

菜用大豆与普通大豆未成熟子粒 硬度与结构研究^{*}

吕小明 武天龙^{**} 范秀凤

(上海交通大学植物科学系, 上海 201101)

摘要 测定了7个菜用大豆与7个普通大豆品种未成熟鲜子粒经不同热烫时段后的硬度, 并通过冷冻切片、显微技术比较了其结构上的差异性。结果表明: 菜用大豆与普通大豆在种皮栅栏细胞层厚度上的差异不大, 但菜用大豆栅栏细胞层密度(33.13个/mm²)显著高于普通大豆(29.50个/mm²); 菜用大豆滴漏细胞层厚度(99.64μm)极显著大于普通大豆(57.94μm); 而普通大豆子叶细胞层密度高于菜用大豆, 且二者在内层细胞排列密度上的差异性达到了极显著水平。菜用大豆硬度(平均549.3gf)明显小于普通大豆(平均608.4gf), 且热烫时两种类型大豆硬度降低的规律不同, 菜用大豆在热烫3~6min时, 硬度降低速率(48.99gf/min)最大, 此前此后较小; 而普通大豆在3~6min时, 硬度降低速率(11.67gf/min)最小, 此前此后却较大, 这可能与它们在子粒结构上的差异性有关。此研究将未成熟大豆硬度和子粒宏观结构联系起来, 对菜用大豆食味品质的基础性研究与菜用大豆速冻加工前的热烫工艺研究上都有一定意义。

关键词 菜用大豆; 鲜子粒; 硬度; 热烫; 子粒结构

中图分类号 S 330.2⁺3 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2004)04-0258-06

菜用大豆(*Glycine max* (L.) Merrill) 也称毛豆, 是指在豆荚鼓粒饱满至80%~90%、荚色、子粒色翠绿时采青食用的大豆的总称, 属大豆的专用型品种。20世纪90年代以来, 随着人们健康意识的增强和对大豆保健功能的不断认识, 菜用大豆在美国和世界其它国家和地区也受到消费者的青睐, 生产和贸易量不断增加^[1,2]。我国南方虽是世界菜用大豆的主要生产区, 但其研究尚处于起步阶段, 培育的品种与国外相比存在一定差距, 主要问题是食味品质差, 很难满足国际市场对菜用大豆品质多样化的需求^[2]。

菜用大豆的食味品质可分为甜度、质地、香味和鲜味等^[1]等, 其中质地是一个相当复杂的因素, 现在一般用硬度即使子粒破裂所需的力来表示, 硬度低的菜用大豆易煮烂, 品质相对较好^[3]。菜用大豆含有丰富的淀粉与胶体类物质, 而硬度与淀粉和胶体的含量有关^[4], 经热烫后淀粉粒糊化, 胶质溶解, 可能是其变软的原因^[5]。由于实验手段与仪器的限制

及硬度本身的复杂性, 国内外对其研究不多, 仅有一些简单计算硬度与各种物质含量相关性的研究报道。本实验将不同品种的大豆切片后观察子粒结构, 并且用物性仪测量了大豆热烫后硬度的动态变化, 分析了硬度与子粒结构的相关性以及两种类型大豆的差异性。

1 材料与方法

1.1 供试品种

供试菜用大豆为交选2号、交选705、台湾292、台湾705、Sn1、上农037和上农298等7个品种。供试普通大豆为东农8079、东农43、北枫5号、合丰39、合丰35、吉林27和黑衣35等7个品种。所有品种均为目前推广面积较大的品种。于2003年6月10日在上海交通大学农业与生物学院农场内播

• 收稿日期: 2004-01-16

基金项目: 上海市科技兴农重点攻关项目, 农科攻字(1999)第1-5号

作者简介: 吕晓明(1980-), 男, 硕士研究生, 作物遗传育种学专业。

^{**} 通讯作者: tianlongwu@23.net

种,随机区组设计,三次重复,行长 3m,5 行区,行距 60cm,穴距 50cm,小区面积 9m²。于豆荚鼓粒饱满至 80%—90%、荚色、子粒色翠绿,最适合做蔬菜食用时在每小区中间三行选取中间 6 株,每株摘取 10 个荚,每个品种共 180 个荚,分成相等 3 份,1 份放入保鲜膜中在-24℃速冻保存做切片,其余 2 份做热烫于硬度试验。

