

杨梅干红酒的酒质优化^{*}钟瑞敏^{1,2} 刘 锋² 曾庆孝²

(韶关学院英东生物工程学院, 韶关, 512005) (华南理工大学轻工与食品学院, 广州, 150640)

摘 要 以离子色谱、紫外可见分光光度法和气质联用等技术对乌酥梅和荸荠品种杨梅原汁的基本成分,以及杨梅干红优化实验样品的 $A_{\lambda_{\max}}$ 值和主要芳香成分的相对含量进行了分析和研究。结果表明,荸荠品种杨梅原汁的酸度和色泽特性较适合杨梅干红的酿造, LAVIN D47 活性酿酒干酵母是优良的主酵母菌种,采用 3% 浓度的铝离子海藻酸固定化细胞,于 30℃ 发酵可获得较好的酒色和风味。

关键词 固定化细胞发酵 杨梅干红 酒质

杨梅(Red bayberry(*Myrica rubra*))是我国的特产水果,资源丰富,浙、粤、闽、贵等省份盛产。实验证明,杨梅果所富含的多酚类物质对大、小鼠血小板损伤及核辐射损伤的血细胞和造血组织具有保护作用^[1,2]。杨梅果汁具有抗微核突变的功能^[3];台湾学者从杨梅叶中分离出 2 种具有抗肿瘤特性的香豆素衍生物^[4];日本学者也从杨梅叶中分离出能抑制体内一氧化氮生成的二芳基庚酸葡萄糖苷等物质^[5]。杨梅的药物及保健食品的开发已引起人们的关注。

杨梅作为特色果品,其保鲜与深加工开发被纳入我国“十五”重大攻关计划,国内正在大力开发澄清杨梅果汁^[6]和杨梅干红果酒^[7,8]等特色产品。尤其是开发杨梅特色果酒不仅可以解决杨梅深加工的问题,而且也符合国内外酒业的消费趋势,市场前景广阔。早期民间采用白酒浸泡工艺生产的杨梅泡制酒属于果味型果酒,品质不高,产销量不大,近年来市场销售的杨梅果酒一般采用游离酿酒酵母细胞发酵法生产,使杨梅果酒的品质得到一定程度的改善,但仍存在风味不足、色泽较淡等缺陷。考虑到杨梅汁发酵与红葡萄酒带皮发酵的差别,应根据杨梅果汁的特性对发酵工艺进行调整,同时尽量避免或减少直接影响酒质的因素。文中通过分析对比杨梅原汁成分,并采用正交法对发酵方法进行优化,探讨了杨梅品种、主发酵菌种、发酵温度以及固定化细胞发酵方式等因素与杨梅干红酒质的关系。

1 材料与方法

1.1 主要原料

杨梅汁(乌酥杨梅品种采自韶关本地,荸荠品种

杨梅汁由浙江宁波永成酒业有限公司提供),酿酒活性干酵母(法国 Lalvin 酵母 QA23、D47、EC118、DV10),醋酸纤维膜(孔径 0.22 μm ,浙江古马过滤设备厂),海藻酸钠、硫酸铝、二氯甲烷均为分析纯。

1.2 主要仪器设备

玻璃水封式发酵瓶,酒精计,电热恒温水浴箱,酸度计,生化培养箱(广东医疗器械厂),电子天平(上海精天仪器有限公司),手持折光仪(上海市博通仪器厂),离子色谱仪(DX-600,美国 Dionex 公司),紫外可见分光光度计(916 型,澳大利亚 GBC 公司),气质联用仪(TRACE GC/DSQ,美国热电公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 发酵用杨梅汁的调配

杨梅原汁糖度较低,为了达到适宜的酒精度,在原汁中添加蔗糖使可溶性固形物达到 240 g/L,实际总糖含量在 230 g/L 左右。接种前进行巴氏灭菌并冷却。

1.3.2 正交实验的设计

杨梅干红发酵正交实验因素水平见表 1。按 $L_{16}(4^4)$ 正交表安排实验。

表 1 正交实验的因素和水平

水平	A (菌种)	B (酵母接种量) /%	C (发酵温度) /℃	D (固化 Al^{3+} 浓度)/%
1	QA23	0.1	15	0.0
2	D47	0.2	20	1.0
3	EC118	0.3	25	2.0
4	DV10	0.4	30	3.0

