

安徽省薏苡种质资源形态特征和产量性状评价

路献勇, 江本利, 於春, 王红娟, 宋亚琼, 胡积送, 储甲松, 朱加保* (安徽省农业科学院棉花研究所, 安徽合肥 230031)

摘要 [目的] 筛选出适宜安徽种植的优良资源。[方法] 采用随机排列的方法, 对安徽不同地区收集的 8 份薏苡种质资源的生育期、植株形态特征、籽粒形态特征和产量性状进行比较分析。[结果] 8 份薏苡种质资源的生育期为 159~183 d, 株高为 162.1~234.3 cm, 主茎直径在 4.45~5.84 mm, 主茎叶片数为 10~16, 单株有效穗数为 6~14, 结实率为 73.21%~94.24%, 百粒重为 8.252~27.620 g, 籽粒厚度为 5.35~8.54 mm, 籽粒长宽比为 1.23~1.77; 株型主要以紧凑型为主; 叶色均为浅绿色, 苗期叶色主要以深绿色为主; 种子有灰色、白色、灰褐色、黑色 4 种颜色类型。[结论] 4 号和 6 号薏苡资源综合性状优良, 具有较高的潜在利用价值。

关键词 薏苡; 种质资源; 形态特征; 产量性状

中图分类号 S519 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)04-0038-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.04.009



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Morphological Feature and Yield Traits of *Coix lacryma-jobi* L. Genetic Resources in Anhui Province

LU Xian-yong, JIANG Ben-li, YU Chun et al (Cotton Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

Abstract [Objective] To select the excellent resources suitable for planting in Anhui Province. [Method] Using the method of random permutation, the growth period, plant morphological characteristics and yield characters of 8 *Coix lacryma-jobi* L. genetic resources collected from different areas in Anhui Province were compared and analyzed. [Result] The growing stages of *C. lacryma-jobi* genetic resources ranged from 159 to 183 d; plant height ranged from 162.1 to 234.3 cm; the main stem diameter ranged from 4.45 to 5.84 mm; the number of leaves in the main stem ranged from 10 to 16; the number of effective panicles per plant ranged from 6 to 14; the seed setting rate ranged from 73.21% to 94.24%; the 100-seeds weights ranged from 8.252 to 27.620 g; the grain thickness ranged from 5.35 to 8.54 mm; and the ratio of length to width ranged from 1.23 to 1.77. The plant type was mainly compact, the leaf color was light green, the seedling leaf color was mainly dark green, and the seed color was gray, white, gray brown, black. [Conclusion] The preliminary evaluation showed that *C. lacryma-jobi* No. 4 and No. 6 had better comprehensive characters and higher potential utilization value.

Key words *Coix lacryma-jobi* L.; Genetic resources; Morphological characteristics; Yield traits

薏苡在植物学分类上属于禾本科 (*Gramineae*), 薏苡属 (*Coix*) 为一年生或多年生 C_4 草本植物^[1-4]。其种仁为薏苡仁, 俗称薏仁, 具有很高的营养价值和重要药用价值, 是我国传统食药兼用小杂粮作物^[5-6]。研究表明, 东南亚的热带或亚热带地区作为全世界的薏苡原产地, 而我国云南、广西、贵州等地区则是薏苡属植物的起源、演化和迁移的初生中心之一^[7-8]。薏苡在我国种植久远, 分布区域较广, 但由于不同生态区地理环境、气候及栽培条件的差异较大, 致使我国蕴藏着丰富多样的薏苡资源^[9]。但由于薏苡属于小杂粮作物, 长期重视不够, 科研经费投入较少, 加上环境污染、耕作制度改变和土地开发利用等影响, 薏苡种质资源面临大量流失以及资源的开发利用、收集保护、性状鉴定等工作滞后的问题^[10-12]。