1.2 实验方法

1.2.1 硬度测定

挑选饱满、大小基本相同的含 2 至 3 粒的青荚 40 个,放入 100℃水中,分为 0,3,6,9,12min 热烫,去掉荚皮,选取种皮完整的子粒用干毛巾吸干表面水分后用物性仪(TA.XT plus 生产厂商:英国 Stable Microsystem)测量硬度,重复 6 次。原理是当物性仪探针高速刺穿样品表面时,力学曲线被计算机记录,波峰处即为测试硬度。

物性仪探针直径为 1.62mm,冲击速度为 1mm/s,钻入深度为 2 mm。

1.2.2 子叶冷冻切片及显微观测

启动切片机,设定温度-24℃。选取饱满、完整的子粒,用刀片切成约 0.5cm³ 大小形状规则的子叶小块,用新鲜鸡蛋清作为包埋剂将其包裹,包裹时需注意不能有气泡混入。静置冷冻 2~3h,固定在切片台上,用 35um 的厚度进行切片,所切薄片用载玻片吸附。然后将载玻片放入干燥器中静置 20min 后观察,选出其中比较理想的切片在摄影显微镜上进行观测拍摄。如图 1 所示,子叶外层细胞较内层细胞大而疏松,核心部分细胞小而排列致密。为减少误差,分别计量这两部分的细胞密度。用网状接目

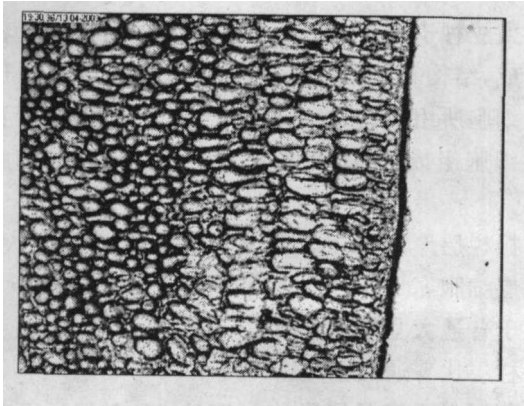


图 1 菜用大豆交选 4 号子叶(冰冻切片,20×16)
外层细胞大而疏松,内层小而致密

Fig. 1 Cotyledon cryosection of vegetable soybean“Jiaoxuan-4” to show that outer cell are

more bigger and denser than the inner ones
测微计 20×16 条件下观察,外层细胞厚度一般不超过结目测微计 2 个单元格的厚度(50μm),将一排单元格调节至子叶外层中间带,与边缘近似平行,计数外层落入方格内的细胞个数;而内层细胞密度只计最核心部分。

每品种选取子粒 3 颗,每颗子粒观测 3 张切片,每张切片每项计量分内、外两层,随机选 6 个方格进行计数,最后求平均值。

1.2.3 种皮部分切片及显微观测

选取种皮完整的子粒,用刀片将豆粒的两头切去,小心挤出中间的子叶,只留下一圈靠近种脐部分的完整种皮(约 0.5cm 厚),将种皮用蛋清包裹后在-24℃左右的温度条件下冷冻 1h,用 25um 的厚度进行切片,理想的切片形状应呈完整的圆环状。

大豆种皮由外而内可分为栅栏层,滴漏层,薄壁层和下皮层四部分(图 2)。栅栏层和下皮层容易破碎,不易计量。栅栏层厚度较均匀,可以直接测量其厚度与细胞密度;滴漏细胞层在种孔部位最厚,从种孔到背向种孔一面厚度减小直至消失,本试验以种孔到背向种孔滴漏层消失的中间地带测量滴漏细胞层厚度与细胞密度。

