

# 荸荠研究进展

李峰 柯卫东 刘义满

**摘要** 着重从荸荠的起源与分布、分类、生物学特性和高产栽培技术、资源与育种、组织培养、生理生化和荸荠球茎的利用等方面对国内外相关方面的研究进行了综述。

**关键词** 荸荠 研究 进展

## Advances in Research of Common Spikesage

Li Feng, Ke Weidong, Liu Yiman

**Abstract** This paper summarizes advances in research of common spikesage [*Heleocharis tuberosa* (Roxb.) Roem. Et Schult] from the aspect of origin and distribution, classification, biological characteristics and culture skill for high yield, resource and breeding, tissue culture, biochemical and physiological research. The utilization of Chinese water chestnut corm is summarized.

**Key words** Chinese water chestnut, Research, Advances

荸荠别名马蹄、地栗、乌芋、凫茈等,是莎草科多年生浅水草本植物,原产中国南方和印度,以其地下球茎作为食用器官,在我国已有2 000余年的栽培历史<sup>[1]</sup>。目前,荸荠广泛栽培于我国长江流域及其以南各省;在朝鲜、日本、越南、印度、澳大利亚和美国亦有栽培。据不完全统计,截至1998年,我国荸荠栽培面积约为3.5万hm<sup>2</sup>,年产75万t左右,主要供国内市场鲜销,仅部分加工成罐头或冷藏,经我国香港或台湾转销东南亚和欧美各国,并且出口量逐年增加,如美国1983~1987年4年间进口数量几乎增加了2.5倍<sup>[2,3]</sup>。许多学者从荸荠的起源与分布、分类、生物学特性与栽培、育种、组织培养、生理生化等方面进行了一系列研究。

## 1 荸荠的起源与分布

### 1.1 荸荠的起源

大多数学者均认为荸荠起源于中国和印度<sup>[2,4]</sup>。中国关于荸荠的最早记载见于《尔雅》(约公元前2世纪):“茆,凫茈”,郭璞(314年前后)注:“生下田,苗似龙须而细,根如指头,黑色,可食”。《名医别录》(公元526年前后)中称:“乌芋”,“荸荠”一名是北宋成书的《物类相感》(11世纪下半叶)、《本草演义》(1116年)等首次著录的。荸荠的驯化栽培则比较晚,关于荸荠栽培最早的见于两宋之际的古籍,南宋嘉泰元年(1201年)浙江《吴兴志》:“凫茨,……,今下田种”。以

后安徽、浙江、湖南的地方志中陆续有荸荠栽培的记载。《便民图纂》(1502年)中首次述及荸荠的具体栽培方法<sup>[5]</sup>。

### 1.2 荸荠的分布

荸荠生长适应性较强,在国外,荸荠主要野生分布于东南亚、美洲、欧洲和大洋洲等国家的池沼、滩涂等低洼地带,分布于西方国家的荸荠大约于17世纪引入;在中国,除高寒地区外,其分布几乎遍及全国各个省区,而经济栽培则主要在长江流域及其以南地区。叶静渊<sup>[5]</sup>(2001)研究发现,江浙两省不仅驯化栽培比较早,比较盛,而且品质也比较好,因此推测江浙一带可能是中国驯化栽培荸荠的起源中心。目前,荸荠栽培已经形成了几个著名产区,如广西桂林,浙江余杭,江苏高邮和苏州,福建福州,湖北孝感、团风和沙洋,安徽庐江县杨柳乡和宣舟等<sup>[2,4]</sup>。

## 2 荸荠的分类

### 2.1 荸荠的植物学分类

荸荠属莎草科(*Cyperaceae*)荸荠属(*Eleocharis* R. Br.)。在早期出版的书籍中,属名亦有用*Heleocharis* Lestib.的,这是源于希腊语“helodes”,为“生长于湿地”之意,但是现代分类学者由于某些原因多偏爱使用“*Eleocharis*”。荸荠学名*Eleocharis dulcis* (Burm. f.) Trin. ex Henschel,其异名有多种,其中*Eleocharis tuberosa* (Roxb.) Roem. et. Schult.多被一些学者所认同而引用。