1.3.3 细胞固定化

所有酿酒活性干酵母用 2% 的蔗糖液于 37℃ 活化 30 min。配制 3.0% 海藻酸钠,灭菌冷却后与酵母液混匀,用 6# 注射器将其注入 4% CaCl_2 溶液中,形成凝胶小球,交联 30 min,用无菌水洗涤 3 次,一部分

第一作者:博士研究生,副教授。

^{*} 2003 年广东省教育厅科学研究项目资助(No. Z03087)

收稿时间:2004-10-13, 改回时间:2004-12-06

用于与游离发酵对比试验,其余部分再分别用 0.0%、1.0%、2.0%和 3.0% $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 固化 4 h,最后用无菌水清洗 3 次,用于正交实验。

1.3.4 发酵条件

将制备好的固定化酵母接入处理好的杨梅汁中,按正交试验条件要求分别置于不同恒定温度的培养箱中发酵,每天定时搅拌 3 次,并取样进行相关指标检测。

1.3.5 测定方法

总糖、残糖含量:用斐林试剂滴定法测定。
酒精含量:取样蒸馏后用酒精比重计法测定。
总酸、柠檬酸、苹果酸测定:委托中山大学检测中心采用离子色谱法测定。

吸光度($A_{\lambda\text{max}}$):样品用 0.22 μm 醋酸纤维膜过滤后,用紫外可见分光光度仪在最大吸收 520 nm 处测定吸光度值。

主要芳香物质在韶关学院英东实验中心采用气质联用仪测定完成。取样 50 mL,用 10 mL 二氯甲烷萃取 30 min,静置 12 h 后分离过滤,取滤液 5 mL 定容至 50 mL,用 TRACE GC/DSQ 气质联用仪测定。测定条件:GC 条件:色谱柱为 DB-5MS 石英毛细管柱,30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μm ;载气为高纯氦(99.999%)柱流量 1 mL/min;不分流进样,进样口温度 220℃;传输线温度 210℃;进样量 1 μL 。程序升温:柱温 40℃(1 min)–10℃/min–200℃(3 min)。MS 条件:电离方式 EI,电子能量 70 eV,发射电流 100 mA,离子源温度 200℃,质量扫描范围 50~350 m/z,溶剂延迟 4 min。结果用随机所带的美国 NIST Library(2002 版)质谱库检索。相对含量的确定采用峰面积归一化法。

2 结果与讨论

2.1 杨梅原汁基本成分分析

表 2 两种杨梅原汁基本成分及特性比较

杨梅品种	可溶性固形物 /g·L ⁻¹	总酸 /g·L ⁻¹	柠檬酸 /g·L ⁻¹	苹果酸 /g·L ⁻¹	pH	$A_{\lambda\text{max}}$
乌酥杨梅	98	24.4	24.0	0.37	2.6	2.5
荸荠杨梅	96	9.3	8.5	0.81	3.1	2.8

表 2 为乌酥杨梅和荸荠杨梅的成分对比。韶关所处纬度较宁波低,杨梅要早熟 1 个月。乌酥杨梅具有亚热带水果特性,原汁果香味浓烈,含酸量也很高,参考葡萄酒酿制工艺,采用酸碱中和法调整 pH 值为 3.0 时,需添加大量食用碱,色泽由鲜红色变为淡红

色,色度变化较大,风味也受影响,此外,它主要含有的是柠檬酸,在后酵采用 MLF 生物降酸比较困难,因此不适宜直接用于全原汁接种发酵。而浙江荸荠种杨梅汁酸度适合,色值很高,只需调节糖度即可接种发酵,因此实验中选用浙江荸荠种杨梅汁为发酵原汁。