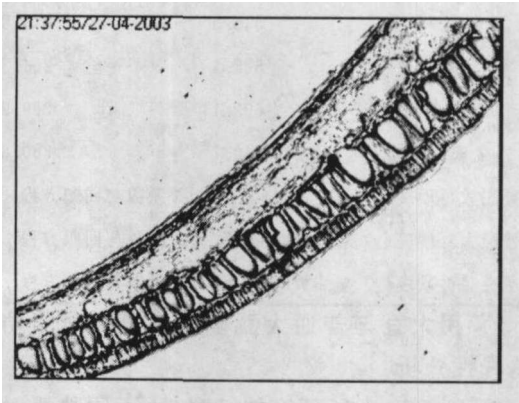


图 2 大豆种皮分为 4 层,自外向内分别为:
栅栏层、滴漏层、薄壁层、内皮层

Fig. 2 Seeds coat of soybean can be divided into four parts from outer to inner they are: palisade tissue, funnel tissue, parenchyma tissue and the tissue of endoderm.

1.2.4 数据分析

美国 SAS 数据分析系统,6.12 版。

2 结果与分析

2.1 鲜子粒原始硬度分析

如表 1 所示,未成熟大豆鲜子粒没有热烫前的原始硬度均在 500—650gf 之间,其中以普通大豆台丰 35 硬度最大,为 641.7gf,菜用大豆台湾 292 最小,为 508.0gf。菜用大豆的原始硬度多数在 600gf 以下,平均值为 549.3 ± 14.2 gf,明显小于普通大豆品种原始硬度平均值;普通大豆品种的原始硬度一般在 600gf 以上,平均值为 608.4 ± 14.2 gf。从表中还可以看出各供试品种的原始硬度值。

2.2 原始硬度与热烫 9min 后的硬度相关性分析

Jae—Yeun Song, Gil—Hwan An, Chui—Jai Kim^[5]研究了菜用大豆热烫工艺,认为菜用大豆合适的热烫工艺参数是:100℃—10min,且热烫后口感和硬度呈负相关关系。各品种原始硬度与热烫 9min 后硬度值如表 2。原始硬度与热烫 9min 后的硬度呈极显著正相关($r=0.80,\alpha=0.01$),一元回归

方程为 $y=-425.11+1.28x$ 。用未成熟子粒原始硬度可以推测热烫后硬度,进而推测菜用大豆的口感好坏。

表 1 菜用大豆与普通大豆鲜子粒原始硬度
Table 1 Original rigidity of vegetable soybean and soybeans

菜用大豆 Vegetable soybean	硬度排名 Rate of rigidity	原始硬度(gf) Original rigidity	普通大豆 Soybean	硬度排名 Rate of rigidity	原始硬度(gf) Original rigidity
交选 2 号	7	599.8±28.0	东农 8079	5	616.5±40.6
交选 705	13	520.3±32.0	东农 43	4	618.2±57.0
台湾 292	14	508.0±43.0	北枫 5 号	2	635.6±47.0
台湾 75	9	545.5±26.0	合丰 39	3	630.4±29.0
Sn1	12	528.4±36.0	合丰 35	1	641.7±24.0
上农 037	6	602.1±47.0	吉林 27	11	536.5±51.0
上农 298	10	540.7±19.0	黑农 35	8	580.2±42.0

表 2 菜用大豆与普通大豆原始硬度与蒸煮 9min 后硬度及其相关性

Table 2 Rigidity of Original and rigidity after 9min's blanching and their relationship of vegetable soybean and soybeans

