

高产淀粉型甘薯新品种徐薯 27 的选育及品质特性

唐忠厚 张爱君 史新敏 魏 猛 李洪民

(中国农业科学院甘薯研究所/江苏徐州甘薯研究中心, 徐州 221121)

摘要: 高产淀粉型甘薯新品种徐薯 27 是以徐薯 18 为母本, 选择遗传背景差异大的 20 个品种(系)为父本, 放任授粉集团杂交后代中筛选。该品种 2009 年通过山东省农作物品种审定委员会审定。通过对徐薯 27 农艺性状特征、生产力、抗病性、品质特征性状以淀粉糊化特性等进行研究, 结果表明: 徐薯 27 萌芽性好, 地上部长势平稳, 耐贮藏; 高抗根腐病, 中抗茎线虫病; 鲜薯和薯干产量对照徐薯 18, 最高增产分别达 19.41% 和 19.21%, 具有超高产潜力; 徐薯 27 淀粉 RVA 谱为 A 型, 不同肥料处理下 RVA 参数值差异明显, 有机肥能明显降低其淀粉最高粘度值(PKV)、最低粘度值(HPV)和最终粘度值(CPV), 糊化温度在较高的 75~80℃ 范围。

关键词: 甘薯选育; 徐薯 27; 高产; 淀粉型; 品质特性;

Breeding and Quality Characteristics of a New Sweetpotato Cultivar Xushu 27 with High Yield and High Starch Content

TANG Zhong-hou, ZHANG Ai-jun, SHI Xin-min, WEI Meng, LI Hong-min

(Sweetpotato Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences / Xuzhou Sweetpotato Research Center, Xuzhou 221121)

Abstract: A new sweetpotato cultivar Xushu 27 with high yield and high starch content derived from female parent Xushu 18 of good quality and male parental materials of 20 varieties (lines) with great difference of genetic background by the open-pollinated group it was approved by Shandong Provincial Crop Varieties Appraisal Committee In 2009, Agronomic characteristics, productivity, disease resistance, quality characteristics, and starch pasting properties of Xushu 27 were studied. The results shows that Xushu 27 had strong sprout ability, smooth vine growth, strong storage ability, high resistance to root rot, and moderate resistance to rot nematode. Compares with Xushu 18, its fresh root yield and dry matter yield increased by 19.41% and 19.21%, respectively, which indicated a potentially super-high yield. RVA (rapld Visco Analysis) curve of Xushu 27 starch showed a typical A-shape. starch RVA parameters with different fertilizer treatments had significant difference, organic can evidently reduce starch peak viscosity(PKV), hot paste viscosity(HPV), and cool paste viscosity(CPV). its gelatinization temperature was in the range of 75~80℃

Key words: Sweetpotato breeding; Xushu 27; High yield; High starch content; Quality characteristics

甘薯 [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] 是我国最大地下根茎淀粉作物, 每年种植面积约 500 万 hm^2 , 约占世界甘薯种植面积的 60%, 年产量约 0.77 亿 t, 占世界甘薯总产量的 80%^[1-2]。当前我国许多省区把甘薯作为农业产业结构调整中的优势作物, 甘薯正逐步向效益型经济作物转变。但目

前, 我国甘薯主要在一些边远山区及其他作物难以适应的贫瘠地区种植, 土壤养分缺乏影响其种植推广, 品种稳定性和品质优劣^[3]。同时, 受城市化和工业化发展影响, 我国耕地面积日趋紧张, 甘薯种植面积受挤压呈下降趋势。因此, 保证国家粮食安全和甘薯市场正常供应的情况下,

收稿日期: 2011-06-21 修回时间: 2011-09-14

基金项目: 国家甘薯产业体系(CARS-11-07B)

