

# 豆腥味的产生、防止和去除

戴家焜

## 一、豆腥味和其有关的成分

在感官评定上对大豆味的描述常用“青草味”(grassy)，豆腥味(beany)，生青味(green)和青豆味(greenpea)等等术语，但要准确地加以区分却很难办到。曾有人提出以利马(lima)豆浸出物(0.002~0.25%)作豆腥味的标准，以3-己烯醛(0.025~0.2%)作青草味的标准，但多数评定员均不能无误地区分这两种风味，故用青草味—苦腥味来描述更为适当。从广义来说豆味还有豆味和涩味。

Kalbrener报道对18种大豆粉、浓缩蛋白和分离蛋白的评定结果。由17名评定员对配

成2%碳滤水液，在气味和滋味两方面进行评分。结果如表1。

表1表明，尽管加工除去了非蛋白成分，但有关气味和滋味的成分未完全除去。且在浓缩和分离过程中又产生了一些因加工条件而不同的其他不良风味。

有许多作者报道了在面包中可检出豆粉风味时的浓度，从0.2%到5%颇不一致。在表2中列入了脱脂生豆粉(flourH)、浓缩和分离蛋白的风味阈(在碳滤水中的百分浓度)，由表2亦同样说明浓缩和分离蛋白在整体风味上，或在豆腥味和苦味上均较豆粉为轻。

Rackis研究了大豆开花后脂肪氧化酶、过氧化物酶的活性与豆腥味和苦味变化的情况，结果表明，大豆在生长过程中就形成了豆腥味和苦味。如图1所示。豆腥味值在成熟过程中变化不大，从2.0~2.7(曲线D)，苦味值变化较大，从0.4增至1.6(曲线C)。在pH6.8时测定脂肪氧化酶活性(实际上是同2酶共同的活性)，其活性增加(曲线A)与苦味值增加有相关性( $Y=0.73$ )，显著性在1%界。在成熟期中过氧化物酶的活性较高(曲线B)，并保持于相当稳定的数值。

脂肪氧化酶催化脂肪酸氧化，所氧化的脂肪酸中必需含有顺，顺戊二烯一(1.4)。此酶广泛分布于植物中，因参与乙烯生物合成过程，对水果成熟和形成特有风味有重要的作用。但亦产生另一些不良的作用。在豆科植物中此酶的活性高，并以大豆为最。在焙烤食品中将含有活性脂肪氧化酶的豆粉加于面粉中起漂白作用，在不少国家已广为应用，并由Haas早在一九三四年就取得专利。但另一方面，这种酶又对豆腥味形成有特殊的作用，因此大豆

大豆蛋白制品感官评定 表 1

制 品	气 味		风 味	
	分数	特 征	分数	特 征
大豆粉 A-G	5.8~ 7.5	NP <sup>a</sup> , 豆 腥 味, 玉 粉 味, 香 草 味, CW <sup>c</sup>	4.2~ 6.7	豆 腥 味, 青 豆 味, 苦 味, 生 豆 味, 烘 烤 味
生脱脂 豆粉	5.8	豆 腥 味	4.1	生 豆 腥 味, 豆 腥 味, 苦 味, 青 豆 味
浓缩蛋 白A-E	6.4~ 7.4	豆 腥 味 CW, NP, 霉 味, 陈 腐 味, 烘 烤 味, 玉 米 粉 味	5.6~ 7	豆 腥 味, 苦 味, 涩 味
分离蛋 白A-F	6.8~ 7.7	CW, 霉 味, 豆 腥 味, 玉 米 粉 味, 腐 败 味	5.9~ 6.4	豆 腥 味, 苦 味, 白 涩 味, 卡 片 纸 味, 涩 味, 烘 烤 味, 坚 果 味, 谷 物 味

a. 评分: 10分无味; 9~7分弱豆腥味; 6~5分中等豆腥味; 4~3分强豆腥味; 2~1分豆腥味很强;

b. NP, 无主要的气味;

c. CW: 象燕麦早餐和烧焦木头在水中的气味。

豆制品的豆腥味和苦味阈值 表 2

样 品	阈 值 (%)		
	检出样品风味 的最小浓度	检出豆腥味的 最小浓度	检出苦味的 最小浓度
脱脂生豆粉H	0.005	0.033	0.04
浓缩蛋白D	0.04	0.16	0.20
分离蛋白E	0.06	1.25	<3.0
分离蛋白F	0.06	0.20	2.00