菜用大豆 Vegetable soybean	原始硬度 Original rigidity	热烫 9min 后硬度 Rigidity after blanching for 9 min	普通大豆 Oil soybean	原始硬度 Original rigidity	热烫 9min 后硬度 Rigidity after blanching for 9 min
交选 2 号	599.8	279.1	东农 8079	616.5	273.2
交选 705	520.3	253.4	东农 43	618.2	379.3
台湾 292	508.0	244.5	北枫 5 号	635.6	450.6
台湾 75	545.5	274.8	合丰 39	630.4	400.5
Sn1	528.4	264.3	合丰 35	641.7	467.9
上农 037	602.1	289.9	吉林 27	536.5	264
上农 298	540.7	280.8	黑农 35	580.2	292.4
菜用大豆硬度(y)与热烫时间(x)相关系数与回归方程			$r=0.8376$ (显著), $r^2=0.7015,y=71.16+0.36x$		
普通大豆硬度(y)与热烫时间(x)相关系数与回归方程			$r=0.7976$ (显著), $r^2=0.6362,y=-735.24+1.80x$		
所有品种硬度(y)与热烫时间(x)相关系数与回归方程			$r=0.8019$ (极显著), $r^2=0.6430,y=-425.1119+1.2791x$		

2.3 菜用大豆与普通大豆硬度随蒸煮时间动态变化差异性分析

热烫持续,大豆硬度持续降低,不同热烫时间菜用大豆与普通大豆硬度值如表 3 所示。

不同时段菜用大豆与普通大豆硬度降低平均速率如表 4 所示,在 0~12min 整个热烫时段,菜用大豆与普通大豆硬度降低的速率基本相等。但是在热烫 0~3min,6~9min 以及 9~12min 普通大豆硬度降低的平均速率显著大于菜用大豆;而在 3~6min,菜用大豆硬度降低平均速率(48.99gf/min)却显著大于普通大豆(11.67gf/min)。菜用大豆硬度在 3~6min 时降低最快,此前此后较慢;而普通大豆在 3~6min 时硬度降低最慢。

2.4 菜用大豆与普通大豆子粒各部分结构比较分

析

大豆种皮栅栏由近似于楔形的小型细胞紧密排列而成,结构相当致密。滴漏层由圆形或椭圆形的大型细胞所组成,遮光不强,排列疏松。滴漏层只有一层细胞组成,因此其厚度可以近似反映其细胞的大小。

栅栏层厚度菜用大豆与普通大豆相差不大,但栅栏层细胞密度菜用大豆平均值为 $33.13/\text{mm}^2$,显著高于普通大豆平均值 $29.50/\text{mm}^2$,即菜用大豆种皮栅栏层比普通大豆致密。

菜用大豆滴漏层平均厚度达 $99.64\mu\text{m}$,而普通大豆只有 $57.94\mu\text{m}$,菜用大豆极显著大于普通大豆。相应的,菜用大豆滴漏层细胞密度小于普通大豆。菜用大豆滴漏层细胞大且排列疏松。

表 3 不同热烫时间菜用大豆与普通大豆硬度值(gf)
Table 3 Rigidity after different time of blanching of vegetable soybean and soybeans

品种类型 Tape of Var.	品种 Var.	原始硬度 Original rigidity	热烫 3min 后硬度 Rigidity after blanching for 3min	热烫 6min 后硬度 Rigidity after blanching for 6 min	热烫 9min 后硬度 Rigidity after blanching for 9 min	热烫 12min 后硬度 Rigidity after blanching for 12 min
菜用大豆 Vegetable soybean	交选 2 号	599.8	535	391	279.1	196
	交选 705	520.3	466	369	253.4	227
	台湾 292	508.0	445	306	244.5	189
	台湾 75	545.5	504	320	274.8	200
	Sn1	528.4	459	304	264.3	182
	上农 037	602.1	533	380	289.9	150
	上农 298	540.7	482	325	280.8	164
	东农 8079	616.5	514	426	273.2	190
普通大豆 Soybean	东农 43	618.2	498	470	379.3	220
	北枫 5 号	635.6	529	508	450.6	270
	合丰 39	630.4	509	486	400.5	340
	合丰 35	641.7	536	523	467.9	307
	吉林 27	536.5	442	406	264	200
	黑农 35	580.2	497	461	292.4	156

表 4 菜用大豆与普通大豆不同热烫时段硬度降低的平均速率(yd/min)
Table 4 Mean decreasing rate in different period of blanching of vegetable soybean and soybeans