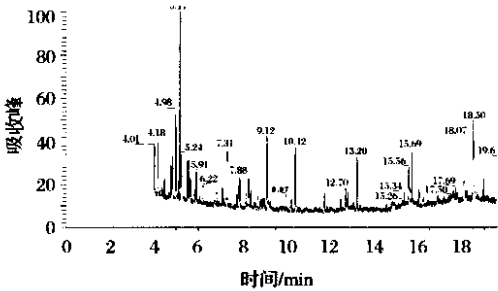


图 1 荸荠种杨梅原汁芳香物质萃取样品总离子流图

图 1 为荸荠种杨梅原汁二氯甲烷萃取液的总离子流图,表 3 为谱库检索分析的荸荠种杨梅原汁的主要芳香物质及其相对含量。从表 3 可以看出,荸荠种杨梅原汁主要果香物质构成成分比较复杂,包括醇类(如己醇、苯乙醇、3-己烯醇等)、酯类(如 2-羟基-3-甲基丁酸甲酯、2-甲基丁酸甲酯、邻苯二甲酸二乙酯等)、酮类(如 2-甲基环己酮、二氢-5-戊基-2(3H)呋喃酮等)、醛类(如己醛、环戊甲醛、4-烯庚醛、壬醛等)以及萜烯类衍生物(如(+)-八氢-4,8,8,9-四甲基-1,4-甲萜甘菊环-7(1H)-酮、2-丁氧基羰基-1,1,10-三甲基-6,9-表二氧十氢萜、4,4,8-三甲基三环[6.3.1.0(1,5)]十二烷-2,9-二醇、对-薄荷-1-烯-4-醇、二甲基香芹醇等)。

2.2 杨梅果酒发酵工艺的优化

通常葡萄酒酿造采用带渣发酵,多酚类色素主要存在于果皮,随着发酵的进行,酒精度升高,醇溶性的花色苷及许多风味物质在发酵后期才从果皮中浸出和转化。目前国内杨梅干红的酿造一般参照葡萄干红发酵法,但杨梅干红与葡萄酒在发酵过程中色素和风味物质的变化过程是完全不同的,因为杨梅果榨汁后多酚类色素和风味物质基本存在于原汁中,这些成分从发酵初期就受到微生物代谢的影响。研究表明,酿酒酵母在发酵代谢中会产生 β -D-葡萄糖苷酶,在果酒发酵基质中它具有花色苷 β -D-葡萄糖苷酶活性,可分解花色苷为无色的花青素^[9,10]。作者以前进行杨梅果酒游离细胞发酵的研究时也发现,前酵结束后酒基的 $A_{\lambda\text{max}}$ 值降幅可达 80%,严重破坏酒色,而且原有的挥发性果香风味物质损失较大^[8]。作者在近期的研究中发现,采用海藻酸钠细胞固定化方式

发酵对杨梅酒色有一定保护作用。此外 ,Ferraro 等人^[11]在对葡萄酒游离细胞和固定化细胞发酵方式的研究中发现 ,发酵方式对果酒风味物质有一定影响 ,采用海藻酸固定化发酵可降低长链脂肪醇酯的含量 ,从而改善酒质。针对目前市场上杨梅果酒色泽和

风味较淡的缺陷 ,从发酵主菌种、接种量、发酵温度和固定化方式 4 个因素设计正交实验优化发酵工艺 ,酒质衡量指标以前酵结束后新酒的 $A_{\lambda\max}$ 值(权重 0.3)和主要特征芳香物质(苯乙醇和四氢化-2-甲基噻吩)的相对含量(权重 0.7)计算综合评分。

