

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2012)03-0129-06

遗传育种

马铃薯不同杂交组合及后代淀粉品质性状的评价

张瑞婷, 石 瑛*, 李 欣, 王冬雪

(东北农业大学农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要: 以马铃薯品种大西洋和资源材料 1533 为母本配制的 10 个杂交组合无性二代为试验材料, 对其淀粉粘度、糊化温度和峰值粘度温度性状进行评价。结果表明: 以大西洋为母本配制的各杂交组合后代无性系个数在粘度高值端、糊化温度低值端及峰值粘度低值端所占比例较大。以 1533 为母本配制的各杂交组合后代无性系个数在粘度高值端占比例也较大、但在糊化温度低值端和峰值粘度低值端占比例很小。综合性状表现最好的是大西洋 × 东农 308, 该组合后代平均粘度为 1 480 BU、平均糊化温度为 67.7℃、平均峰值粘度温度为 78.5℃, 其次表现较好的组合是 1533 × D2 和大西洋 × D2。这 3 个组合是选育马铃薯淀粉加工专用型品种的优良群体材料。

关键词: 马铃薯; 育种; 淀粉品质

Evaluation for Starch Quality Character of Different Potato Crosses

ZHANG Ruiting, SHI Ying*, LI Xin, WANG Dongxue

(College of Agronomy, Northeast Agriculture University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

Abstract: The performance of starch viscosity, gelatinization temperature and peak viscosity temperature were evaluated for clones of 10 crosses using Atlantic and 1533 as female parents in the second clonal generation. Overall, the crosses using Atlantic as female parent had larger proportion of clones with high viscosity value, low gelatinization temperature value and low peak viscosity temperature value. The crosses using 1533 as female parent also had larger proportion of clones with high viscosity value, but lower proportion of clones with low gelatinization temperature value and low peak viscosity temperature value. The cross of Atlantic × Dongnong 308 performed well, with high mean viscosity being 1480 BU, low mean gelatinization temperature 67.7℃ and low mean peak viscosity temperature 78.5℃, followed by 1533 × D2 and Atlantic × D2. Therefore, selection could be made from these crosses for high starch quality potato breeding.

Key Words: potato; breeding; starch quality

长期以来, 我国都是以产量和主要营养成分作为衡量马铃薯品质的标准, 而很少考虑其加工品质和适应性, 导致可用于加工的马铃薯品种较少, 尤其是马铃薯淀粉专用加工型品种欠缺。随着我国马铃薯加工产业的发展, 加工企业对马铃薯原料薯不仅仅只限于对高淀粉的追求, 对淀粉的品质特性也开始日益关注。

马铃薯淀粉与其它种类淀粉在物理化学性能及

应用上均存在较大的差异^[1-2], 在所有植物淀粉中, 马铃薯淀粉的糊浆粘度峰值是最高的, 高于玉米、木薯、小麦淀粉的糊浆粘度峰值, 就马铃薯淀粉本身而言, 不同原料薯加工的淀粉之间糊浆粘度也有差异。马铃薯淀粉的糊化温度低, 低于玉米、小麦、木薯和甘薯淀粉的糊化温度^[3]。另外, 马铃薯淀粉还具有颗粒大, 糊化透明度高, 易膨胀, 含有天然磷酸基团, 蛋白质残留量低, 口味温和, 无刺激, 不

收稿日期: 2012-03-10

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助[Supported by China Agriculture Research System (CARS-10)]。

作者简介: 张瑞婷(1986-), 女, 硕士研究生, 主要从事马铃薯遗传育种研究。

* 通信作者(Corresponding author): 石瑛, 副研究员, 主要从事马铃薯遗传育种研究, E-mail: yshi@mail.neau.edu.cn。

易退化和凝胶等特性。因此, 马铃薯淀粉以其优越的性能被广泛地应用于食品加工、农业、建筑和工业生产中^[4-6]。

本试验以选育淀粉加工专用型马铃薯品种为目标配制的杂交组合为供试材料, 对各杂交组合后代的淀粉粘度、糊化温度和峰值粘度温度等性状进行了评价和鉴定, 筛选出优良的杂交组合, 为马铃薯品质育种亲本的选配提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为来源于东北农业大学马铃薯研究所配制的 10 个杂交组合的无性二代, 组合代号及名称见表 1。每个组合包含无性系 45 份, 全部无性系材料为 450 份, 以炸片品种大西洋和晚熟品种克新 13 号作为对照品种。