作者简介: 唐忠厚, 硕士, 助研, 从事甘薯品质育种与鉴定, E-mail: zhonghoutang@sina.com

通讯作者: 李洪民, 研究员, E-mail: lihmxzsp@pub.xz.jsinfo.net

选育和推广产量高、抗病和品质佳的淀粉型甘薯品种尤为迫切。

从 20 世纪 80 年代初至今,我国甘薯主要育种目标为产量与品质并重,注重专用型与兼用型的新品种选育,而专用型选育尤其以高淀粉为重点,先后育成了遗 306、商薯 19、烟薯 20 号、徐薯 25、26^[4-5] 等一系列高淀粉品种,使我国的甘薯高淀粉育种上了一个新台阶。近几年,甘薯作为热门能源作物备受关注,育种工作者提出选育适合我国薯区机械化大规模种植,高抗某种主要或多种病害,亩产万斤鲜薯或吨干物质的“超高产”新品种目标。根据甘薯的遗传特性,经科研人员多年培育与试验鉴定,徐薯 27 具有超高产生产潜力和良好的品质特性,对甘薯品种改良和应对市场需求具有一定意义。

1 材料与方法

1.1 亲本来源

以综合性状优良的徐薯 18 为母本,选择遗传背景差异大的 20 个品种(系)为父本,放任授粉集团杂交后代中筛选。

1.2 主要农艺性状调查

参照张允刚等^[6]甘薯种质资源描述规范和数据标准,进行甘薯性状调查和记载。

1.3 抗病性鉴定

按照谢逸萍等^[7-8]描述和评价标准,2007 年和 2008 年分别在徐州、烟台和济南对根腐病 [*Fusarium solani*(Mart) Sacc. fsp. *batatas* McClure], 黑斑病 (*Ceratocystis fimbriata* Ellis et Harkness), 在徐州和烟台对茎线虫病 (*Ditylenchus destructor* Thorne) 进行了抗性鉴定。

1.4 生产力鉴定

以 2009 - 2010 年设在徐州甘薯国家野外科学观察试验站(长期肥料定位试验点)试验材料为对象,试验采用裂区设计,包括空白对照(CK,不施肥)、氮钾肥(NK)、氮磷肥(NP)、氮磷钾肥(NPK)、氮肥(N)、有机肥(M)、有机肥+氮磷肥(MNP)、有机肥+氮肥(MN)、有机肥+氮磷钾肥(MNPK)共 9 个处理^[9]。每小区 6 行,垄宽 85cm、高 25cm; 5 月中旬,改良水平扦插,苗长 25 ~ 30cm 种植密度约为 54000 株/hm²,随机排列;田间管理按本地生产习惯进行,计算产量(t/hm²); 10 月下旬收获。

1.5 主要性状分析

1.5.1 主要品质性状分析 每品种随机取健壮、无病虫害的薯块 3 份样品,水冲洗干净,薯块干燥,切片。干率采用烘干法,干燥样品研磨,过 60 目,密封保存。淀粉、蛋白质、可溶性糖和还原糖等品质指标采用近红外数学模型分析^[10]。

1.5.2 淀粉 RVA 特性分析 采用 PERTEN Newport Scientific 仪器公司生产的 Tech-master 型粘度速测仪进行测定,用 TCW 配套软件进行分析。样品用量 3.00g, 25.0 ml 水溶解。所有样品均重复测定 3 次。在搅拌过程中,罐内温度变化如下:50℃ 下保持 1min,以 11.25℃/min 的速度上升到 95℃ (4min); 95℃ 下保持 4.5min; 以 11.25℃/min 下降到 50℃ (4min); 50℃ 下保持 3.5min。搅拌器在起始 10s 内转动速度为 960r/min,之后保持在 160r/min。粘滞性值用 CP(厘泊)表示。RVA 谱特征除用最高粘度(PKV)、最低粘度(HPV)和最终粘度(CPV)描述外,还用崩解值(BDV = PKV - HPV)、回复值(CSV = CPV - HPV)、糊化温度(GT)、峰值时间(达到最高粘度所需时间 T)等来表示。