表 3 荸荠种杨梅原汁的主要芳香物质

序号	化合物名称	保留时间/min	相对含量/%
1	乙酸 4-戊烯酯(4-Penten-1-yl acetate)	4.01	0.24
2	己醛(Hexanal)	4.18	3.01
3	2,4-二甲基庚烯(2,4-Dimethyl-1-heptene)	4.76	1.29
4	环戊甲醛(Cyclopentanecarboxaldehyde)	4.83	2.09
5	3-己烯醇(3-Hexen-1-ol)	4.98	3.73
6	正己醇 1-Hexanol	5.18	7.25
7	2-羟基-3-甲基丁酸甲酯(Butyric acid , 2-hydroxy-3-methyl- , methyl ester)	5.53	1.80
8	2-甲基环己酮(Cyclopentanone , 2-methyl-)	5.64	1.48
9	2-甲基丁酸甲酯(Butanoic acid , 2-methyl- , methyl ester)	6.22	1.04
10	2-羟基己酸甲酯(Hexanoic acid , 2-hydroxy- , methyl ester)	7.08	0.82
11	2-乙基己醇 1-Hexanol , 2-ethyl-)	7.74	0.53
12	4-烯庚醛(4-Heptenal)	8.28	1.72
13	苯甲酸甲酯(Benzoic acid , methyl ester)	8.86	0.46
14	壬醛(Nonanal)	8.97	1.04
15	苯乙醇(Phenylethyl Alcohol)	9.12	3.84
16	对-薄荷-1-烯-4-醇(<i>p</i> -Menth-1-en-4-ol)	10.21	0.49
17	二甲基香芹醇(trans-2,7-Dimethyl-3,6-octadien-2-ol)	11.31	0.53
18	对甲氧基苯乙烯(Anisole , <i>p</i> -allyl-)	11.71	0.96
19	二氢化-5-戊基- α (3H)呋喃酮(α (3H)-Furanone , dihydro-5-pentyl-)	12.70	1.23
20	邻苯二甲酸二乙酯(Diethyl Phthalate)	15.57	2.52
21	雪松- α (15)烯-9-醇(Cedr- α (15)-en-9-ol)	16.02	0.98
22	2-丁氧基羰基-1,1,10-三甲基-6,9-表二氧十氢萜 (2-Butyloxycarbonyloxy-1,1,10-trimethyl-6,9-epidioxydecalin)	18.07	4.16
23	(+)-八氢-4,8,8,9-四甲基-1,4-甲烷甘菊环- α (1H)-酮 (1,4-Methanoazulen- α (1H)-one , octahydro-4,8,8,9-tetramethyl- , (+)-)	18.49	5.43
24	4,4,8-三甲基三环[6.3.1.0(1,5)]十二烷-2,9-二醇 (4,4,8-Trimethyltricycl[6.3.1.0(1,5)]dodecane-2,9-diol)	19.61	3.95

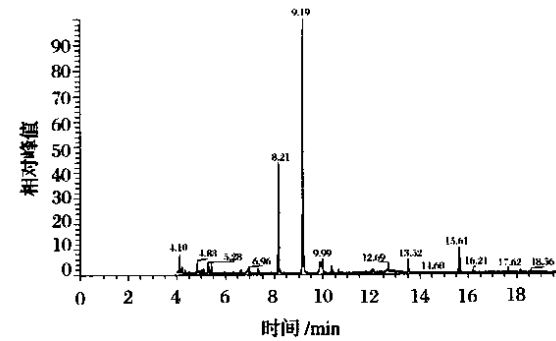


图 2 实验 1 号杨梅干红新酒芳香物质
萃取样品总离子流图

图 2 为实验 1 号杨梅干红新酒芳香物质萃取样品总离子流图(篇幅所限 ,其他实验酒样总离子流图从略)。表 4 为正交试验杨梅干红新酒吸光度值、主要芳香物质苯乙醇和四氢化-2-甲基噻吩的相对含量

以及综合评分结果。所有实验的杨梅干红新酒酒样中含量最多的芳香物质均为苯乙醇和四氢化-2-甲基噻吩 ,2 者之和占芳香成分总相对含量的 52% ~ 75%。其中实验 3 号为 72% ,实验 7 号为 75% ,实验 8 号为 71% ,实验 14 号为 74%。但各试验酒样中苯乙醇和四氢化-2-甲基噻吩相对含量之比有较大区