表 1 供试材料
Table 1 Materials tested

组合代号 Code	母本 Female parent	父本 Male parent
0821	大西洋	东农 07-23230
0822	大西洋	东农 308
0825	大西洋	朱可夫
0828	大西洋	克新 21 号
0850	大西洋	D2
0833	1533	克新 21 号
0835	1533	D2
0837	1533	Ns78-22-1
0838	1533	东农 05-33068
0840	1533	T1800

1.2 田间试验方法

试验种植在东北农业大学香坊植物类实验实习基地马铃薯试验田, 试验地前茬为大豆。2010 年 5 月 14 日播种, 田间排列采用随机区组设计, 3 次重复, 以每个组合的 15 个无性系为 1 次重复。行长为 1.5 m, 株距为 0.3 m, 行距为 0.7 m, 每个无性系种植 1 行, 每行种植 6 株, 整薯播种。667 m² 施肥量为尿素 5 kg, 二铵 10 kg, 硫酸钾 5 kg, 马铃薯播种前作种肥施入。正常田间管理, 收获日期为 2010 年 9 月 9 日。

1.3 品质分析方法

淀粉的制备: 称取 1.5 kg 左右的鲜马铃薯用水洗净并切成丁, 再用组织捣碎机加蒸馏水捣碎, 然后将适量试样放于 80 目筛上用蒸馏水冲洗, 其纤维素等残留于筛上, 蛋白质、无机盐、糖、可溶性物质留于水中, 淀粉则沉淀于下层, 再过 100 目筛, 将沉淀物用蒸馏水充分洗涤后, 静止 6~7 h, 下层淀粉水量降至 50% 左右, 用真空抽滤机抽滤, 使含水量降至 40% 左右, 经脱水后的淀粉可利用日光晒干或放于干燥箱中进行干燥, 干燥的温度在 $\leq 40^{\circ}\text{C}$, 干燥的时间 25~60 min。

淀粉水分的测定: 采用快速水分测定仪测定。

淀粉粘度测定: 按照 GB / 14490 -1993 规定的方法测定。

准确称取 20 g 淀粉(以干基计)于 500 mL 带胶塞的容量瓶中, 加蒸馏水配制成 500 mL 的淀粉乳, 将配好的淀粉乳倒入粘度杯中, 按规定安装好仪器, 从 20 $^{\circ}\text{C}$ 开始升温, 升、降温速率为 1.5 $^{\circ}\text{C}$ / min, 在 95 $^{\circ}\text{C}$ 和 50 $^{\circ}\text{C}$ 分别保温 0.5 h, 即可得到粘度曲线。记录粘度曲线上的糊化温度、峰值粘度温度和淀粉粘度。测量盒扭矩 $6.9 \times 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m}$, 转子转速 75 r / min, 粘度单位为 BU。

1.4 数据采集与处理

收获后半个月对每个组合的无性系进行淀粉的提取, 随后进行淀粉粘度和糊化温度的测定。对淀粉粘度和糊化温度等品质性状进行方差分析和差异显著性测验(SSR 法)^[7], 使用 Excel 2003 对各主要性状绘制次数分布图。

2 结果与分析

将各组合后代淀粉粘度、糊化温度和峰值粘度温度的结果进行方差分析和差异显著性测验, 结果列成表 2 和表 3。

2.1 淀粉粘度

淀粉粘度, 就是淀粉糊的粘稠程度。淀粉粘度高低是评价马铃薯淀粉质量优劣的重要指标。由表 2 可见, 供试不同杂交组合间的平均淀粉粘度存在显著差异。

表 3 列出了各杂交组合后代淀粉粘度的多重比较结果, 从表 3 中数据可以看出, 各参试组合在淀粉粘度上均未超过对照品种大西洋。以大西洋为母本配制的组合 0825、0822、0828、0821 和组合