和其蛋白质制品加工和应用时必需注意的。

大豆在加工时破碎细胞壁后,则脂肪氧化酶与脂类底物反应,发生氧化降解,其速度非常快。例如以硫代巴比土酸值(TBA值)表示其氧化的情况,大豆刚破碎去皮时TBA值为2,将碎豆水分调整到14%并经滚筒压成片,则TBA值增至10.5%,为原数值的5倍。

研究已证实将脂肪氧化酶与亚油酸或亚麻酸等作用,则产生氢过氧化物,其降解的产物是大豆的风味。表3中表示酶与这两种脂肪酸和大豆粉作用,经评定员鉴定后,鉴别出某种风味的人数占总人数的百分数。

从亚油酸和亚麻酸产生的风味 表 3

特 征	评味者鉴别出的百分率		
	亚 油 酸 50ppm	亚 麻 酸 10ppm	大 豆 粉 0.25%
青草味-豆腥味	80	90	94
苦 味	16	19	30
涩 味	19	19	34
生 菜 味	20	16	—
霉 腐 味	35	—	8
酸 败 味	44	5	5

Grosch将大豆的脂肪氧化酶与亚油酸一起于15°C下作用3小时,分离出戊醛、己醛等多种醛类,并以己醛含量最高。这一结果表明从豆制品中分离出的醛类来自于脂肪。

Fujimaki等人 and Arai等人分别用纸层、薄层、柱层、气相色谱、紫外、红外和质谱详细地研究了大豆的风味问题。报道了造成大豆和其制品风味的各种微量成分。表4中列出所鉴定出的成分、其风味特征和所用的方法。

Mattick等人用仪器分析方法研究脂肪氧化酶对豆奶风味的影响。分离出80种由该酶作用而产生的挥发性化合物,鉴定了40种,主要为醛类、酮类和醇类,且多数与表4中fujimaki报道相同。并指出其中对风味有影响的31种成分,特别是乙基乙烯酮具典型的大豆风味。

表5中列出影响大豆风味的几种重要成分的风味特征和阈值。其数据是在油中测得的,而在水和奶中品尝这些化合物时其气味和滋味的阈值低于此表数值,可相差数倍至数十倍不等。

苦味是与磷脂有关的。将大豆磷脂以紫外线照射产生强烈的苦味,纯大豆磷脂酰胆碱在水溶液中氧化亦具强烈苦味。在表6中列出氧

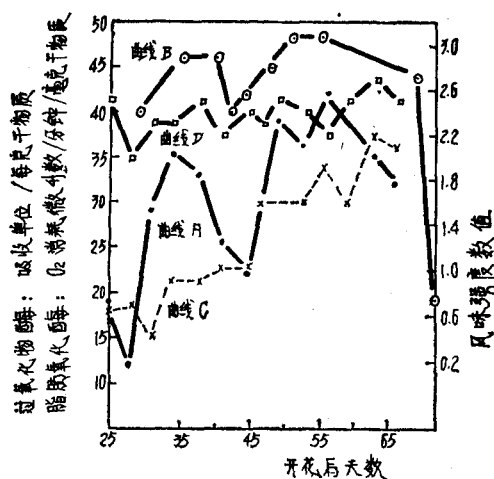


图 1 成熟大豆中脂肪氧化酶和过氧化物酶的活性与风味

强度数值(苦味和豆腥味)间的关系

曲线A、脂肪氧化酶;

曲线B、过氧化物酶;

曲线C、风味强度,苦味;