	0—12min	0—3min	3—6min	6—9min	9—12min
菜用大豆 Vegetable soybean	30.20±1.69	20.04±1.24	48.99±3.31	24.21±4.14	27.55±4.71
普通大豆 Soybean	30.67±1.61	35.13±1.68	11.67±3.12	35.82±5.86	40.23±6.34
差异性 Differential	无	极显著	极显著	显著	显著

子叶占据子粒的大部分体积,子叶细胞排列的层细胞密度均表现为普通大豆高于菜用大豆,且二致密情况可以近似反映整个子粒的质地。子叶内外者在子叶内层细胞密度上的差异性达到了极显著

表 5 菜用大豆与普通大豆子粒各部分厚度与细胞排列密度平均值及差异性

Table 5 Plies and cell densities of different parts of seeds of vegetable soybean and soybeans

	栅栏层厚度 (μm) Ply of palisade tissue	栅栏层细胞密度 (个/mm ²) Cell density of palisade tissue	滴漏层厚度 (μm) Ply of funnel tissue	滴漏层细胞密度 (个/mm ²) Cell density of funnel tissue	子叶外层细胞密度 (个/mm ²) Cell density of outer cotyledon	子叶内层细胞密度 (个/mm ²) Cell density of inner cotyledon
菜用大豆 Vegetable soybean	59.03±2.72	33.13±1.05	99.64±7.33	12.33±0.52	164.33±12.75	284.19±18.45
普通大豆 Soybean	56.93±2.73	29.50±0.74	57.94±4.96	17.28±1.52	198.46±11.82	389.63±20.95
T 测验 T test	差异不显著	差异显著	差异极显著	差异极显著	差异不显著	差异极显著

水平。度与子叶细胞密度呈不显著的正相关。

2. 5 原始硬度与鲜百粒重及子粒各部分结构相关性分析

子粒原始硬度与栅栏层厚度呈正相关(r=0.30)却与滴漏层厚度呈负相关(r=-0.51),这可能是因为滴漏层细胞大且排列疏松,胞质含水分较多,热烫过程中对水分和热量阻挡能力差。原始硬

鲜子粒百粒重与原始硬度间相关系数为-0.61,且达到了显著水平。因硬度测量困难,需用精密仪器,所以可以用鲜子粒百粒重来故测其硬度:y=682.56-2.07x,x表示鲜子粒百粒重,y表示子粒原始硬度。表 6 为鲜子粒原始与子粒各部分结构的相关系数。

表 6 鲜子粒原始硬度与子粒各部分相关系数
Table 6 Correlation indexes between original rigidity and different parts of seeds

	鲜百粒重 (g) W. of 100 fresh seeds	栅栏层厚度 (μm) Ply of palisade tissue	栅栏层细胞密度 (个/mm ²) Cell density of palisade tissue	滴漏层厚度 (μm) Ply of funnel tissue	滴漏层细胞密度 (个/mm ²) Cell density of funnel tissue	子叶外层细胞 密度(个/mm ²) Cell density of outer cotyledon	子叶内层细胞 密度(个/mm ²) Cell density of inner cotyledon
原始硬度 Original rigidity	-0.6075	0.3046	-0.2632	-0.5072	0.4217	0.1367	0.3883
显著性 Differential	显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著

2. 6 热烫硬度降低速率与原始硬度、鲜子粒百粒重及子粒各部分结构相关性分析

热烫条件下,子粒硬度降低,硬度降低速率可能与种子不同部分细胞排列紧密程度有关,于是本试验计算了不同热烫时段硬度降低的平均速率与种子各部分结构的相关系数(表 6)。硬度总的降低速率(0—12min)与子粒各部分结构相关性不显著。相关性最显著的是在热烫的开始时候,0—3min 时,硬度降低速率与栅栏层细胞密度呈显著负相关($r =$

-0.62),与滴漏层厚度呈及显著负相关($r = -0.79$),与滴漏层细胞密度呈显著正相关($r = 0.75$),与子叶内层细胞密度呈极显著正相关($r = 0.76$)。热烫 3—6min 时硬度降低速率与栅栏层细胞密度呈显著正相关($r = 0.64$),与滴漏层厚度与细胞密度的相关性均达到了极显著($r = -0.69, -0.81$)。另外,热烫前 6min 硬度降低速率与鲜子粒百粒重相关性极显著。鲜子粒百粒重越大,0—3min 硬度降低速率越小,3—6min 硬度降低速率越大。