Li M., Midmore D. J.<sup>[25]</sup>(1999)对来自于中国台湾、杭州,美国和澳大利亚的荸荠品种进行了RAPD分析,推测在澳大利亚栽培的荸荠品种在形态和生理上

李峰,武汉市蔬菜科学研究所,430065

柯卫东,刘义满,武汉市蔬菜科学研究所

收稿日期:2006-03-08

的差异是表现型差异,而非基因型差异。Li M.等开创了利用现代生物技术手段对荸荠亲缘关系方面进行研究的先河,更为深入的研究还有待进行。

## 2.2 荸荠的园艺学分类

荸荠主要分为野生类型和栽培类型 2 个大的类型,一般野生类型荸荠叶状茎较细、较矮,球茎较小;栽培类型荸荠叶状茎较粗、较高,球茎较大。在栽培类型的荸荠品种间植株形态很相似,主要差别表现在地下球茎的外部形态上,区别主要表现在球茎的底部,有凹脐和平脐之分,因此又将栽培类型分为平脐荸荠和凹脐荸荠,一般平脐肉质较粗,渣多,淀粉含量高,较耐贮藏;凹脐荸荠水分和可溶性固形物含量高,味甜,渣少<sup>[2,7]</sup>。

## 3 荸荠的生物学特性和高产栽培技术

### 3.1 生长周期

在一个年生长周期内,荸荠都要经过幼苗期、营养生长期、营养生长和生殖生长并进期以及结芋期 4 个时期<sup>[2]</sup>。曹侃、王槐英<sup>[8]</sup>(1985)和王槐英、曹碯生等<sup>[9]</sup>(1989)先后对荸荠生育动态进行了观察和研究,认为地温达到 10~15℃时球茎萌发,植株进入幼苗期;随着气温的升高,叶状茎不断发生,同时开始形成分株分蘖,植株进入营养生长期,气温在 25~30℃时分株发生最快;植株花茎的抽生在 8 月中旬,营养生长和生殖生长齐头并进,植株进入营养生长和生殖生长并进期;植株分株抽生到 9 月下旬至 10 月上旬趋于稳定,地下球茎开始形成,植株进入结芋期。

### 3.2 高产栽培技术

曹侃、王槐英<sup>[8]</sup>(1985)认为,适期早栽能增加地上茎数量,使同化器官制造和积累的养分多,球茎个数和重量增加;灌水的深浅直接影响到土壤的温度,而温度又是影响荸荠结芋的重要影响因素,所以,前期灌浅水,后期灌深水;如果整个生育期水分供应不足,则植株矮小,分株、分蘖及球茎数减少,球茎品质差,因此荸荠整个生育期不应断水。土壤的温度、湿度及透气性既影响到球茎大小也影响到结芋数,因此栽植前要深耕细耙,增施有机肥,改善土壤物理性状,为球茎膨大创造良好的土壤环境。陈学好<sup>[10]</sup>(1987)提出荸荠高产培育健壮苗技术措施,主要有:严格选种,保全苗;药剂浸种,育无病苗;假植促根,育壮苗;浅水薄肥,育大苗。王槐英、曹碯生等<sup>[9]</sup>(1989)研究了荸荠植株体内氮、磷、钾的动态变化,指出叶状茎的分蘖和生长需要大量氮素营养;磷在植株体内含量的高峰期出现在分蘖分株盛期,后逐渐降低,因此磷肥必须早施,

宜作基肥施用;叶状茎吸收钾素有两个低峰,即植株分株和抽生结芋匍匐茎的时期,因此钾肥要在中后期重追。他们还研究了荸荠栽植密度对植株生长及产量的影响,认为每 667 m<sup>2</sup> 栽植 3 000 株叶面积指数增长平稳,通风透光,产量高。