1.6 数据分析

数据以均值计算结果,采用 SPSS13.0 统计软件分析。

2 结果与分析

2.1 徐薯 27 的选育

该品种 2000 年配制杂交组合,2001 年育成,原系号为 2001-25-2,2002 年参加所内产量比较试验,2004 - 2006 年参加多环境网点试验,经过复选、鉴定,表现出抗病、具超高产潜力等特点,2007 年起参加山东省甘薯品种区域试验,2009 年通过山东省农作物品种审定委员会审定。品种萌芽性好,茎叶淡绿色,最长蔓长平均为 192cm,显著短于对照品种徐薯 18,茎偏细,叶片小,心形无齿,分枝数平均 7.5 个,结薯早,整齐而集中,单株结薯数 3 ~ 5 个,大、中薯率高,薯块长纺锤形,光滑,红皮白肉,纤维量少,甜度低,香味淡,耐贮藏。

2.2 抗病性鉴定

表 1 显示 2007 - 2008 年徐薯 27 抗病性结果,徐州、济南和烟台三地徐薯 27 根腐病两年抗性鉴定结果表现较一致,达高抗水平,与徐薯 18 相当,适合我国北方薯区种植。徐薯 27 中抗茎线虫病,不抗黑斑病,该种植区应加强综合作物防治和贮藏管理。

表 1 徐薯 27 抗性鉴定结果

Table 1 Identification of disease resistance of Xushu 27

| 年份 Year | 品种 Variety | 根腐病 Root rot | | 茎线虫病 Rot nematode | | 黑斑病 Black rot | |
|------------|---------------|---------------|-----------|-------------------|-----------|---------------|-----------|
| | | 病情指数 | 抗病型 | 病情指数 | 抗病型 | 病情指数 | 抗病型 |
| | | Disease index | Phenotype | Disease index | Phenotype | Disease index | Phenotype |
| 2007 | 徐薯 27 | 16.7 | HR | 58.1 | MR | 117.68 | S |
| | 徐薯 18(CK) | 10.57 | HR | 48.6 | MR | 85.08 | MR |
| 2008 | 徐薯 27 | 13 | HR | 54.3 | MR | 125.5 | S |
| | 徐薯 18(CK) | 18 | HR | 41 | MR | 90 | MR |

HR: 高抗; R: 抗; MR: 中抗; S: 感

HR: highly resistant; R: resistant; MR: moderately resistant; S: susceptible

2.3 生产力鉴定

表 2 结果显示 徐薯 27 在不同肥料处理下 其鲜薯均产在 30.17 ~ 45.70t/hm², 薯干均产在 7.31 ~ 10.78t/hm² 相比对照徐薯 18 鲜薯都达增产 增产高低顺序为 MNPK > MNP > MN > NPK > CK > N > NP > M > NK 其中 MNPK 处理增产率最高达 19.41%。山东区试结果也显示 徐薯 27 比对照徐薯 18 增产 20%

左右^[11]。对比 CK, N 处理对其产量增产效果不明显。受干率影响, 薯干也都增产, 但增产高低顺序变化为 MNP > MNPK > N > MN > NP > M > NK > NPK > CK 其中, MNP 最高为 19.21%。山东多点区试结果显示 对照徐薯 18 其均增产率为 6%^[11]。试验结果表明 徐薯 27 在土壤肥力均衡、透气性良好等条件下 具有一定超高产生产潜力特点。

表 2 徐薯 27 不同肥料处理下的产量表现

Table 2 Fresh storage root yield of Xushu 27 with different fertilizer treatments