安徽省薏苡资源丰富, 国家种质库保存登记的薏苡种质有 284 份, 其中安徽省有 22 份, 占 7.7%, 仅次于贵、黔两省区^[13-14]。安徽薏苡主要分布在以石台为代表的皖南山区和以岳西为代表的皖西大别山区等地。长期以来, 薏苡传统种植于山区边角地块、河流两旁等的土壤上, 栽培管理相对粗放, 种植技术以传统经验为主, 由于疏于管理, 田间杂草丛生, 导致病虫害日益严重, 严重制约薏苡的生长; 加上生产上

长期沿用一些老的地方品种, 已出现明显的混杂、衰老和退化现象, 严重影响了薏苡产量和经济效益。鉴于此, 安徽省农业科学院棉花研究所药食同源植物资源开发利用创新团队通过在全省各地调研, 收集了 8 份薏苡资源, 笔者通过对采集的 8 份薏苡种质资源的主要形态指标和产量性状进行比较研究, 旨在为安徽省薏苡的品种改良及品质提升提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2019 年 4—11 月在安徽省池州市石台县七都镇八棚村安徽省农业科学院棉花研究所薏苡种质资源圃内进行。试验地海拔 818 m, 土地平整向阳, 地力均匀, 有机质 15.94 g/kg, 全氮 0.84 g/kg, 有效磷 22.54 mg/kg, 速效钾 103.1 mg/kg。

1.2 试验材料 试验材料为安徽省农业科学院棉花研究所药食同源植物资源开发利用创新团队在 2017 年采集于池州市石台县、安庆市岳西县的 8 份薏苡种质资源, 分别以薏苡 1~8 号进行编号, 详见表 1。

1.3 试验方法 试验按编号顺序每份资源种植 3 行, 每行种 12 穴, 行距 50 cm, 株距 40 cm, 重复 3 次, 合计 24 个小区。每个小区随机选取中间 10 株挂牌并进行出苗期、分蘖期等生育期指标、株高、茎粗等形态指标及单株有效穗数、单株饱籽数等产量性状的观察记载。播种时间为 4 月 10 日, 播种量为每穴 5~6 粒, 播种方式采用人工打穴点播, 出苗后长至 3~4 叶时及时进行间苗, 每穴留苗 2 株。其他农事操作信息与当地大田种植保持一致。当有 80% 以上的籽粒变黄变硬时, 每个种质收中间 1 行 10 穴进行单株脱粒并在室内进行考

基金项目 安徽省农业科学院团队建设(2022YL019); 安徽省特色农业产业技术体系岗位科学家项目; 安徽省重点研究和开发计划项目(1804a07020114)。

作者简介 路献勇(1985—), 男, 河南濮阳人, 助理研究员, 硕士, 从事药食同源作物资源鉴定、绿色增效栽培技术研究。* 通信作者, 研究员, 硕士, 从事药食同源作物研究。

收稿日期 2022-03-29; **修回日期** 2022-04-29

种,剩余小区的种质收割后测产。

表 1 安徽省薏苡种质资源收集利用

Table 1 Utilization and collection of *C. lacryma-jobi* genetic resources in Anhui

| 资源编号 Resource code | 采集地 Collection site | 种子颜色 Seed color |
|-----------------------|------------------------|--------------------|
| 种质 1 号 Germplam 1 | 岳西泥潭村 | 灰色 |
| 种质 2 号 Germplam 2 | 石台七井村 | 灰褐色 |
| 种质 3 号 Germplam 3 | 石台八棚村 | 灰色 |
| 种质 4 号 Germplam 4 | 岳西田头村 | 白色 |
| 种质 5 号 Germplam 5 | 石台伍村 | 灰褐色 |
| 种质 6 号 Germplam 6 | 石台周村 | 黑色 |
| 种质 7 号 Germplam 7 | 岳西西边村 | 白色 |
| 种质 8 号 Germplam 8 | 石台八棚村 | 黑色 |

1.4 测定指标

1.4.1 生育期观察记载。观察内容包括播种期、出苗期(试验小区 50% 种子出苗时间)、分蘖期(每个小区有 50% 植株分蘖芽萌发的时间)、拔节期(50% 植株主茎开始快速伸长的时间)、抽穗期(50% 植株小穗尖端抽出的时间)、成熟期(80% 种子成熟的时间)。