表 2 淀粉品质性状的方差分析
Table 2 Analysis of variance for starch characters

性状 Character	变异来源 Variation source	DF	SS	MS	F
淀粉粘度(BU) Starch viscosity	组合间	11	598162.40	54378.40	15.49**
	区组间	2	1072.01	536.01	0.15
	误差	22	77220.25	3510.01	
	总变异	35	676454.70		
糊化温度(℃) Gelatinization temperature	组合间	11	7.89	0.72	5.90**
	区组间	2	0.25	0.13	1.03
	误差	22	2.68	0.12	
	总变异	35	10.82		
峰值粘度温度(℃) Peak viscosity temperature	组合间	11	285.44	25.95	5.87**
	区组间	2	4.51	2.26	0.51
	误差	22	97.34	4.43	
	总变异	35	387.29		

注：* 表示在 5%水平下差异显著，** 表示在 1%水平下差异极显著

Note: * and ** mean significance at 5% and 1% level of probability, respectively.

表 3 各组合间淀粉品质性状的比较
Table 3 Comparison of strach quality character in different crosses

组合代号 Code	粘度(BU) Starch viscosity			组合代号 Code	糊化温度(℃) Gelatinization temperature			组合代号 Code	峰值粘度温度(℃) Peak viscosity temperature		
大西洋 Atlantic	1733	a	A	0833	68.6	a	A	0840	86.1	a	A
0825	1508	b	B	0837	68.5	ab	AB	0837	83.7	ab	AB
0822	1480	bc	B	0838	68.5	ab	AB	0838	82.5	abc	AB
0828	1429	bcd	BC	0828	68.3	abc	ABC	0850	82.1	bcd	AB
0821	1408	bcd	BCD	0821	68.1	abcd	ABCD	0833	81.7	bcd	AB
0850	1404	bed	BCD	大西洋 Atlantic	67.9	bede	ABCDE	0821	81.0	bed	AB
0837	1378	cde	BCD	0825	67.9	bede	ABCDE	0825	81.0	bed	AB
0838	1375	cde	BCD	0822	67.7	cdef	BCDE	0835	80.8	bed	AB
0833	1326	de	CDE	0840	67.6	cdef	BCDE	0828	80.0	bed	B
0835	1320	de	CDE	0850	67.4	def	CDE	0822	78.5	cd	BC
克新 13 号 Kexin13	1273	ef	DE	0835	67.4	ef	DE	克新 13 号 Kexin13	78.3	d	BC
0840	1200	f	E	克新 13 号 Kexin13	67.1	f	E	大西洋 Atlantic	74.4	e	C

注：同列数据小写字母不同表示 5%水平显著，大写字母不同表示 1%水平显著。

Note: Small leter and capital leter mean significance at 5% and 1% level of probability, respectively.

0850 的淀粉粘度值比其它组合和对照品种克新 13 号都高，平均淀粉粘度分别是 1 508、1 480、1 429、1 408、1 404，5 个组合间的淀粉粘度差异未达到显著水平；以 1533 为母本配制的组合 0837、0838、0833 和组合 0835 的淀粉粘度稍低，平均淀粉粘

度分别为 1 378、1 375、1 326 和 1 320，都达到了优级水平，这 4 个组合间粉粘度差异不显著；组合 0840 的淀粉粘度最低，显著低于其它参试组合。

依据各组合内无性系淀粉粘度在不同区间内所

占的比率绘制成图 1, 由图可以看出, 参试的各杂交组合淀粉粘度均在 900 BU 以上, 各组合无性系个数在淀粉粘度高值端分布较多。其中组合 0821、0822、0825、0828、0837 和组合 0850 中淀粉粘度值大于 1 300 BU 的无性系个数占 75% 以上, 组合 0833、0835 和组合 0838 中淀粉粘度值大于 1 300 BU 的无性系个数占 63% 左右, 组合 0840 淀粉粘度大于 1 300 BU 的无性系数仅占 11%, 其余的都分布在 1 100~1 300 BU 之间。以大西洋为母本的 5 个杂交组合中淀粉粘度大于 1 500 BU 的无性系数占

33.3%~62.5%, 其中组合 0822 的无性系数个数占 62.5%; 这几个组合的母本均为对照品种大西洋(淀粉粘度 1 733 BU), 可见其在淀粉粘度上的遗传力较高。