曲线D、风味强度,豆腥味。

大豆和其制品中鉴定出的风味成分 表 4

成 分	样 品			鉴 定 方 法	风味特征
	生大豆	脱脂大豆	大豆蛋白		
甲 醛		+		PPC, UV	
乙 醛	+	+	+	IR, UV, GLC, EA, mp	
丙 醛			+	GLC	
正-己醛	+	+++	++	IR, UV, MS, EA, GLC, mP	青草味
2-庚烯醛		+		PPC, UV	青草味
2,4-癸二烯醛		+		PPC, UV	
2-丙酮	+	+	+	IR, UV, GLC, EA, mp	
2-戊酮		+		IR, UV, ppc, EA, mp	
2-己酮		+		ppc	青草味
乙 二 醛	+			IR, TLC	刺激味
甲基乙二醛	+			IR, TLC	刺激味
乙 醛 酸	+			TLC	刺激味
丙 酮 酸	+			TLC	刺激味
$\alpha$ -异己酮酸	+			TLC	酸 味
氧代戊二酮	++			TLC	酸 味
苯 甲 醛	+			IR, TLC	水果味
原儿茶醛	+			IR, TLC	涩 味
醋 酸	+			GLC,	
丙 酮	+			GLC,	
异 戊 酸	+			GLC	奶油味
正 戊 酸	+			GLC	奶油味
异 己 酸	+			GLC	青豆味
正-己酸	++			GLC	青豆味
辛 酸	+			GLC	蜡 味
壬 酸	+			GLC	蜡 味
癸 酸	+			GLC	
丁 香 酸		++		IR, ppc, UV	涩 味
香 草 酸		+		ppc, UV	涩 味
阿 魏 酸		+		ppc, UV	涩 味
龙 胆 酸		+		ppc, UV	涩 味
水 杨 酸		+		ppc, UV	
对-香豆酸		+		ppc, UV	
羟基苯甲酸		+		ppc, UV	
异绿原酸		+		ppc, UV, CAC	苦, 酸味
绿 原 酸		+		ppc, UV, CAC	苦, 酸味
一甲基胺	+			GLC, ppc	鱼 味
二甲基胺	++			IR, GLC, ppc	鱼 味
嘧 啶	+			GLC, ppc	谷粉味
尸 胺	?			ppc	谷粉味
n-戊醇乙酸酯	+			GLC	水果味
甲 醇	+++	+	+	GLC, TLC, CR	

续表

成 分	样 品			鉴 定 方 法	风味特征
	生大豆	脱脂大豆	大豆蛋白		
乙 醇	++	+	+	GLC, TLC	
2-戊醇	+			GLC, TLC	
异 戊 醇	+	+	+	IR, GLC, TLC	青豆味
正-戊醇	+	+	+	Ms, GLC, TLC	青豆味
正-己醇	++	++	++	IR, Ms, GLC, TLC	青豆味
庚 醇	++	++	++	GLC, TLC	青豆味
氢氧化铵	++			ppc, CR	
硫化氢	+			CR	

CAC——吸附色谱柱层析; CR——颜色反应;  
 EA——元素分析; GLC——气相色谱;  
 IR——红外; mp——熔点  
 Ms——质谱; MW——分子量  
 ppc——纸层析; TLC——薄板层析  
 UV——紫外

与大豆风味有关化合物的阈值 表 5

化 合 物	阈 值 (油中, ppm数)		
	风味特征	气 味	滋 味
正-己醛	青草味	0.32	0.15
3-顺-己烯醛	青豆味	0.11	0.11
正-戊基呋喃	豆味	2	1.10
顺-2-(1-戊烯基)呋喃		8	8
反-2-(1-戊烯基)呋喃		2	2
乙基乙烯酮	青豆味	5 (奶中)	
其他呈味物②			
正-戊醇;			
正-己醇和正-庚醇			