## 4 荸荠资源与育种

荸荠资源在我国分布较为广泛,随着人们对农作物种质资源重视程度的提高,各地的科研单位开始对荸荠种质资源进行收集、保存和利用,在 20 世纪 90 年代,武汉市蔬菜科学研究所最先进行了荸荠资源的收集和保存,采用资源缸保存方式保存于国家种质武汉水生蔬菜资源圃内。截至目前其收集保存荸荠种质资源 105 份,其中野生资源 10 份,品系 5 份,地方品种 90 份,地方品种中包括各地著名品种,如桂林马蹄、杭州大红袍、孝感荸荠、团风荸荠、勐遮荸荠、苏荠、余杭荠、菲律宾马蹄等。武汉市蔬菜科学研究所亦对种质资源进行了鉴定评价,周国林等<sup>[11]</sup>(1999)对 10 份种质资源从农艺学性状和品质性状两方面进行了综合评价,从中筛选出勐遮荸荠等优异资源。

荸荠育种工作相对其他作物较为滞后,目前各地主栽品种主要是各地人工自然选择而形成的地方品种,人工选育品种报道很少,仅见于武汉市蔬菜科学研究所选育的品系“93-33”和团风马蹄研究所选育的“鄂荠 1 号”,这两个品种(系)主要利用自然变异采用无性系选的方法选育而成,对于采用其他选育方法(如实生选种、杂交育种、诱变育种等)育种还有待研究。笔者认为,今后可对荸荠开花结实习性和实生种子繁殖等方面进行研究,为荸荠进行实生苗选种和杂交育种打下基础。

## 5 组织培养研究

荸荠栽培长期采用无性繁殖,不仅易造成种性退化,带菌严重,而且繁殖系数较低,因此荸荠组织培养技术于 2006 年开展起来。关于荸荠组织培养的研究,国外尚未见有报道,国内的研究主要围绕三个方面进行,即:荸荠试管组培苗的获得、荸荠试管球茎诱导以及组培苗大田移栽效果研究。

### 5.1 荸荠试管组培苗的获得

李良俊等<sup>[12]</sup>(1994)、陈丽萍等<sup>[13]</sup>(1999)和杭玲等<sup>[14]</sup>(2005)对荸荠茎尖组织培养和快速繁殖方法进行了较深入研究,他们认为,荸荠茎尖在 MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L 的分化培养基中能诱导产生丛状叶状茎。在继代增殖过程中,陈丽萍等<sup>[13]</sup>(1999)研究认为,当在 MS 中附加激素 6-BA 3 mg/L、CPPU 0.3 mg/L

时, 增殖系数达到最高, 为 4.0 左右; 李良俊等<sup>[12]</sup> (1994) 研究结果表明, 以丛芽 (3 个小芽构成) 作增殖培养的外殖体经培养 25 天后, 其平均分蘖系数最高, 达 11.33; 杭玲等则认为, 在 MS 中加入 6-BA 1.0~1.5 mg/L、白糖 30 g/L 时, 增殖系数 6~8。陈建林<sup>[15]</sup> (2003) 在旨在提高荸荠继代增殖系数的研究中, 发现 10% 的蔗糖浓度是有益于荸荠组培苗增殖, 增殖系数可达 9.4, 而蔗糖浓度为 12% 时, 荸荠组培苗质量最好, 苗壮。

另外, Li Mei<sup>[16]</sup> (1999) 针对荸荠离体培养过程中培养基 pH 值降低和褐化现象进行了研究。结果表明, 5 g/L 的活性碳可与培养基中的褐色化合物结合从而除去培养基中的褐色化合物, 但 5 g/L 的活性碳和 50 mmol/L 的生物缓冲剂 MOPS (3-氮-吗啉代丙烷磺酸) 均未能阻止培养基 pH 的下降, 因为 MOPS 的 pH 缓冲范围 (6.5~7.9) 较窄, 应选择两种或两种以上具不同 pKa 的混合液, 以拓宽 pH 值缓冲范围。