1.4.2 植株主要形态指标观察记载。观察内容包括株高(主茎茎秆自地面至植株顶部总苞的距离)、主茎直径(主茎茎秆的直径)、主茎叶片数、株型、叶片颜色、苗期叶片颜色、植株

整齐度。

1.4.3 产量性状观察记载。观察内容包括单株有效穗数、单株饱满籽粒数、百粒重。

1.4.4 种子形态指标观察记载。观察内容包括种子单粒重、种子厚度、种子长度、种子宽度、种子长宽比。

1.5 统计分析 采用 Microsoft Excel 2007 软件整理数据;采用 SPSS 17.0 软件对试验数据进行相关统计分析。

2 结果与分析

2.1 安徽 8 份薏苡资源生育期比较 从表 2 可以看出,来自安徽省不同地区的 8 份薏苡种质资源的生育期有差异,其中 1 号种质生育期最短,为 147 d;而种质 3 号的生育期为 171 d,是 8 份资源中生育期最长的。分阶段来看,这 8 份种质的出苗时间差异不明显;而前期营养生长阶段(从出苗到拔节)也没有明显的差异,变幅在 55~64 d;而营养生长与生殖生长并进阶段(即从拔节到抽穗)变化不大,变幅在 29~35 d;差异较为明显的则在生殖生长阶段(即抽穗至成熟),变幅在 59~76 d,种质 3 号的生殖生长阶段的时间最长,为 76 d,而种质 1 号和 5 号最短,为 59 d。总之,安徽省 8 份薏苡资源按照早熟(生育期<150 d)、中熟(150 d<生育期<170 d)和晚熟(生育期>170 d)来划分,种质 1 号和种质 7 号为早熟资源;种质 3 号为晚熟资源;其余为中熟资源。

表 2 安徽薏苡种质资源生育期比较

Table 2 Comparison of growing stages among different *C. lacryma-jobi* genetic resources in Anhui Province

| 资源编号 Resource code | 播种期 Sowing date | 出苗期 Emergence date | 出苗至拔节 Days from emergence to jointing//d | 拔节至抽穗 Days from jointing to heading//d | 抽穗至成熟 Days from tassel to maturity//d | 生育期 Growth period//d |
|-----------------------|--------------------|-----------------------|---|---|--|----------------------------|
| 种质 1 号 Germplam 1 | 04-10 | 04-22 | 59 | 29 | 59 | 147 |
| 种质 2 号 Germplam 2 | 04-10 | 04-22 | 60 | 32 | 69 | 161 |
| 种质 3 号 Germplam 3 | 04-10 | 04-22 | 60 | 35 | 76 | 171 |
| 种质 4 号 Germplam 4 | 04-10 | 04-22 | 62 | 33 | 60 | 155 |
| 种质 5 号 Germplam 5 | 04-10 | 04-22 | 62 | 32 | 59 | 153 |
| 种质 6 号 Germplam 6 | 04-10 | 04-22 | 64 | 33 | 63 | 160 |
| 种质 7 号 Germplam 7 | 04-10 | 04-22 | 55 | 29 | 64 | 148 |
| 种质 8 号 Germplam 8 | 04-10 | 04-22 | 57 | 29 | 64 | 150 |

2.2 安徽 8 份薏苡资源植株形态指标差异 从表 3 可以看出,安徽省 8 份薏苡资源的株高以种质 3 号的最高,为 234.3 cm,种质 7 号和 8 号较矮,分别为 162.1 和 163.9 cm。按照株高<170.0 cm、170.0 cm<株高<190.0 cm 和株高>190.0 cm 共 3 个等级来划分,种质 7 号和 8 号为矮秆薏苡资源,种质 3 号为高秆薏苡资源。主茎直径以种质 8 号最大,为 5.84 mm,种质 1 号最小,为 4.45 mm。种质 3 号的叶片数最多,为 16 片,最低的是种质 1 号,只有 10 片,其余 6 份种质叶片数在 11~14 片。株型有紧凑和松散 2 种类型,除了种质 3 号为松散类型外,其余均为紧凑型。8 份薏苡种质叶片颜色均为浅绿色,苗期叶片颜色只有种质 6 号为紫色,其余均为深绿色。植株整齐度表现好的有 4 个,分别为种质 2 号、3