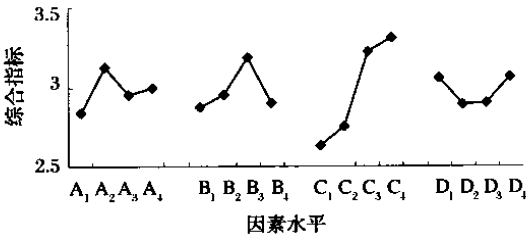


图 3 菌种、接种量、发酵温度和铝离子固化
浓度对综合指标的影响

表 4 正交实验各酒样酒质主要衡量值及综合评分

实验号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$A_{(\lambda 520nm)}$	0.60	0.67	1.01	1.47	0.82	1.03	1.19	1.16	0.97	1.24	0.77	0.73	1.32	0.99	0.86	0.82
苯乙醇/%	40.0	45.4	52.0	40.3	41.9	42.8	46.0	47.5	40.9	46.5	60.8	50.6	24.9	42.9	48.3	25.6
四氢化-2-甲基嘧吩/%	21.1	14.3	20.0	12.2	26.0	10.2	29.0	23.4	25.6	19.6	9.3	8.4	31.1	30.9	26.0	27.8
综合评分	0.61	0.62	0.81	0.80	0.72	0.68	0.88	0.85	0.76	0.84	0.72	0.63	0.79	0.81	0.78	0.62

别,说明酒香特征成分的多少不仅与主发酵菌种有关,而且与发酵温度有更为重要的关系。苯乙醇具有玫瑰花香,是葡萄酒、清酒等酒类的特征风味物质^[12,13],四氢化-2-甲基嘧吩也是葡萄干红中的特征香味成分^[14]。由于它们的阈值很低,它们构成杨梅果酒的主要香型。新酒中其他芳香物质还有丁二酸单乙酯、丁氧基丁酸甲酯、对羟基苯乙醇、2-甲基辛酸乙酯、癸酸、乙酸庚酯、乙醛酸丁酯、3-乙氧基丙醇、己醇、乙酸 3-甲基丁酯及少量萜类衍生物,它们共同形成杨梅干红独特风味。

通过对比,发现原汁成分中的芳香物质在经过发酵后除苯乙醇外大部分已很难检出,而代之以微生物代谢产生的新的酒香物质,尤其是酯类物质品种明显增多,它们构成的酒香与原汁风味有一定区别。新酒酒色与发酵方式有极大关系,固定化发酵的新酒在最大吸收 520nm 处的吸光度值普遍较高,最大的为实验 4 号,达到 1.47,其次是实验 13 号为 1.32、实验 10 号为 1.24、实验 7 号和实验 8 号均超过 1.15。这种色泽的改善可能与固定化珠中的铝离子与花色苷存在络合保护作用有关^[15],也可能与固定化细胞存在物理屏蔽 β -D-葡萄糖苷酶对花色苷的分解作用有关。

用极差分析法对正交实验结果进行分析,结果发酵温度因素 C 的极差最大(0.68),其次是接种量因素 B(0.31)和菌种因素 A(0.29),铝离子固化浓度因素 D 的极差最小(0.19)。结果如图 3,因素 C 的图形波动最大,温度为显著因素,该因素的水平变化对实验指标的影响最大。按极差的大小决定因素的主次顺序为:C>B>A>D。C 是主要因素,取最高水平 C₄;B 是其次因素,取最高水平 B₂;A 是第 3 主要因素,取最高水平 A₂;而 D 是最次要的因素,取最高水平 D₄。从酒色和风味综合评分考虑,优化工艺条件为 C₄A₂B₃D₄,即筛选出发酵杨梅果酒的优良主酵母种为 LAVIN D47,发酵的优化控制条件为发酵温度 30℃,酵母接种量为 0.2%,海藻酸钙固定强化剂铝离子浓度为 3%。