## 5.2 荸荠试管球茎诱导

由于荸荠试管苗驯化难度较大, 成活率不高, 曹辟生、蔡汉等<sup>[17,18]</sup> (1999) 摸索出一套试管球茎诱导技术, 认为荸荠试管球茎形成的最适培养基分别为 MS+6-BA 1.0 mg/L+蔗糖 90 g/L 和 MS+6-BA 0.8 mg/L+蔗糖 90 g/L, 最适培养条件为 18℃、光照 8 h/天。要达到 85% 左右的发芽率, 只需鲜重为 0.2~0.3 g 的试管球茎, 球茎风干至鲜重的 90% 后贮藏在玻璃瓶内, 0~15℃ 黑暗条件下保存 6 个月后发芽率可达 90% 以上。同时研究还认为, 试管球茎形成需要 75 天, 生产周期过长, 解决这个问题还有待研究。

## 5.3 试管苗大田移栽效果研究

曹健、李宝庆等<sup>[19]</sup> (1999) 研究认为, 茎尖培养后的荸荠产量及球茎大小均有明显提高, 产值提高了 32.3%~33.1%, 克服了长期以来荸荠传统品种种性退化问题。王碧芹、江洪如等<sup>[20]</sup> (2004) 研究认为, 荸荠组培后分蘖分株数、株型、株高超过常规苗, 商品果率比常规苗提高 20% 以上。因此, 荸荠组培技术将有着广阔的市场前景。

# 6 荸荠生理生化研究

## 6.1 球茎膨大生理生化研究

朱世东、李曙轩<sup>[21]</sup> (1987) 在研究荸荠球茎形成与膨大规律时认为, 荸荠匍匐茎是陆续发生的, 球茎大量形成时间在 9 月中下旬 (杭州地区), 单个球茎从开始膨大到停止膨大约经历 70 天, 其中生长最快的时间为球茎开始膨大后 20 天左右和 40~70 天, 经历一

个体积和重量的“快—慢—快”过程。荸荠植株生长过程中干物质的分配情况是: 球茎形成前主要分配给叶状茎和根系; 球茎开始形成至淀粉快速积累期, 主要分配给叶状茎和球茎; 淀粉快速积累期后, 主要分配到球茎中。在所有器官中, 叶状茎中干物质分配率最高。

同时, 朱世东、李曙轩<sup>[22]</sup> (1987) 在研究荸荠球茎萌发与形成过程的生化变化时认为, 球茎萌发时贮藏态养分不断转化为可利用态养分, 淀粉逐渐减少, 糖逐渐增加, 但是新球茎形成过程中, 淀粉含量经历“增加—下降”过程; 匍匐茎生长过程中, 所有糖类均增加, 而球茎中还原糖、葡萄糖及果糖均逐渐减少, 蔗糖则大为增加; 在生长过程中各器官中的转化酶活性前期上升, 后期不断下降, 而淀粉酶活性则不断增高, 其中球茎中淀粉酶增加最多。另外, 朱世东<sup>[23]</sup> (1996) 认为, 球茎膨大生长与气温和日照长度均呈显著的负相关, 球茎膨大过程中, 其内生长抑制物质的相对含量逐渐降低, 而生长促进物质的相对含量则不断提高。而球茎生长促进或抑制物质具体为一种或多种的何物质还有待研究。马庆虎、陶国清等<sup>[24]</sup> (1990) 发现荸荠球茎中含有高水平的异戊烯基腺嘌呤核苷 (iPA) 和腺嘌呤, 其意义有待进一步研究。在国外, Li M.、Kleinhenz V. 等<sup>[25]</sup> (2000) 就光周期对荸荠生长影响进行了专门研究, 认为荸荠球茎形成存在一个最大临界光照日长 (12~12.5 h), 光照低于这个临界日长, 球茎迅速膨大, 若光照高于这个临界日长, 则显著地延缓了荸荠球茎的形成, 即使在平均温度低于 21℃ 条件下, 荸荠球茎也不形成或者仅形成很小球茎。