号、5 号和 6 号;种质 7 号和 8 号整齐度表现较差;种质 1 号和 4 号整齐度表现中等。试验中遭遇利奇马台风,种质 3 号倒伏现象较为严重,可能是由于该薏苡资源的植株较高而主茎直径较细,导致茎秆本身抗倒伏性差引起的。

2.3 安徽 8 份薏苡资源产量性状比较 从表 4 可以看出,安徽 8 份薏苡资源中种质 4 号、1 号和 8 号的单株总穗数较高,分别为 16、15 和 15 个,单株有效穗数以种质 4 号和 8 号较高,均为 14 个。单株总籽粒数较高的是种质 4 号和 6 号,分别为 278 和 267 粒,单株饱满籽粒数则分别为 262 和 245 粒;虽然种质 8 号的单株有效穗数最高,但是单株饱满籽粒数仅为 95 粒,平均每穗饱满籽数为 6.8 粒,仅为种质 3 号的 1/3 左右。百粒重最高的是种质 3 号,其次是 8 号和 6 号,种质 5 号百粒重最低。

表 3 安徽薏苡种质资源植株形态指标比较

Table 3 Comparison of morphological indexes of *C. lacryma-jobi* germplasm resources in Anhui Province

| 资源编号 Resource code | 株高 Plant height cm | 主茎直径 Diameter of main stem//mm | 叶片数 Number of blades | 株型 Plant type | 叶色 Leaf color | 苗期叶色 Leaf color at seedling stage | 整齐度 Degree of uniformity |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------|------------------|---|--------------------------------|
| 种质 1 号 Germplam 1 | 176.2 | 4.45 | 10 | 紧凑 | 浅绿 | 深绿 | 中 |
| 种质 2 号 Germplam 2 | 177.4 | 5.01 | 14 | 紧凑 | 浅绿 | 深绿 | 好 |
| 种质 3 号 Germplam 3 | 234.3 | 4.72 | 16 | 松散 | 浅绿 | 深绿 | 好 |
| 种质 4 号 Germplam 4 | 174.8 | 5.34 | 12 | 紧凑 | 浅绿 | 深绿 | 中 |
| 种质 5 号 Germplam 5 | 177.7 | 5.26 | 12 | 紧凑 | 浅绿 | 深绿 | 好 |
| 种质 6 号 Germplam 6 | 183.8 | 4.97 | 14 | 紧凑 | 浅绿 | 紫色 | 好 |
| 种质 7 号 Germplam 7 | 162.1 | 5.49 | 11 | 紧凑 | 浅绿 | 深绿 | 差 |
| 种质 8 号 Germplam 8 | 163.9 | 5.84 | 11 | 紧凑 | 浅绿 | 深绿 | 差 |

表 4 安徽薏苡种质资源产量性状比较

Table 4 Comparison of yield characters of *Coix lacryma-jobi* germplasm resources in Anhui Province

| 资源编号 Resource code | 单株穗数 Panicle number per plant//个 | | | 单株籽粒数 Seed number per plant//粒 | | | 结实率 Seed setting rate//% | 百粒重 Hundred seed weight g |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| | 总穗数 Total panicles | 有效穗数 Effective panicles | 无效穗数 Invalid panicles | 总籽粒数 Total seed number | 饱籽粒数 Full seeds | 瘪籽粒数 Deflated seeds | | |
| 种质 1 号 Germplam 1 | 15 | 12 | 3 | 145 | 113 | 32 | 77.93 | 13.352 |
| 种质 2 号 Germplam 2 | 7 | 7 | 0 | 168 | 123 | 45 | 73.21 | 12.930 |
| 种质 3 号 Germplam 3 | 8 | 8 | 0 | 145 | 123 | 22 | 84.83 | 27.620 |
| 种质 4 号 Germplam 4 | 16 | 14 | 2 | 278 | 262 | 16 | 94.24 | 10.621 |
| 种质 5 号 Germplam 5 | 7 | 6 | 1 | 231 | 216 | 15 | 93.51 | 8.252 |
| 种质 6 号 Germplam 6 | 11 | 9 | 2 | 267 | 245 | 22 | 91.76 | 15.688 |
| 种质 7 号 Germplam 7 | 8 | 8 | 0 | 146 | 127 | 19 | 86.99 | 9.306 |
| 种质 8 号 Germplam 8 | 15 | 14 | 1 | 113 | 95 | 18 | 84.07 | 16.493 |