表 7 热烫下硬度降低速率与种子各部分结构相关系数*
Table 7 Correlation index between rigidity reducing speed and different of seeds under blanching

硬度降低 速率平均值 Avarage of rigidity reducing speed	鲜百粒重 (g) W. of 100 fresh seeds	栅栏层厚度 (μm) Ply of palisade tissue	栅栏层细胞密度 (个/mm ²) Cell density of palisade tissue	滴漏层厚度 (μm) Ply of funnel tissue	滴漏层细胞密度 (个/mm ²) Cell density of funnel tissue	子叶外层细胞 密度(个/mm ²) Cell density of outer cotyledon	子叶内层细胞 密度(个/mm ²) Cell density of inner cotyledon
0—12min	0.1267n	0.4153n	-0.0503n	-0.1032n	-0.2433n	-0.0730n	-0.4398n
0—3min	-0.9396yy	0.0843n	-0.6190y	-0.7866y	0.7525y	0.3785n	0.7550yy
3—6min	0.8625yy	0.2673n	0.6413y	0.6873yy	-0.8058yy	-0.3482n	-0.7708yy
6—9min	-0.2715n	-0.2555n	-0.4022n	-0.1708n	-0.2496n	-0.3516n	-0.0988n
9—12min	-0.2590n	0.2718n	-0.2093n	-0.4458n	0.1807n	-0.1386n	0.0581n

注* n 表示不显著,y 表示显著,yy 表示极显著

3 讨论

菜用大豆子粒较大,鲜子粒百粒重平均值达到 62.33g,显著大于普通大豆平均值(41.94g),这些品种均符合武天龙^[6]等提出的菜用大豆粒英选择标准。菜用大豆鲜子粒质地柔弱,硬度大多在 600gf(平均 549.3gf)以下,明显小于普通大豆(平均 608.4gf)。

子粒硬度研究较多的作物是禾本科的小麦和水稻,小麦硬度由胚乳质地及胚乳细胞排列紧密程度决定^[7]。而本试验中,未成熟大豆鲜子粒硬度与子叶内层及外层细胞密度相关性并不显著,这可能是因为大豆尚未成熟,细胞中水分和蛋白质含量较高,细胞壁木质化、纤维化程度低,细胞连接尚未完全建立,有其特殊性。

子粒结构分析表明:子粒最外层的栅栏层,在厚度上菜用大豆与普通大豆相差不大,在细胞密度上菜用大豆(平均 33.13/mm²)显著高于普通大豆(平均 29.50/mm²),即菜用大豆栅栏层比普通大豆致密。菜用大豆滴漏层平均厚度达 99.64μm,而普通大豆只有 57.94μm,菜用大豆极显著高于普通大豆;相应的,菜用大豆滴漏层细胞密度显著小于普通大豆。子叶占据种子的大部分体积,子叶细胞排列的致密程度可以反映整个种子细胞排列的致密度,子叶内外层细胞密度均是普通大豆高于菜用大豆,子叶内层细胞排列密度上的差异性达到了极显著水平。

未成熟大豆鲜子粒热烫,硬度下降。在整个热烫过程(0—12min)中,菜用大豆和普通大豆硬度降低平均速率均为 30gf/min,无明显差异。但在热烫的不同阶段,硬度降低的平均速率明显不同。0—