| 肥料处理 Treatment | 徐薯 27(t/hm ²) Xushu27 | | | 徐薯 18(t/hm ²) Xushu18 | | | 比徐薯 18 ± (%) Comparison to Xushu18 | |
|-------------------|--------------------------------------|-------------|-------|--------------------------------------|-------------|------|---------------------------------------|-------|
| | 鲜薯 | 对比 CK ± (%) | 薯干 | 鲜薯 | 对比 CK ± (%) | 薯干 | 鲜薯 | 薯干 |
| | CK | 30.17 | — | 7.31 | 27.25 | — | 7.26 | 10.73 |
| N | 31.15 | 3.23 | 8.32 | 28.60 | 4.95 | 7.41 | 8.92 | 12.28 |
| NP | 34.57 | 14.57 | 8.70 | 32.43 | 19.03 | 8.38 | 6.59 | 3.84 |
| NK | 35.38 | 17.25 | 8.94 | 34.33 | 25.98 | 8.83 | 3.06 | 1.32 |
| NPK | 41.86 | 38.75 | 9.60 | 36.92 | 35.49 | 9.51 | 13.40 | 0.89 |
| M | 40.08 | 32.85 | 9.90 | 38.86 | 42.60 | 9.54 | 3.16 | 3.76 |
| MN | 39.60 | 31.26 | 9.50 | 34.24 | 25.65 | 8.16 | 15.67 | 11.20 |
| MNP | 41.28 | 36.81 | 10.07 | 35.33 | 29.66 | 8.44 | 16.84 | 19.21 |
| MNPK | 45.70 | 51.45 | 10.78 | 38.27 | 40.44 | 9.29 | 19.41 | 16.03 |

CK 表示空白对照

CK: eopressed the blank control

2.4 徐薯 27 品质特性鉴定

2.4.1 主要品质性状指标 甘薯淀粉合成代谢受肥料因素影响相对较小, 其主要受多基因控制, 不同肥料处理间淀粉率差异显著性不明显^[12]。表 3 结果显示 不同肥料处理间徐薯 27 淀粉量差异明显 ($P < 0.05$), 与不施肥(CK)对比, 不均衡施肥差异未达显著水平, 有机肥和化学肥料均衡搭配达极显著水平, 徐薯 27 淀粉产量与施肥量呈一定正相关, 具有一定产量优势。山东区试结果显示, 其干物质积累受雨水量、土壤结构、肥力等因素影响较大, 与徐薯 18 对比, 徐薯 27 平均增产 6.7%^[11]。干物质率对比徐薯 18 低 1 ~ 3 个百分点。

表 3 结果显示, 不同肥料处理间, 徐薯 27 单位面积蛋白质产量差异显著 ($P < 0.05$), 氮效应对蛋白质影响相对钾磷肥效应明显, 缺氮处理(CK)严重制约块根蛋白质合成, 含量最低, 与对照徐薯 18 相比, 有机肥与化学肥料搭配, 更有利于徐薯 27 蛋白质积累, 促进其产量提高。

从表 3 可知, 徐薯 27 与徐薯 18 在不同肥料处理间, 两种糖单位面积产量差异均达显著水平 ($P < 0.05$), M 与 NPK 肥料处理糖产量达最高。与对照徐薯 18 相比, 徐薯 27 还原糖产量相对较高, 可溶性糖差异不明显。徐薯 27 鲜薯糖百分率小, 甜度偏低。贮藏期不易糖化, 可能与其 β -淀粉酶活性低有关。