2.4 安徽 8 份薏苡资源籽粒形态指标差异 从表 5 可以看出,安徽 8 份薏苡资源中,单粒重最大的是种质 3 号,为 0.552 4 g,种质 6 号和 8 号单粒重较高,分别为 0.313 8 和 0.329 9 g,种质 5 号和 7 号的单粒重较低,分别为 0.165 0 和

0.186 1 g。8 份薏苡种质资源的种子厚度变幅在 5.35 ~ 8.54 mm,种子长度变幅在 9.34~11.82 mm,种子宽度变幅在 6.12~9.59 mm。种子长宽比最大的是种质 2 号,而种质 3 号和 8 号的种子长宽比较小,均为 1.23。

表 5 安徽薏苡种质资源籽粒形态指标比较

Table 5 Comparison of seed morphological indexes of *C. lacryma-jobi* germplasm resources seed in Anhui Province

| 资源编号 Resource code | 单粒重 Single grain weight//g | 种子厚度 Seed thickness mm | 种子长度 Seed length mm | 种子宽度 Seed width mm | 种子长宽比 Ratio of length to width |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 种质 1 号 Germplam 1 | 0.267 0 | 5.39 | 10.03 | 6.31 | 1.59 |
| 种质 2 号 Germplam 2 | 0.258 6 | 5.38 | 10.82 | 6.12 | 1.77 |
| 种质 3 号 Germplam 3 | 0.552 4 | 8.54 | 11.82 | 9.59 | 1.23 |
| 种质 4 号 Germplam 4 | 0.212 4 | 5.92 | 9.85 | 6.84 | 1.44 |
| 种质 5 号 Germplam 5 | 0.165 0 | 5.35 | 9.34 | 6.19 | 1.51 |
| 种质 6 号 Germplam 6 | 0.313 8 | 6.62 | 10.90 | 7.76 | 1.40 |
| 种质 7 号 Germplam 7 | 0.186 1 | 5.84 | 9.76 | 6.75 | 1.45 |
| 种质 8 号 Germplam 8 | 0.329 9 | 6.40 | 9.42 | 7.67 | 1.23 |

3 结论与讨论

黄亨履等^[15]根据纬度、年积温和日照时间不同将我国薏苡分为北方早熟性、长江中下游中熟性和南方晚熟型 3 个生态型,生育期分别在 80、140 和 175 d 以上。从分布地来看,安徽地区的薏苡属于长江中下游中熟生态型,但该研究中除了种质 2 号生育期在 171 d,其余生育期均在 160 d 左右或至少 160 d,相对较短,为中熟或中晚熟类型。

杨志清等^[16]比较了云南 11 份薏苡种质资源的生育期、形态和经济性状,表明云南薏苡种质的生育期在 150~170 d,

株高在 205~282 cm,而安徽薏苡种质的生育期与云南的差异不大,但株高普遍低于云南的薏苡种质,这可能是由于 2 个地方海拔高度、年积温和日照时间等地理环境差异引起的。该鉴定试验中的 8 份薏苡种质是在安徽省不同地区采集的,但仅仅在石台县八棚村开展了鉴定试验,得出的试验结果有一定的局限性,未来需要在安徽省内根据生态区的不同,开展多年多点鉴定试验,以达到对收集的资源进行精准鉴定的目的。

(下转第 43 页)