② 认为具有或能加强大豆的青草-豆腥味的化合物

化的磷脂酰胆碱的浓度与鉴别出苦味的品尝者百分率。其苦味阈值约为60ppm。

已报道在脱脂豆片中至少含有0.08%氧化磷脂酰胆碱,由表6和表7指明的氧化磷脂酰胆碱浓度与苦味的关系可知,该物足以造成生大豆和其制品的苦味。

豆片中其他磷脂,磷脂酰乙醇胺和磷脂酰肌醇不具苦味。此外由脂肪氧化酶催化亚油酸氧化的产物中亦分离出具苦味的产物。

有关大豆风味的研究,不仅了解到与其风味有关的成分,和这些成分的阈值,而且亦表明

氧化磷脂酰胆碱的苦味 表 6

浓 度 (ppm)②	品出苦味百分率
250	100
100	63
50	44
30	40
10	0

② 在碳滤水中。

由脱脂豆片中分离出三种磷脂酰胆碱(SPC)的苦味 表 7

SPC	浓 度 (%)	苦 味 强 度②
SPC-A	0.05	0.9
SPC-A ⑤	0.05	2.4
SPC-B	0.05	3.0
LYSO-SPC	0.01	1.2
	0.05	3.0
	0.025	1.8
	0.01	0.8

② 苦味强度：0—无味；1—弱苦味；2—中等苦味；3—强苦味

⑤ 4℃下贮藏一年的脱脂豆片

对大豆和有关制品的品尝与仪器分析结果找出其相关性，并可由色谱图上一个或几个与风味密切相关的代表性的峰值来评价其风味，现举例来说明此相关性。

表 8 中列出 18 种大豆蛋白制品的品尝评分和由气相色谱分析预示分数。预示分数是由所测得己醛含量的对数的回归方程所推导出的数据。回归方程的相关系数是 -0.84，在 1% 界县高度显著性。

大豆蛋白制品的感官评分和气相色谱分析推导的分数 表 8

品 尝 评 分	气相色谱推导的分数
7.9	8.3
7.6	8.0
7.6	7.2
7.4	5.9
7.4	6.6
7.2	7.6
6.8	7.1

由表 8 可知由测定己醛含量所推导出的分数与感官评定的分数有很好的一致性，这表明对豆腥味的研究已了解其中起关键作用的一些成分，并且通过仪器分析所得数据可用来评价制品的感官质量。但这并不意味着可用仪器分析来代替感官鉴定，因在建立回归方程时亦需依据感官鉴定的结果，并且仪器分析与感官鉴定的相关性，需针对品尝人员和每一仪器分析之间的联系来制定。

## 二、防止豆腥味产生的办法

由上述可知脂肪氧化酶的活动是造成豆腥味的主要原因，因而所报道的种种防止豆腥味产生的方法也以钝化脂肪氧化酶活性为主要措施。当大豆粉碎后脂肪氧化酶与底物接触形成氢过氧化物，此类物质经酶性和非酶性变化产生种种不良风味的化合物。故在采取湿磨加工的情况下，如不预先钝化此酶，或于磨碎时抑制（或钝化）此酶，则必然造成不良后果。且由于所形成的不良风味的成分，如挥发性醛类、酮类又与蛋白质等组分结合牢固，因此一旦产生就不易去除，用己烷萃取不了，要彻底去除则更难，因此从此可知，防止就更为重要。

以加热方法钝化脂肪氧化酶是个基本的方法，但由于加热后又同时引起蛋白质变性而失去可溶性和其他一些功能性，这种变性也同样限制了大豆蛋白质的应用。因此采用一些简易可行的方法而又尽可能保留蛋白质溶解性，就是研究加热钝化方法中一个最关键的问题。

已知在大豆中所含有的与加工有关的几种酶中，脂肪氧化酶是最不耐热的，这几种酶的耐热情况如表 9 所示。由表可知，如仅为了钝化脂肪氧化酶可采用较轻度的热处理，当然如果同时为了达到消除其他有害因子，如胰蛋白酶抑制物，通常也往往由破坏脲酶而表明其去除情况，则所需加热程度比前者高得多。

在豆奶加工中钝化脂肪氧化酶的方法有不少文章已进行了讨论，表 10 中列入了几种通常推荐的方法。

Wilkens 用热水磨豆改良豆奶加工法如图

大豆加热程度、酶活性与蛋白质

溶解性指数 (PSI)