3 结 论

杨梅干红是我国新型的特色果酒,基础研究和规模化生产的历史较短,存在许多急需改进的地方。研究结果表明,由于我国杨梅品种较多,不同杨梅原汁的基本成分和特性存在较大差异,因此,对产地不同、品种不同的杨梅的深加工方式要加强基础科学研究。对适合加工杨梅果酒的品种,还需针对其特性加强对改善杨梅果酒酒质的影响因素的研究。今后我们还将继续进行有关杨梅果酒风味物质的定量分析、酒色和功能成分的保护、生物降酸以及后酵陈酿等方面的研究。

参 考 文 献

1 迟 文. 杨梅多酚对大、小鼠血小板损伤的保护作用[J]. 中国药房, 2002, 13(1):16~17

2 迟 文. 杨梅多酚对核辐射损伤的血细胞与造血组织的保护作用[J]. 解放军药理学学报, 2003, 19(3):168~170

3 洪振丰. 杨梅果汁的抗微核突变作用[J]. 福建中医学院学报, 1998, 8(3):36~37

4 Ling-Ling Yang, Chia-Chen Chang, Lih-Geeng Chen et al. Antitumor principle constituents of *Myrica rubra* Var. *acuminata*[J]. J Agric Food Chem, 2003, 51(10):2974~2979

5 Jing Tao, Toshio Morikawa, Iwao Toguchida et al. Inhibitors of nitric oxide production from the bark of *Myrica rubra*: Structure of new biphenyl type diarylheptanoid glycosides and taraxerane type triterpene [J]. Bioorganic & medicinal chemistry, 2002, 10:4005~4012

6 钟瑞敏, 管文辉, 姚宝书. 澄清透明杨梅原汁的工艺制备方法[P].(发明专利, ZL 97123307). 2001, 9

7 陈 敏, 梁新乐, 励建荣. 活性干酵母在杨梅酒酿制中的应用[J]. 食品工业科技, 2000, 21(6):11~15

8 钟瑞敏, 曾 斌. 半干红杨梅果酒复合酵母菌发酵工艺[J]. 食品工业科技, 2003, 24(4):55~57

9 Blom H. Partial characterization of a thermostable anthocyanin-b-glycosidase from *Aspergillus niger*[J]. Food Chemistry, 1983, 12:197~204

10 Paloma M, Virginia R, Salvador G et al. A preliminary search for anthocyanin- β -D-glucosidase activity in non-Sac-

- charomyces wine yeasts [J]. International Journal of Food Science and Technology , 2000 , 35 : 95 ~ 103
- 11 Ferraro L , Fatichenti F , Ciani M . Pilot scale vinification process using immobilized *Candida stellata* cells and *Saccharomyces cerevisiae* [J]. Process Biochemistry , 2000 , 35 : 1125 ~ 1129
- 12 余 珍 , 易元芬 , 吴 玉等 . 几种玫瑰油的化学成分及香气比较 [J]. 云南植物研究 , 1994 , 16 (1) : 75 ~ 80
- 13 傅金泉 . 日本清酒芳香成分研究概述 [J]. 酿酒科技 . 2000 , 98 (2) : 83 ~ 86
- 14 李 华 , 胡博然 , 杨新元等 . 蛇龙珠干红葡萄酒香气成分的 GC - MS 分析 [J]. 分析测试学报 , 2004 , 23 (1) : 85 ~ 87
- 15 Elhabiri M , Figueiredo P , Toki K et al . Anthocyanin-aluminium and-gallium complexes in aqueous solution [J]. J Chem Soc Perkin Trans , 1997 , 2 : 355 ~ 362

Vinosity Optimization for Red Bayberry (*Myrica rubra*) Dry Wine

Zhong Ruimin^{1 2} Liu Feng² Zeng Qingxiao²

(¹ Yingdong college of biotechnology , Shaoguan university , Shaoguan , Guangdong , 512005 , China)

(² College of light industry and food science , South China university of technology , Guangzhou , Guangdong , 510640 , China)

ABSTRACT In this research , the basic constituents of two red bayberry (*Myrica rubra*) juices (Wusumei and Biji juices) , $A_{\lambda_{\max}}$ and relative contents of main aromatic compounds of young wine samples were analyzed using ion chromatograph , UV-VIS spectroscopic and GC-MS techniques . The results showed that the “ Biji ” species red bayberry juice was suitable for dry wine fermentation because of its feasible acidity and high color intensity . Better color and flavor were obtained for dry wine fermented at 30℃ with 3% aluminum (III) alginate-immobilized yeast (strain Lalvin D47) .