## 6.2 荸荠球茎贮藏加工生理生化研究

荸荠在采收后, 由于失水、变色、病菌入侵等因素, 使得荸荠不能长期贮藏, 为了解决长期贮藏问题, 国外一些学者从荸荠成熟度、贮藏温度以及其他贮藏环境条件等方面进行了研究。S. J. Kays 等<sup>[27]</sup> (1985) 研究认为, 荸荠球茎在 1.5℃ 低温下浸泡于 10% NaCl 溶液中, 可保存 6 个月, 并且外观品质、可溶性固形物和质地没有发生显著变化; 荸荠球茎组织中钠显著增加, 但细胞仍保持鲜活, 然而, 呼吸速率仍处于较高水平。J. K. Brecht 等<sup>[28]</sup> (1992) 重点从荸荠成熟度与贮藏温度方面进行了研究, 结果表明, 荸荠球茎采收期应根据表皮的成熟度确定, 并且成熟球茎在 1℃ 或者 5℃ 条件下贮藏腐败甚微, 在有效控制腐败的情况下, 荸荠最好贮藏在 10℃ 条件下, 因为球茎会变得更甜。

荸荠在加工成罐头等罐装或袋装产品时, 常需进行切削去皮, 容易出现褐化、腐败现象, Peng L. 等<sup>[29]</sup>

(2004)和 Jiang Y.等<sup>[30]</sup>(2004)在这方面进行了研究,并且分别提出了两种有效措施。其一,对鲜切削荸荠在沸水中热处理 30 s,置 4℃下,可贮藏 12 天不褐化变质;其二,将鲜切削荸荠浸泡于 0.1 mol/L 柠檬酸中,置 4℃下贮藏,可有效保持品质和延长货架期。

## 7 荸荠球茎的利用

荸荠球茎营养丰富,每 100 g 鲜球茎含碳水化合物 21.8 g、蛋白质 1.5 g、脂肪 0.1 g、粗纤维 0.6 g,并且还具有一定药用价值<sup>[4]</sup>。长期以来,人们将其作为蔬菜或者水果食用,我国生产的荸荠大部分供应鲜销市场<sup>[2]</sup>,这是荸荠的主要用途。随着对荸荠研究的深入和加工工艺的提高,对荸荠的利用更为广泛。主要有:①提取荸荠淀粉,用于冲调食用、改善某些挤压膨化食品的冲调性、作为食用粘合剂等方面<sup>[31,32]</sup>;②加工成罐头,适于远销<sup>[2]</sup>;③荸荠果肉饮料<sup>[33]</sup>;④制造中药,江苏省南通制药厂利用荸荠的药用价值制成中成药王氏保赤丸<sup>[2]</sup>。此外,陈青、王海燕<sup>[34]</sup>(1999)从废弃的荸荠皮中提取出了水溶性和光热稳定性都好的荸荠棕色素,李冬生、王金华<sup>[35]</sup>(2003)证实荸荠茎叶提取物对细菌、酵母菌和霉菌具有较强抑制作用,这些发现必将促进荸荠的综合利用程度。

## 8 展望

关于荸荠的研究,我国乃至世界的学者作了很多较为细致的研究工作,但是,目前对荸荠的研究还不够深入。笔者认为,还应在以下几个方面作大量工作或开展更深入的研究。①加强对荸荠种质资源的收集、保存和评估工作,特别是荸荠野生资源;②加强对荸荠开花结实习性的研究,开辟荸荠实生选种、杂交育种等育种新途径;③全面深入地研究荸荠离体培养各环节的技术,如如何大幅提高增殖系数、缩短繁育周期、降低快繁成本等方面;④从外因和内因两个方面探索出荸荠球茎膨大机理,以为生产提供依据。