表 9

酶	未加热 PSI 80~100	轻度加热 PSI 50~80	充分加热 PSI 20~50	烘 烤 PSI 0~20
脂肪氧化酶	+	-	-	-
脲 酶	+	+	+	-
$\beta$ -淀粉酶	+	+	-	-
脂 肪 酶	+	+	-	-
蛋 白 酶	+	+	-	-

钝化脂肪氧化酶的方法

表 10

处 理 方 法	文 献
用热水磨豆	Wilkens (1967)
干热-挤压蒸煮	Mustakas (1970)
热 烫	Nelson (1971)
在低pH下粉碎-煮	Kon (1970)

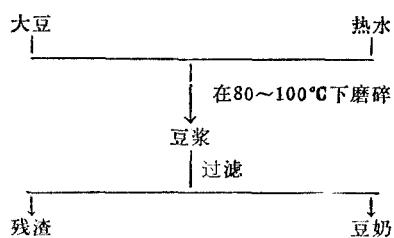


图 2 改良豆奶加工法 (Wilkens, 1967)

2所示。将未浸泡的豆于80~100°C水中磨碎,保持于该保温下10',由于立即钝化了脂肪氧化酶而防止油脂氧化形成不良风味。

Mnustakas等报道指出,当水浸泡全豆时形成氢过氧化物,若在100°C下汽蒸钝化脂肪氧化酶,则可生产出风味好的全脂豆粉。故钝化脂肪氧化酶为制备改良风味全脂豆粉的关键一步。并依此而创建挤压蒸煮法加工全脂豆粉。其法如将大豆压碎去皮,干热钝化脂肪氧化酶,冷后,调至15~20%水分,进行挤压蒸煮。挤压物经干燥、冷却、磨粉而成。成品风味好,得分高。

Illinois大学Nelson等提出用热烫法改良风味。整粒豆经沸水热烫钝化脂肪氧化酶,对未浸泡的豆,热烫需20分钟,经4小时浸泡过

的豆则热烫10分钟已够。

由于脂肪氧化酶在酸性条件下活性受抑制,故Kon等提出在pH1.00~3.85下磨碎大豆,再经加热钝化该酶,然后用NaOH中和,则其风味比在pH6.7下制备的好。

有报道将磨碎的豆粉悬浮于水中,用酸调至pH3.5,再喷蒸汽加热到100°C,保持10'而钝化脂肪氧化酶的方法。

还有一些文章报道了一些相类似的钝化方法。但在实际情况下以采用何种方法为宜,就必需结合具体产品和全部工艺流程来考虑,特别是因为蛋白质经加热后会失去可溶性的问题更需注意。

### 三、除去豆腥味的的方法

正如图1所示,大豆在生长中即具种种不良风味,因此在加工中除防止进一步产生外,还需用适当方法去除这些不良风味。

加热处理可减轻不良风味,是一种可行的方法,经加热后会产生香味也可掩盖豆腥味,加热处理另一优点可破坏豆中抗营养因子。表11表示全脂豆粉经蒸汽处理不同时间后其风味的变化和感官评定的风味得分。由评分可知,在风味上有很大改善。但加热使蛋白质变性是其缺点。图3表明了这一情况,将全脂与脱脂大豆片在常压下汽蒸时蛋白质分散性指数(Nitrogen dispersibility index—PDI)的变化。由图可知,不论豆片脱脂与否,经10分

蒸汽处理全脂豆粉风味的变化 表 11

汽蒸时间 (分)	风味分数※	风 味 特 征
0	1.5	豆腥味, 苦味, 青草味
3	4.5	豆腥味, 苦味, 坚果, 甜味, 烤香味,
10	6.0	豆腥味, 坚果味, 苦味, 烤香味, 甜味,
20	6.3	豆腥味, 坚果味, 苦味, 烤香味, 甜味
40	6.7	豆腥味, 坚果味, 苦味, 烤香味, 甜味