Key words immobilized cells fermentation , red bayberry (*Myrica rubra*) dry wine , vinosity optimization

市场动态

国际市场 4 种豆制品畅销

保健型豆制品。这类豆制品主要以豆为原料 , 配以其他营养保健成分制成。有花生、芝麻、核桃、蔬菜等 , 其营养丰富 , 保健效果显著。风味型豆制品。如肉馅豆腐饼、香油豆饼、包芯水果饼等 , 口感松软 , 味道独特。保鲜型豆制品。这类豆制品主要在包装上做文章 , 消费者购买方便 , 又不易变质 , 能保持豆制品的特有风味。休闲型豆制品。这类豆制品分小食品和饮料两类。饮料有豆浆、豆奶、豆酸奶和豆冰棒等。

日本和美国开发出功能性“豆腐”新品

花生豆腐 : 日本食品专家研究出一种新型的花生豆腐 , 不仅可保持花生原有的营养价值 , 而且容易被人体吸收 , 常食能抗衰老 , 延年益寿。鸡蛋豆腐 : 美国等国家的一些食品公司开发成功了一种鸡蛋豆腐 , 既含有丰富的动物蛋白 , 又含有植物蛋白 , 因而味道鲜美、营养丰富 , 是老弱、病、幼者的良好保健滋补品。蔬菜豆腐 : 日本市场上推出了一种新型的蔬菜营养豆腐 , 由于有蔬菜成分 , 因而含有丰富的维生素 , 而且豆腐的风味也很浓。荞麦豆腐 : 美国、日本等国家最近研制出一种新型荞麦豆腐。这种营养豆腐 , 不但保存了豆腐的风味 , 而且具备了荞麦的保健作用 , 深受消费者欢迎。

我国大豆异黄酮的市场现状

由于大豆异黄酮具有诸多保健作用 , 近年来 , 美国、日本、德国、英国出现了大豆异黄酮热 , 以大豆异黄酮为主要成分的保健食品已成为一种新型畅销食品 , 国外市场上含有大豆异黄酮的保健食品达数十种之多 , 大豆异黄酮的各种制剂 , 如片剂、口服液、粉剂等异彩纷呈 , 高纯度的大豆异黄酮已应用于医药产品的开发。美国食品与药品管理局 (FDA) 早在 1996 年就已批准大豆异黄酮作为健康食品上市。据统计 , 2004 年全球各种大豆异黄酮保健食品总销售额已达 2 亿 ~ 3 亿美元 , 该类产品最大的生产厂家是美国的 ADM 公司。目前国际市场对大豆异黄酮的年需求量已达 1 500t , 但实际年产量仅为 300t。

据介绍 , 目前在全球范围内 , 大豆异黄酮类产品基本是以功能食品销售 , 而我国近 90% 的大豆异黄酮作为原材料出口 , 仅有约占 10% 的产出量在国内被转化为终端产品。目前我国成规模的大豆异黄酮生产企业约 10 余家 , 总生产能力约 70 ~ 80t , 实际产量仅为 50t。目前国内天然雌激素终端市场开发尚处于起步阶段 , 国内对异黄酮的需求量仍然很低 , 只限于几个保健食品应用和许多研究机构的零星采购 , 且出口的大豆异黄酮多为含量在 40% 的原料。

据了解 , 纯度在 40% 的大豆异黄酮价格约为 1 100 余元/kg , 纯度为 60% ~ 80% 的大豆异黄酮价格达到 2 000 ~ 3 000 元/kg。而单体异黄酮 , 如已被证实为主要功效成分的金雀异黄酮目前已卖到了 1 万元/g。