2.2 糊化温度

淀粉加水加热至 60~75℃ 左右, 淀粉粒急剧大量吸水膨胀, 形状被破坏, 呈现为半透明的胶体状的糊浆, 这一过程即为淀粉的糊化, 糊化温度是淀粉能实现糊化的温度^[8]。淀粉糊化特性是反映淀粉品质的重要指标, 对淀粉的营养及其加工品质有重要影

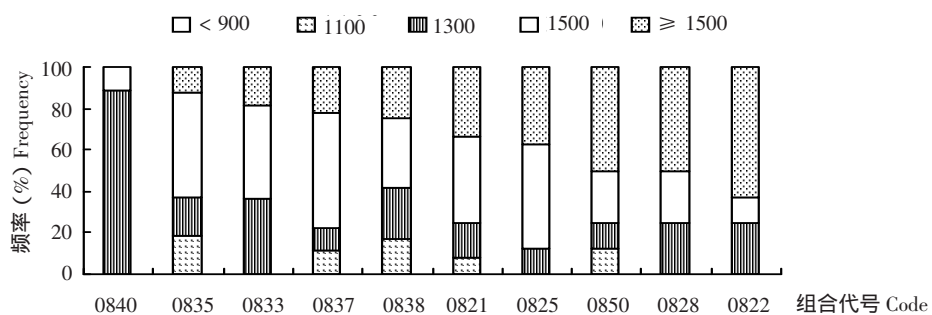


图 1 各杂交组合淀粉粘度的分布

Figure 1 Starch viscosity distribution of different crosses

响。由表 2 可见, 供试不同杂交组合间的平均糊化温度存在显著差异。

各杂交组合后代淀粉糊化温度的多重比较结果见表 3。从表 3 中数据可以看出, 参试组合 0825、0822、0840、0850、0835 的糊化温度在 0.01 水平下与对照品种大西洋和克新 13 号差异都不显著, 糊化温度相当且较低, 这 5 个组合的

平均糊化温度分别为 67.9、67.7、67.6、67.4、67.4℃, 可以从这些组合后代中筛选出低糊化温度的无性系作为今后品质育种的资源材料。

依据各组合内无性系的淀粉糊化温度在不同范围内所占的比率绘制成图 2, 从图 2 可以看出, 组合 0821、0822、0825、0828、0850 和 0835 的无性系个体在糊化温度小于 68℃ 的低值端分布较多,

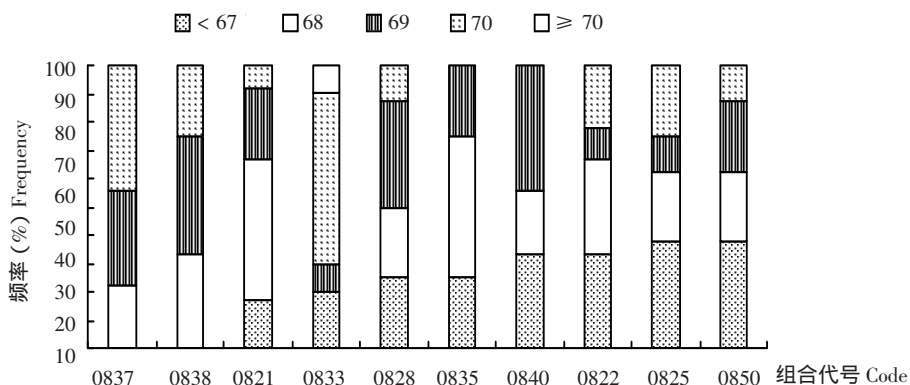


图 2 各杂交组合淀粉糊化温度的分布

Figure 2 Gelatinization temperature distribution of different crosses

占无性系总数的 2/3 左右, 其中组合 0835 中的无性系分布最多, 占无性系总数的 3/4。淀粉的糊化温度越低越有利于生产上的加工与利用, 在淀粉品质育种中, 应选择糊化温度较低的杂交组合后代进入下一轮的筛选鉴定。

2.3 峰值粘度温度

峰值粘度温度, 就是淀粉浆糊达到最高粘度时的温度。淀粉的峰值粘度温度越低, 淀粉的可利用性越好。由表 2 可见, 供试不同杂交组合间的平均峰值粘度温度存在显著差异。