### 参考文献

- [1] 中国农业百科全书编委会主编.中国农业百科全书(蔬菜卷).北京:农业出版社,1990
- [2] 赵有为.中国水生蔬菜.北京:中国农业出版社,1999
- [3] Steve diver. Chinese water chestnut. <http://www.attra.org>
- [4] 孔庆东.中国水生蔬菜品种资源.武汉:湖北科学技术出版社,2004
- [5] 叶静渊.我国水生蔬菜的栽培起源与分布.长江蔬菜,2001(增刊):4~12
- [6] Sorting Eleocharis names. <http://www.plantnames.unimelb.edu.au/Sorting/Eleocharis.html>
- [7] 柯卫东,黄新芳.水生蔬菜种质资源研究概况.长江蔬菜,2001(增刊):15~24
- [8] 曹侃,王槐英.荸荠的生物学特性及高产栽培技术.江苏农业科学,1985(7):9~10
- [9] 王槐英,曹碯生,陈学好.苏州荸荠品种特性及高产栽培技术的初步研究.中国蔬菜,1989(5):18~21
- [10] 陈学好.培育荸荠健壮苗的技术.江苏农业科学,1987(3):28
- [11] 周国林,柯卫东.对种质资源中 10 份荸荠材料主要性状的观察.长江蔬菜,1999(12):30~32
- [12] 李良俊,何小弟.荸荠组织培养和快速繁殖.植物生理学通讯,1994,30(4):275~280
- [13] 陈利萍,吕家龙,唐永红,等.荸荠离体培养技术的初步研究.浙江大学学报,1999,25(5):524~526
- [14] 杭玲,苏国秀,蒋慧萍,等.荸荠的组织培养和快速繁殖.广西农业科学,2005,36(4):306~307
- [15] 陈建林.荸荠组培苗高效扩繁技术的研究.扬州大学硕士学位论文,2003
- [16] Li Mei. Medium pH Change and Browning during Chinese Water Chestnut In Vitro Culture. Journal of Hubei Agriculture College, 1999,19(2): 56~58
- [17] 曹碯生,蔡汉,李良俊,等.荸荠球茎离体诱导技术的研究.园艺学报,1999,26(5):335~336
- [18] 曹碯生,蔡汉,李良俊,等.温度和光照等因素对荸荠试管球茎形成的影响.扬州大学学报(自然科学版),2000,3(2):45~48
- [19] 曹健,李宝庆,黄俊,等.茎尖培养对荸荠产量及球茎大小的改良效果研究.广西农业科学,1999(6):20~21
- [20] 王碧芹,江洪如,涂艺生,等.荸荠试管苗在生产中的应用研究.江西科学,2004,22(2):101~109
- [21] 朱世东,李曙轩.荸荠球茎的形成与膨大.中国蔬菜,1987(2):1~4
- [22] 朱世东,李曙轩.荸荠球茎萌发与形成过程的生化变化.园艺学报,1987,14(8):179~184
- [23] 朱世东.荸荠球茎膨大生理研究.安徽农业科学,1996,24(1):50~53
- [24] 马庆虎,陶国清,崔激.荸荠球茎中腺嘌呤的高效液相色谱测定.植物生理学通讯,1990(5):60~62
- [25] Li M, Midmore DJ. Estimating the genetic relationships of Chinese water chestnut [*Eleocharis dulcis* (Burm. f.) Hensch] Cultivated in Australia, using random amplified polymorphic DNAs (RAPDs). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 1999,74(2):224~231
- [26] Li M, Kleinhenz V, Lyall T, Midmore D J. Response of Chinese water chestnut [*Eleocharis dulcis* (Burm. f.) Hensch] to photoperiod. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2000,75(1):72~78

# 非结球芽甘蓝种植密度试验小结

陈彩霞 余乾儿 戚自荣 裘建荣 施长明

非结球芽甘蓝是近几年由海通食品集团公司引进的一种加工榨汁的十字花科芸薹属蔬菜,在慈溪市试种取得了初步成功,但其配套标准化栽培技术尚不清楚。本试验对其栽培密度进行了探索研究,以筛选出既能获得较高产量又节省投入成本的最佳种植密度,现将试验结果小结如下。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