\* 同表1计分法。

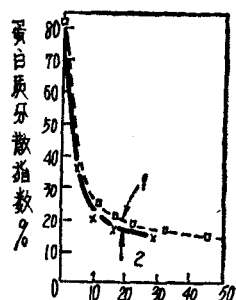


图 3 大豆粉在常压下蒸汽处理时间对蛋白质分散指数的影响

曲线 1：溶剂萃取油后蒸汽处理；曲线 2：溶剂萃取油前蒸汽处理

钟汽蒸后PDI均降至20%左右，这一数值表明蛋白质严重变性。

用极性溶剂洗提以减轻豆腥味是另一条可行的方法。极性溶剂可萃取出结合类脂，并同时将大部分不良风味物质除去。乙醇是常用的萃取溶剂，其不同浓度下萃取效用如图 4 所示。

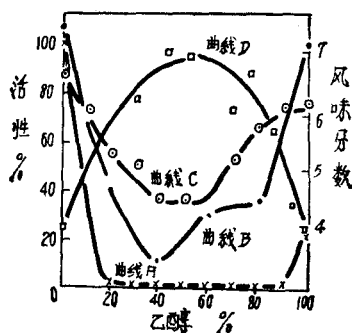


图 4 大豆在不同浓度乙醇溶液中浸泡24小时对脲酶，脂肪氧化酶，NSI和风味分数的影响

曲线 A，脂肪氧化酶；曲线 B，脲酶；曲线 C，NSI；曲线 D，风味分数

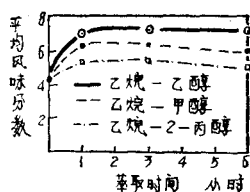


图 5 用己烷-醇类混合物共沸点萃取时间对大豆片风味分数的影响，用 2% 水溶液作感官评定

由图可知，以40~60%乙醇溶液浸渍风味最好，但同时亦表明NSI数值最低，蛋白质变性最严重，这也是这一方法的缺点所在。

己烷-醇类共沸点混合物萃取可较有效地除去不良风味。经比较己烷-甲醇、己烷-乙醇、己烷-异丙醇等共沸点混合物萃取豆片，其风味变化为图 5 所示。

由图可知，以己烷-乙醇共沸点混合物效用最好。

共沸点混合物萃取另一优点是对蛋白质的NSI影响不大，而且可起到钝化脂肪氧化酶的作用，是比较好的一种处理方法。表12表示了大豆片用此方法处理后 NSI 和酶活性变化情况。

大豆片以己烷-乙醇处理后NSI

和酶活性的变化

表 12

处 理 条 件	NSI	脂肪氧化酶活性 性微克分子 O <sub>2</sub> /分/克	过氧化物酶活性 性吸收单位/ 克，pH5.0
己烷-脱脂的，生豆片	92.9	249	1875
共沸点萃取 3 小时	88.8	1.8	1583
共沸点萃取 6 小时	83.5	0.4	2098
己烷-脱脂的，加热过 豆片	41.3	0.5	244
共沸点萃取 3 小时	41.0	—	—
共沸点萃取 6 小时	31.2	0.3	70

将共沸点混合物萃取与中等程度热处理结合起来，对风味上有更进一步改善，由此法制备的大豆浓缩蛋白达 7.9 分，近于无味的面粉为 8.1 分。

酸性溶液处理也是一个有一定效用的可行的方法。事实上在大豆浓缩蛋白生产中也是经过酸性处理，经过这步处理除去了大豆中人体所不能消化吸收的寡糖类（水苏糖，棉子糖和毛叶菸糖），这些寡糖在肠道中为细菌所利用，而产生大量气体，造成肚子胀气，引起消化、吸收不良。经酸溶液处理又可除去部分豆腥味和部分色素，而提高感官质量。在酸溶液处理中为了尽量减少由于蛋白质溶解而造成的损失，故调酸度于蛋白质的等电点（pH4.3左右）进行处理。也可同时加入一定浓度盐类

(NaCl, CaCl<sub>2</sub>等), 使沉淀更完全些。亦有些文献报道推荐pH3.5以下酸溶液处理, 或直接就在pH3.5以下的酸溶液中磨碎, 认为这样所得成品的气味会更加改善。

