by ⁶⁰Co γ -rays. Microbial tests were performed and the nutritional compositions were measured. The results showed that for decontamination down to 1.0×10^4 cfu/g of total number of bacteria and 25 cfu/g of fungi, the minimum doses were 10.1 kGy and 2.9 kGy for the naturally dried powder and spray processed powder, respectively. However, 10.1 kGy irradiation caused over 40% loss of carotene in the naturally dried powder, whereas 2.9 kGy irradiation caused just 15% loss of .carotene in the spray processed powder.

KEYWORDS Spriulina polysacchrides, Food irradiation, Nutritional losses

CLC Q949.22