榨汁型芽甘蓝种子,由海通食品集团公司提供。秧苗由慈溪市浒农园艺研究所培育,2005年8月7日播种。

### 1.2 试验设计 和方法

根据外商要求和桥头镇绿基农场前1年种植密度以每667 m<sup>2</sup>栽800株为佳的经验,对667 m<sup>2</sup>株数设6个处理:①667株,②892株,③1122株,④1255株,⑤1481株,⑥1702株。3次重复,共18个小区,小区面积54 m<sup>2</sup>,随机区组排列。

试验地设在慈溪市绿基农场,土壤为粉沙质壤

土,pH值接近8,肥力较好,前作为大葱繁种田。2005年8月8日结合大田翻耕施入碳酸氢铵100 kg和过磷酸钙50 kg作基肥,定植前按畦(连沟)宽0.9 m开沟整地。9月9日选择生长基本一致的秧苗,叶片数平均6.4(幅度5~7.5)叶,每畦种一行。生长期分别于9月17日和10月22日各撒施复合肥(N:P:K为16:16:16)25 kg,其他管理均相同。12月30日采收。

### 1.3 调查内容和 方法

试验于9月15日随机抽取100株,考查秧苗叶片数;12月16日,各处理小区对角线五点取样,随机抽取5株,分别测定茎高、开张度、叶长×宽(取上、中、下各2张叶片),然后计算平均值;12月30日,相同抽样方法,考查单株叶片数、单株叶重,并进行糖度测试和小区产量测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 农艺性状比较

①植株开张度 以处理2为最大,比第二位处理3增1.9%,比第三位最低密度处理1增2.1%,比最高密度处理6增16.8%;处理2和处理3与处理6差异显著,其他处理间无显著差异。说明适当稀植可以使芽甘蓝的植株开张度变大,但过于稀植,植株开张度变化很小,而且到一定密度,植株开张度并不继续增大。

②植株高度和叶片数 植株高度以处理6最高,

陈彩霞,浙江慈溪市农技推广中心,315300

余乾儿,慈溪市桥头镇经发办

戚自荣,裘建荣,慈溪市农技推广中心

施长明,慈溪市坎墩街道经发办

收稿日期:2006-04-04

- [27] S J Kays, M G C Sanchez. Storage of Chinese water chestnut [*Eleocharis dulcis* (Burm. f.) Trin.] corms. *Acta Horticulturae*, 1985(157):149-159
- [28] J K Brecht, K A Bergsma, C A Sanchez, G H Snyder. Harvest maturity and storage temperature effects on quality of Chinese water chestnut (*Eleocharis dulcis*). II International Symposium on Specialty and Exotic Vegetable Crops, 1992
- [29] Peng L, Jiang Y. Effects of heat treatment on the quality of fresh-cut Chinese water chestnut. *International Journal of Food Science & Technology*. 2004, 39(2):143-148
- [30] Jiang Y, Peng L, Li J. Use of citric acid for shelf life and

- quality maintenance of fresh-cut Chinese water chestnut. *Journal of Food Engineering*, 2004, 63(3):325-328
- [31] 李正涛,张文武.荸荠淀粉的生产及其利用. *农牧产品开发*, 1999(4): 11-12
- [32] 黄立新.荸荠淀粉的研究. *华南理工大学学报(自然科学版)*, 1994, 22(3): 16-22
- [33] 尹华.荸荠果肉饮料生产工艺研究. *湖南农业大学学报(自然科学版)*, 2003, 29(3): 262-264
- [34] 陈青,王海燕.荸荠棕色素的提取及稳定性的研究. *贵州大学学报(自然科学版)*, 1999, 16(2): 136-139
- [35] 李冬生,王金华.荸荠茎叶提取物抑菌作用的研究. *粮油加工*, 2003(10): 76-77