将各杂交组合后代淀粉峰值粘度温度的多重比较结果见表 3, 从表 3 可以看出, 各参试的组合在峰值粘度温度上均超过对照品种克新 13 号和大西洋。峰值粘度温度高的组合有 0840、0837、0838, 平均峰值粘度温度分别为 86.1、83.7、82.5℃, 3 个组合间差异不显著; 组合 0822 峰值粘度温度最低, 平均温度值为 78.5℃。其它各组合的峰值粘度温度较高, 各组合间的峰值粘度温度差异未达到显著水平。

依据各组合内无性系的淀粉峰值粘度温度在不同范围内所占的比率绘制成图 3, 从图 3 可以看

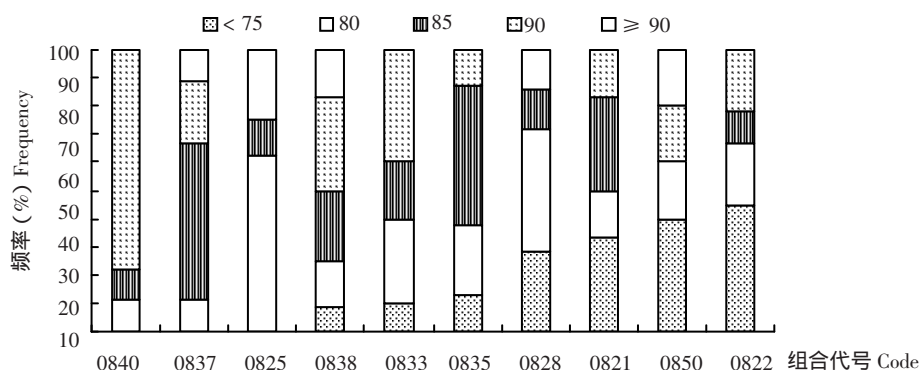


图 3 各杂交组合淀粉峰值粘度温度的分布

Figure 3 Peak viscosity temperature distribution of different crosses

出, 以大西洋为母本的各杂交组合的无性系数在峰值粘度温度低值端分布较多, 小于 80℃的无性系数个数占到了总体的 1/2 以上, 组合 0821、0822、0825、0828、0850 分别占 50%、67%、63%、71%、60%, 但组合 0825、0828、0850 的峰值粘度温度在 90℃以上也占有一定比例, 大约占到 20%左右, 所占比例较小; 而以 1533 为母本的各杂交组合的无性系数在峰值粘度温度低值端分布则较少, 小于 80℃的无性系数个数还不到总体的 2/5, 组合 0833、0835、0837、0838、0840 分别占 40%、37%、11%、25%、11%, 其中组合 0835 的峰值粘度温度在小于 85℃的无性系数个数所占比例较大, 达到了 88%。在实际应用上, 淀粉的峰值粘度温度越低越有利于生产上的加工与利用, 所以应该选择在峰值粘度温度低值端分布较多的杂交组合进入下一轮的育种程序。

通过对各杂交组合后代在淀粉粘度、糊化温度、峰值粘度温度方面进行综合分析, 结果表明以大西洋为母本配制的各杂交组合后代的无性系在粘

度高值端、糊化温度低值端及峰值粘度低值端所占比例较大, 而以 1533 为母本配制的各杂交组合后代的无性系数在粘度高值端所占比例也较大、但在糊化温度低值端和峰值粘度低值端所占比例很小。组合 0822(大西洋 × 东农 308)是综合表现最好的组合, 后代平均粘度为 1 480 BU、平均糊化温度为 67.7℃、平均峰值粘度温度为 78.5℃, 后代无性系的淀粉粘度都在 1 100 BU 以上, 1 300 BU 以上的占 75%, 糊化温度小于 68℃的无性系数个数占 67%, 平均峰值粘度温度为所有参试组合中最低值, 在峰值粘度温度低值端占 67%。其次表现较好的是组合 0835(1533 × D2)和组合 0850(大西洋 × D2), 其平均粘度值分别为 1 404 和 1 320 BU, 无性系个体在粘度高值端所占比例都在 60%上; 组合 0835 后代的平均糊化温度最低, 无性系数个数在糊化温度低值端占 75%, 组合 0850 占到 63%; 在峰值粘度温度上, 组合 0835 在小于 85℃的无性系数个数所占比例较大, 达到了 88%, 组合 0850 在小于 85℃的无性系数个数占 60%。