表 3 徐薯 27 主要品质指标分析结果

Table 3 Results of main quality parameters of Xushu 27

| 肥料处理 Treatment | 淀粉(t/hm ²) Starch | | 蛋白质(kg/hm ²) Protein | | 还原糖(kg/hm ²) Reducing sugar | | 可溶性糖(kg/hm ²) Soluble sugar | | 干率(%) Dry matter | |
|-------------------|-----------------------------------|-------|--------------------------------------|--------|---|--------|---|---------|----------------------|-------|
| | 徐薯 27 | 徐薯 18 | 徐薯 27 | 徐薯 18 | 徐薯 27 | 徐薯 18 | 徐薯 27 | 徐薯 18 | 徐薯 27 | 徐薯 18 |
| CK | 4. 4d | 4. 3 | 296. 0e | 298. 1 | 636. 2e | 483. 7 | 899. 2c | 932. 5 | 24. 2 | 26. 6 |
| N | 4. 8cd | 4. 1 | 492. 0c | 570. 0 | 742. 3d | 445. 0 | 990. 0c | 919. 0 | 24. 4 | 25. 9 |
| NP | 5. 0cd | 4. 6 | 609. 1b | 627. 3 | 732. 5d | 479. 8 | 921. 79c | 1003. 4 | 25. 2 | 25. 8 |
| NK | 4. 9cd | 5. 1 | 678. 4b | 621. 4 | 855. 1c | 378. 3 | 989. 8c | 802. 3 | 25. 3 | 25. 7 |
| NPK | 5. 2bc | 5. 3 | 624. 8b | 671. 5 | 1043. 3b | 462. 6 | 1371. 5b | 1058. 7 | 22. 9 | 25. 8 |
| M | 5. 2bc | 5. 7 | 397. 3d | 385. 4 | 1239. 7a | 590. 7 | 1642. 5a | 1225. 4 | 23. 5 | 24. 6 |
| MN | 5. 5bc | 4. 5 | 629. 9b | 594. 7 | 771. 4cd | 459. 3 | 1008. 4c | 987. 8 | 24. 0 | 23. 8 |
| MNP | 5. 9ab | 4. 7 | 770. 8a | 626. 0 | 733. 0d | 320. 6 | 980. 4c | 963. 6 | 24. 4 | 23. 9 |
| MNPK | 6. 2a | 5. 3 | 796. 6a | 535. 7 | 809. 0cd | 501. 0 | 1017. 3c | 1146. 3 | 23. 6 | 24. 3 |

字母表示 5% 的显著水平, 下同

The letter expressed significant level at 5% , the same as below

2.4.2 淀粉 RVA 特性 淀粉糊化特性是反映甘薯淀粉品质的重要指标,也是评价淀粉物理品质和加工品质的一个重要参数,尤其在淀粉质地、稳

定性以及消化性方面^[2]。图 1、2 可知,徐薯 27 与对照徐薯 18 淀粉 RVA 谱都具明显峰谷,为 A 型谱。

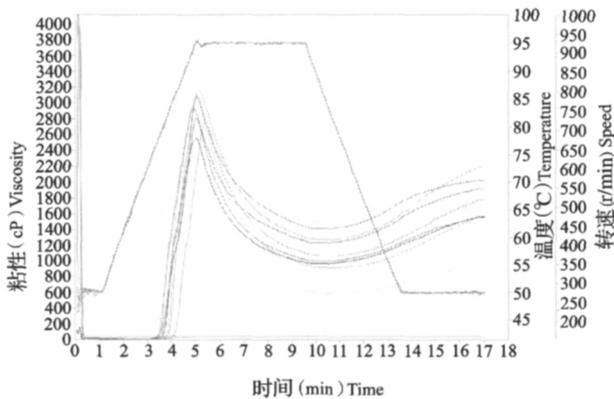


图 1 徐薯 27 淀粉 RVA 图谱

Fig. 1 RVA curve of Xushu 27 starch

表 4 数据表明,不同肥料处理下,徐薯 27 最高粘度(PKV) 具一定差异,氮(N) 处理较明显提高其淀粉溶胀力,与其他处理差异达极显著水平($P < 0. 01$),有机肥降低最高粘度,对最高粘度贡献率依次为氮肥 > 钾肥 > 磷肥 > 有机肥,对照徐薯 18 在(有机肥) M 处理下最高;氮钾互作效应下,徐薯 27 最低粘度(HPV) 达最大,有机肥与化学肥料间差异达显著水平($P < 0. 05$),表明化学肥料下,徐薯 27 淀粉高温下耐剪切能力强,对照徐