3min 时菜用大豆硬度降低平均速率(20. 24gf/min)显著小于普通大豆(35. 13gf/min),这可能是因为两种栽培类型大豆栅栏层的不同:菜用大豆与普通大豆栅栏层厚度虽相差不大,分别为 59. 03 μ m 和 56. 93 μ m,但菜用大豆种皮栅栏层细胞密度(33. 13 μ m)要明显大于普通大豆(29. 50 μ m)。水分或水蒸气要进入菜用大豆子粒,需要更长的时间。0—3min 硬度降低速率与栅栏层细胞密度的显著相关性($r=-0. 62$)在一定程度上上了这种假设的可能性。随着热烫的持续,水分突破栅栏层,进入滴漏层,滴漏层细胞大且胞质疏松,硬度的降低速率在这里可能会发生急剧变化,滴漏层厚的硬度降低速率大,3—6min 硬度降低速率与滴漏细胞层呈显著正相关($r=0. 69$)证明了这种假说。菜用大豆滴漏层厚度(99. 64 μ m)显著大于普通大豆(57. 94 μ m),因此 3—6min 菜用大豆硬度降低速率(48. 99gf/min)显著小于普通大豆(11. 67gf/min)。种子硬度进一步降低可能是因为水分进入薄壁层、下皮层以及占种子结构大部分的子叶。

大豆硬度和蒸煮性(热烫后硬度的变化规律)是一个及其复杂的因素,已经发现与蛋白质含量^[8],淀粉和糖类物质含量有关。而本研究所发现的关系仅是硬度在种子细胞排列这样一个较宏观的层次上

的一个反应,更加深入的研究尚需进一步的努力。

参 考 文 献

1 韩天富,董钧熤. 世界菜用大豆生产、贸易和研究的进展[J]. 大豆科学,2002,21(4):272—284
2 顾卫红,郑洪建,张燕,等. 菜用大豆的国际需求及科研生产动态[J]. 上海农业学报,2002,18(2):45—38
3 Ryoici Masuda. Quality requirement and improvement of vegetable soybean[C]. In: Vegetable soybean; research needs for production and quality improvement, S. Shanmugasundaram (ed.) Asian Vegetable Research Development Center, Taiwan. 1991. 92—103
4 Snyder, H. E., Kwon, T. W. . Soybean utilization[M]. New York: AVI, 1987
5 Jae Yeun Song, Gil Hwan An, Chul Jai Kim. Color, texture, nutrient contents, and sensory values of vegetable soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] as affected by blanching[M]. Food Chemistry, 2003, 83, 69—74
6 武天龙,汤楠,赵则胜,等. 菜用大豆粒荚选择标准的研究[J]. 大豆科学,2000,19(2):184—188
7 K. M. Turnbull, S. Rahman. Endosperm Texture in Wheat[J]. Journal of Cereal Science, 2002(36): 327—337
8 王丹英,汪自强,方勇,等. 菜用大豆食味品质与其内含物关系研究[J]. 金华职业技术学院学报. 2002,(3):15—17,61

STUDIES ON THE SEED RIGIDITY AND STRUCTURE OF VEGETABLE SOYBEAN AND SOYBEAN

Lü Xiaoming Fan Xiufeng Wu Tianlong

(Shanghai Jiaotong University, Shanghai 201101)

Abstract Seven vegetable soybean and seven soybean cultivars were sampled to measure their rigidity with texture analyzer after blanching in boiling water for 0min, 3min, 6min, 9min and 12min respectively. Seeds that have close sizes were made cryosectionsn of cotyledons and skins. Microscope and micromeasuring ruler were then used to observe and to measure cell densities and plies of different parts of the seed. Statistics indicated; vegetable soybean and soybean cultivars have close ply of seed palisade tissue, whereas the cell density of skin palisade tissue of vegetable soybean (33. 13/mm²) is higher than that of soybean cultivars (29. 50/mm²). Funnel tissue ply in vegetable soybean (99. 64 μ m) is higher than that in soybean cultivars (57. 94 μ m). Soybean cultivars higher cell density in cotyledon than that of vegetable soybean. Seed rigidity of vegetable soybean (549. 3gf) is distinct lower than that of soybean cultivars (608. 4gf). When be blanched, the rule of rigidity decrease rates is different between two types of soybeans; the rate in 3~6min of vegetable—type is higher than other times, but in soybean cultivars, it's the lowest. This maybe indicate their difference in seed structure.

Key words Immature; Vegetable soybean; Rigidity; Seed structure; Cell density