达、基部节间较短、穗位较低、茎秆坚韧、耐密抗倒,茎叶干物质积累多,具有典型的专用型青贮玉米品种特性^[19]。大京九 4059 粗蛋白含量平均 7.89%,淀粉含量平均 33.18%,中性洗涤纤维含量平均 39.30%,酸性洗涤纤维含量平均 15.69%,达国家青贮玉米品质一级标准。该杂交种高产与优质的结合大面积推广奠定了坚实的基础。

7.2 大京九 4059 广适性遗传基础分析 大京九 4059 遗传背景广泛,其母本 5801 自交系选自郑 58 自交系繁殖田发现的优良变异单株,该自交系继承了郑 58 自交系苗期长势强、根系发达、抗倒伏、结实性好、籽粒产量高等优点^[20];父本 33197 自交系以 PH4CV×2193 为基础材料选育而成,该自交系承袭了双亲气生根发达、茎秆坚韧、抗倒伏、叶色深绿、持绿性好的特性^[21]。丰富的遗传多样性奠定了大京九 4059 广适性的遗传基础。在选育过程中注重对其多环境条件下的适宜性鉴定,从而形成了大京九 4059 适宜在 14 个省市区的广泛适应性。

参考文献

- [1] 陈新红,唐秀芝.浅谈青饲青贮玉米在畜牧养殖业中的重要作用[J].农业科技通讯,2003(1):20.
- [2] 陈自胜,孙中心,徐安凯.青贮玉米及其经济效益[J].吉林农业科学,2000,25(4):41-44.
- [3] 卢成达,郭志利,张丽娜.粮饲兼用型玉米研究及生产对发展山西畜牧业的意义[J].山西农业科学,2009,37(2):72-74.
- [4] 王振荣,徐翠侠.青贮玉米利用价值及发展前景[J].内蒙古农业科技,2011(1):4-5.

(上接第 40 页)

该试验结果显示,种质 4 号和 6 号在皖南山区具有潜在的利用价值,但是这 2 份资源植株较高、茎秆较细,生产过程中是否会引起倒伏现象,育种过程中能否更好利用,仍有待于今后进一步与安徽栽培薏苡品种进行比较研究。研究表明,薏苡种植随着地区海拔高度的增加,产量和品质逐渐降低^[17]。因此根据不同海拔地区的环境进行定向品种改良,对该地区的薏苡生产至关重要。该研究中来自海拔 800 m 左右的 8 号种质的单株有效穗数、百粒重均较高,是选育适应安徽省高海拔地区薏苡品种的优良育种材料。

该试验仅对 8 份薏苡资源的主要农艺性状进行了田间鉴定,尚未开展薏苡资源的外观品质、营养品质及加工品质的鉴定工作,因此仍不能利用收集的薏苡资源对安徽省栽培薏苡品种进行品质定向改良工作,这也是目前安徽省薏苡产业提质增效面临的瓶颈,需要在以后的研究中加以重点关注。

参考文献

- [1] 杨爽,王李梅,王妹麒,等.薏苡化学成分及其活性综述[J].中药材,2011,34(8):1306-1312.
- [2] 张晓雨.不同产地薏苡仁储藏过程中品质变化的研究[D].合肥:安徽农业大学,2018.
- [3] 王红娟,江本利,於春,等.薏苡分子生物学研究进展[J].安徽农业科