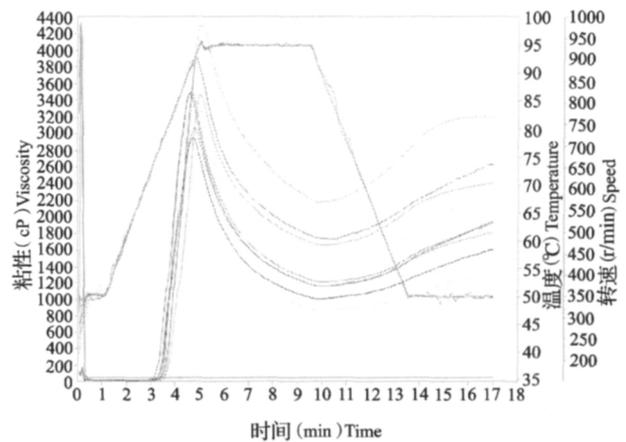


图 2 徐薯 18 淀粉 RVA 图谱

Fig. 1 RVA curve of Xushu 18 starch

薯 18 则在 M 处理下达最高。徐薯 27 最终粘度(CPV) 表现出与 HPV 相似趋势,化学肥料处理间差异不明显,但与有机肥料处理差异达显著水平($P < 0. 05$),氮磷钾有机肥(MNPK) 处理最低,回复值最低,不易老化,可能与直链淀粉含量偏低有关,其淀粉糊的凝胶强度最弱;数据显示,徐薯 27 淀粉糊化温度在较高的 75 ~ 80℃ 范围,差异不明显,表明其淀粉颗粒粒径较小,不同肥料处理对颗粒大小的影响甚微。

表4 徐薯27 淀粉RVA特征值

Table 4 Starch RVA characteristics of Xushu 27

| 肥料处理 Treatment | PKV | | HPV | | CPV | | T | | GT | |
|-------------------|---------|------|--------|------|-------|------|------|------|-------|-------|
| | 徐薯27 | 徐薯18 | 徐薯27 | 徐薯18 | 徐薯27 | 徐薯18 | 徐薯27 | 徐薯18 | 徐薯27 | 徐薯18 |
| CK | 3089bc | 3482 | 1411bc | 1159 | 2030b | 1922 | 5.1 | 4.6 | 77.9 | 73.4 |
| N | 4074a | 3912 | 1496b | 1734 | 2313a | 2627 | 4.3 | 4.87 | 76.4 | 77.35 |
| NP | 3155bc | 3068 | 1268cd | 1161 | 2212a | 1807 | 4.8 | 4.8 | 75.4 | 75.75 |
| NK | 3411b | 3596 | 1658a | 1396 | 2215a | 2271 | 4.7 | 4.73 | 77.1 | 76.3 |
| NPK | 2936cd | 3665 | 1234d | 1487 | 1922c | 2212 | 4.9 | 4.67 | 77.2 | 76.3 |
| M | 2804cde | 4305 | 999e | 2178 | 1563d | 3199 | 5 | 5.07 | 76.65 | 78.7 |
| MN | 3050bc | 2951 | 912e | 1004 | 1578d | 1604 | 5 | 4.73 | 76.8 | 75.7 |
| MNP | 2563de | 2745 | 965e | 861 | 1573d | 1348 | 5 | 4.93 | 79.45 | 78.7 |
| MNPK | 2425e | 3463 | 596f | 1661 | 973e | 2402 | 4.8 | 5 | 77.9 | 78.6 |

3 讨论

3.1 抗病性选择

由于近年国外甘薯种质资源的大量引进、国内不同薯区种质资源的频繁交流以及病害本身抗药性增强,甘薯病害传播速度以及严重程度近年呈上升趋势,甘薯抗病性选择尤其重要。选用抗病性强的亲本容易获得抗病性好的后代^[13],但在甘薯广谱抗源比较缺乏情况下,在甘薯育种实践中对于每个亲本材料的多抗性要求不能过于苛刻,育种工作主要应放在亲本间抗病性的搭配上,亲本选配时应注意双亲对不同病害的抗性各有侧重,以期通过亲本的单一抗性,实现后代的广谱抗性。同样,育种工作者也期待实现育种后代多抗性,但往往综合性状后,实现对不同薯区某一主要病害表现高抗,对其他病害表现抗或中抗即可。