应用酶类除去豆腥味已有不少报道。早期的工作在研究蛋白酶的效用, 认为蛋白酶分解蛋白质过程中, 会把一些引起不良气味物质释放出来。也确实找到一些颇为有效的菌种。近年来又研究醛脱氢酶和醇脱氢酶的作用, 将醛和醇转变成相应的酸, 其风味阈值比前者高多了, 而起除去不良风味的作用。这种酶类选择性的作用于醛、醇类, 而不影响其他成分, 也是其特点之一。酶类在这方面的应用还是很有潜力的。

#### 四、结语

1. 大豆除在生长中形成豆腥味和苦味成分; 亦证实在加工中由脂肪氧化酶降解不饱和脂肪酸而造成不良风味, 这对豆制品加工有重要的影响, 是必需注意的。在加工中以先钝化该酶为好;

2. 将油脂部分进行研究表明这些不良成分主要存在于结合脂肪中。鉴于对这些组分结合情况的认识, 用断裂氢键的类脂溶剂可有效地除去大部分不良风味;

3. 在加工过程中苦味主要来自于磷脂类氧化的结果, 这一部分也包含于结合脂肪部分。

4. 从除去不良风味和最大限度保留NSI来看, 用己烷-乙醇共沸点萃取是较好的方法。若再结合湿热处理, 并可进一步改进风味。

5. 从我国有消费豆制品数千年历史传统来看(对传统性豆制品而言不会因风味而影响消费, 甚至会有少数人对豆腥味还有些偏爱。但为了发展新型蛋白质制品, 或扩大其应用面, 则必需有除去豆腥味的大豆蛋白质基料方能满足其要求, 事实上, 目前已体现由于存在这一问题而影响其应用, 确是应引起关心的工作。并且在除去豆腥味的方法上建立切合我国国情的

的道路也是值得注意的。

#### 参考文献

- [1] Grant R.A., 《Applied Protein Chemistry》, 87-112, 1980;
- [2] Robert L.O., 《Enzymes in Food & Beverage Processing》244-265, 1977;
- [3] Allan K.S., Soybeans, 《Chemistry & Technology》, V1. Proteins, 93-157, 160, 315, 339;
- [4] Wdf W.J., 《Agricultural & Food Chemistry》, 23, 136, 1975;
- [5] Rackis, J.J., 等, 《J.A.O.A.C.》, 56, 262, 1979;
- [6] Oliver A.L., 《J. Food Science》, 47, 16, 1982;
- [7] Naofumi Takahashi等, 《Agric. Biol. Chem.》, 44, 1669, 1980;
- [8] Kinsella J.E., 《J. Am. Oil Chemists' Soc.》, 56, 242, 1979;
- [9] Elaridge A.C., Laboratory Evaluation of Hexane, 《Alcohol Azeotrope-Extracted Soybean flakes as a Source for Bland Protein Isolates.》内部资料;
- [10] Kalbrener J.E., 等, 《Cereal Chem》, 48, 595, 1971;
- [11] Kalbrener J.E. 等, 《Flavors Derived from Linoleic & Linolenic Acid Hydroperoxides》, 内部资料;
- [12] Cowan J.C. 等, 《J. Am. Oil Chemists' Soc.》, 50, 426A, 1973;
- [13] Wilkens W.F. 等, 《Food Technol.》, 21, 1630, 1967;
- [14] Wilkens W.F. 等, 《J. Agr. food Chem.》, 18, 333, 1970;
- [15] Mustakas G.C. 等, 《J. Amer. Oil Chem. Soc.》, 46, 623, 1969;
- [16] Kon S. 等, 《J. Food Sci.》, 35, 343, 1970;
- [17] Borhan M. 等, 《J. Food Sci.》, 44, 586, 1979;
- [18] Nelson A.I. 等, 《J. Food Sci.》, 41, 57, 1976;
- [19] Hafner F.H., 《Cereal Science Today》, 9, 166, 1964;