- [5] 胡跃高,刘景辉.青贮玉米研究[M].北京:中国农业出版社,2016:1-4.
- [6] 孙发明,焦仁海.调整玉米种植结构,发展饲用玉米生产[J].现代农业科技,2006(4):11-12.
- [7] 李少昆,王崇桃.我国玉米产量变化及增产因素分析[J].玉米科学,2008,16(4):26-30.
- [8] 杜志宏,张福耀,平俊爱,等.我国青贮玉米育种研究进展及发展趋势[J].山西农业科学,2010,38(2):85-87,70.
- [9] 戴忠民,高凤菊,王友平,等.青贮玉米的育种及发展趋势[J].玉米科学,2004,12(4):9-11.
- [10] 郭庆法,王庆成,汪黎明.中国玉米栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,2004:506-511.
- [11] 朱建国,刘景辉,高占魁,等.栽培措施对青贮玉米粗蛋白质含量及产量的影响[J].华北农学报,2007,22(3):151-155.
- [12] 华鹤良,卞云龙,李国生,等.密度和施氮量对青贮玉米产量与品质的影响[J].上海农业学报,2014,30(4):81-84.
- [13] 王加启.青贮专用玉米高产栽培与青贮技术[M].北京:中国农业科学技术出版社,2005:31-62.
- [14] 魏焜,曹广才,高洁,等.玉米生态基础[M].北京:中国农业科学技术出版社,2010:209-232.
- [15] 陈慧霞,刘伟.淮北市夏玉米病虫害发生新特点及防治对策[J].安徽农业科学,2017,45(16):138-140.
- [16] 武月梅,赵俊兰.青贮玉米栽培[M].北京:中国农业出版社,2015:86-89.
- [17] 王绍新,柳维刚,石清琢,等.浅谈高产优质青贮玉米杂交种选育[J].杂粮作物,2004,24(4):196-197.
- [18] 孟令聪,路明,张志军,等.我国青贮玉米育种研究进展[J].北方农业学报,2016,44(4):99-104.
- [19] 孟庆翔,杨军香.全株玉米青贮制作与质量评价[M].北京:中国农业科学技术出版社,2016:9-24.
- [20] 堵纯信,曹春景,曹青,等.玉米杂交种郑单 958 的选育与应用[J].玉米科学,2006,14(6):43-45,49.
- [21] 王秀凤,景希强,王孝杰,等.PN78599 种质在我国玉米育种和生产中的应用[J].玉米科学,2012,20(4):50-52.

学,2018,46(1):10-13.

- [4] 王红娟,於春,路献勇,等.不同氮浓度对薏苡幼苗生长和光合特性的影响[J].南方农业学报,2020,51(8):1925-1931.
- [5] 彭建明,高微微,彭朝忠,等.西双版纳野生薏苡种质资源的性状比较[J].中国中药杂志,2010,35(4):415-418.
- [6] 路献勇,闫晓明,江本利,等.薏苡生理生化代谢的研究进展[J].贵州农业科学,2017,45(12):30-34.
- [7] 庄体德,潘泽惠,姚欣梅.薏苡属的遗传变异性及核型演化[J].植物资源与环境,1994,3(2):16-21.
- [8] 黄亨履,崔崑,高吉寅,等.黔南山区薏苡资源的多样性及评价[J].贵州农业科学,1995,23(S1):22-27.
- [9] 李志芳,付瑜华,黎青,等.薏苡种质资源收集、保存与创新利用研究进展[J].分子植物育种,2019,17(8):2728-2734.
- [10] 陈成斌.广西薏苡资源的保护、收集、整理与利用[J].广西农业科学,2003,34(3):10-13.
- [11] 高微微,赵杨景,何春年.我国薏苡属植物种质资源研究概况[J].中草药,2006,37(2):293-295.
- [12] 陈成斌,梁云涛,徐志健,等.广西薏苡种质资源考察报告[J].西南农业学报,2008,21(3):792-797.
- [13] 江本利,朱加保,於春,等.安徽七井薏苡资源的应用前景及策略分析[J].安徽农业科学,2016,44(34):202-203.
- [14] 周闲容.薏苡仁与小豆品质评价及膨化食品研发[D].北京:中国农业科学院,2013.
- [15] 黄亨履,陆平,朱玉兴,等.中国薏苡的生态型、多样性及利用价值[J].作物品种资源,1995(4):4-8.
- [16] 杨志清,何金宝,农不忠.云南薏苡种质资源形态和经济性状评价[J].云南农业大学学报(自然科学版),2011,26(2):185-189.
- [17] 黄正方,谢德明,孟忠贵,等.海拔高度对薏苡产量构成因素的影响[J].中国中药杂志,1992,17(3):145-146.