3.2 超高产、稳产性选择

“十五”国家甘薯育种目标导向为淀粉加工用新品种,鲜甘薯超高产或薯干高产为育种趋势之一;甘薯产量的遗传基础极为复杂,受多基因控制,甘薯产量的遗传为非累加效应。在育种实践中利用外源基因的远缘杂交是一种很好途径,扩大其遗传基础,增加后代高产或超高产频率。同时,加强栽培措施管理,调节土壤松紧度,调控肥水,提高光合效率,通过广泛测配和配合力分析,将高产和稳产性有机结合^[14-15]。

3.3 品质性状选择

品质育种上,应根据育种目标和利用途径,不同角度分析入手,如淀粉型甘薯品种,除抗病、高淀粉、高产外,需对淀粉品质提出一定的要求,包括淀粉颗粒大小、 β -淀粉酶活性高低、氧化变褐难易程度、直链淀粉含量高低、淀粉颗粒晶体结构以及糊化特性等,这些对甘薯淀粉的乙醇发酵转化率和粉丝质地及蒸煮特性具有一定影响。

3.4 徐薯27 甘薯新品种具有超高产潜力、抗病、优质的特性

徐薯27 大中薯块多,地上部分长势一般,在大面积高产田具有万斤鲜薯超高产潜力。其淀粉品质好,糖化慢,耐贮藏,高抗甘薯根腐病,中抗茎线虫病。该品种现已在山东、江苏、河南、安徽等多个省区推广种植,是一个综合性状优良,具有较强市场竞争力的甘薯新品种。

参考文献

- [1] 马代夫,刘庆昌. 中国甘薯育种与产业化[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2005: 425
- [2] FAO. [EB/OL]. [2011-05-30]. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, 2009
- [3] 陆国权. 甘薯品质性状的基因型与环境效应研究[M]. 北京: 气象出版社, 2003
- [4] 李秀英, 马代夫, 李洪民, 等. 高淀粉多抗甘薯新品种徐薯25的选育及特性评价[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(2): 309-313
- [5] 李强, 李秀英, 谢逸萍, 等. 抗病高淀粉甘薯品种徐薯26的选育及产量形成特点[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(5): 654-658
- [6] 张允刚, 房伯平. 甘薯种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006
- [7] 谢逸萍, 马代夫, 李洪民, 等. 甘薯茎线虫病抗病性鉴定方法及评价[J]. 杂粮作物, 2002, 22(1): 50-51
- [8] 谢逸萍. 北方薯区主要病害抗病性鉴定方法[J]. 中国甘薯, 1996(8): 164-167
- [9] 唐忠厚, 李洪民, 张爱君, 等. 长期施用磷肥对甘薯主要品质性状与淀粉RVA特性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(2): 393-398
- [10] 唐忠厚, 李洪民, 马代夫. 甘薯蛋白质含量近红外光谱数学模型应用研究[J]. 中国食品学报, 2008, 8(4): 169-173
- [11] 山东省种子管理总站. 山东省甘薯新品种区域试验年报[R]. 济南: 山东省种子管理总站, 2008
- [12] 唐忠厚, 李洪民, 张爱君, 等. 长期定位施肥对甘薯块根产量及其主要品质影响[J]. 浙江农业学报, 2010, 22(1): 57-61
- [13] 张必泰, 邱瑞镰, 徐品莲, 等. 甘薯的产量、干率和抗病性的遗传趋势[J]. 遗传, 1981, 3(1): 28-30
- [14] Lowe S B, Wilson L A. Yield and yield components of six sweet potato (*Ipomoea batatas*) cultivars. I. contribution of yield components to tuber yield[J]. Exp Agr, 1975, 11: 39-48
- [15] 江苏农业科学院, 山东农业科学院. 中国甘薯栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1984