3 讨 论

长期以来, 中国马铃薯育种和生产只是单纯地追求产量, 忽视了对加工品质的选育和改良。随着马铃薯产业的发展, 马铃薯淀粉加工对原料薯的选择, 已经不要求其具有较高的淀粉含量, 已逐渐开始对淀粉品质有了一定的要求。马铃薯淀粉品质性状及其重要农艺性状均是复杂的微效多基因控制的数量性状, 除了品种自身的特性外, 在很大程度上又取决于自然气象条件、土壤肥力和栽培管理技术水平等影响。

目前我国的马铃薯育种仍然以常规的杂交育种为主, 育种成败的关键在于亲本的正确选择和杂交组合的配制。从本试验可以看出, 以大西洋为母本配制的杂交组合后代的平均淀粉粘度高, 后代具有高粘度的无性系个体所占的比例大。大西洋品种自身的淀粉粘度值非常高, 表明用其做母本可将其高粘度这一特性较好地遗传给后代。在糊化温度和峰值粘度温度这两个性状上, 以大西洋为母本的后代无性系在其低值端占的比例都很大, 而以 1533 为母本的后代无性系在其低值端所占比例较小。因此, 以大西洋为母本的杂交组合后代在今后的淀粉品质

育种中应予以重视。

本试验参试的 10 个杂交组合后代均为无性二代材料, 试验中仅对其淀粉的粘度、糊化温度和峰值粘度温度进行了测定和分析, 而对各组合后代的淀粉含量、淀粉产量及其它性状均未测定, 因此不能对各组合的优劣进行最终的评价。在今后的育种工作中应结合主要的农艺性状综合地评价各杂交组合, 以明确各组合的特点和利用方向。

[参 考 文 献]

- [1] 吉宏武, 丁霄霖. 马铃薯直链淀粉与支链淀粉的分离方法[J]. 食品科技, 2000(6): 6-7.
- [2] 赵萍. 马铃薯加工技术[M]. 兰州: 甘肃科技出版社, 1999.
- [3] 于天峰. 马铃薯淀粉的糊化特性、用途及品质改良[J]. 中国马铃薯, 2005, 19(4): 223-225.
- [4] 李贵春, 王江, 郑丽莉, 等. 马铃薯精淀粉加工考察报告[J]. 中国马铃薯, 1997, 11(1): 59-61.
- [5] 张洪微, 韩玉洁, 冯传威. 马铃薯淀粉的综合开发利用[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2003, 19(6): 705-710.
- [6] 赵萍, 巩慧玲, 赵瑛. 不同品种马铃薯淀粉及其直链淀粉、支链淀粉含量的测定[J]. 兰州理工大学学报, 2004, 30(1): 76-78.
- [7] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [8] 于天峰, 夏平. 马铃薯淀粉特性及其利用研究[J]. 中国农业通报, 2005, 21(1): 55-58.

关于 2012 年中国马铃薯大会代表通讯录征集广告的通知

2012 年中国马铃薯大会定于 7 月 28 日在乌兰察布市召开, 各有关单位已积极为此次大会作各种准备工作。为使本次大会通讯录能顺利出版, 请各单位自行做好通讯录版面设计(版面大小要求 21.6 cm× 29.1cm 横版), 及时与专业委员会或广告负责人沟通。其他详细情况电话或邮箱联系。

广告价目: 彩版每版 4000 元 黑白版 1000 元 联系电话: 0451-55190003

联 系 人: 陆忠诚 手 机: 13936431480 E-mail: potatobjb@neau.edu.cn

书

讯

《中国马铃薯》杂志 2009、2010、2011 年精装合订本, 各 80 元/本, 2011 年中国马铃薯大会年会论文集《马铃薯产业与科技扶贫》、2012 年《马铃薯产业与水资源高效利用》, 每本定价 100 元, 有需要的读者, 请另加 10% 邮费, 寄至本刊编辑部, 汇款时请注明, 款到寄书。

联系电话: 0451-55190003

《中国马铃薯》