

迷你甘薯新品系的引进及感官品质特性比较

吴巧玉¹, 邓仁菊¹, 张廷刚², 胡方礼², 何天久^{1*}

(1. 贵州省农业科学院生物技术研究所, 贵州贵阳 550006; 2. 紫云自治县科技服务中心, 贵州安顺 561000)

摘要 为选育出适宜贵州省种植的商品性好和风味佳的迷你新品系, 对引进的 14 份迷你甘薯材料的农艺性状、产量、品质及感官进行调查。结果表明, 浙 20 和浙 132 产量高、长势强、薯皮光滑、商品性较好、感官评价也较好, 适宜在当地种植, 可在贵州省进行下一步生产试验和示范推广种植; 浙 33 产量在供试材料中表现理想, 可进一步试种。

关键词 迷你甘薯; 农艺性状; 理化品质; 感官评价

中图分类号 S531 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)17-0043-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.17.012



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Comparison of Sensory Quality Characteristics and Introduction of New Mini Sweet Potato

WU Qiao-yu¹, DENG Ren-ju¹, ZHANG Ting-gang² et al (1. Biological Technology Institute, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang, Guizhou 550006; 2. Ziyun Autonomous County Science and Technology Service Center, Anshun, Guizhou 561000)

Abstract In order to select new mini-sweet potato strains with good commodity and good flavor, the new 14 mini-sweet potato materials were introduced in Guizhou Province. The agronomic properties, yield, quality and sensory properties of potato materials were investigated. The results showed that Zhe 20 and Zhe 132 had high yield, strong growth, smooth skin, good commodity and good sensory evaluation, and were suitable for local cultivation, which could be carried out in the next production experiment, demonstration and popularization in Guizhou Province. The yield of Zhe 33 performed well in the tested materials, so it could be further tested.

Key words Mini-sweet potato; Agronomic traits; Physical and chemical quality; Sensory evaluation

甘薯被世界卫生组织评为“冠军蔬菜”。20 世纪 80 年代之前, 我国粮食还十分短缺, 甘薯因具有高产稳产和适应性广等优点, 成为人们生活的主粮作物, 当时对甘薯的评价标准是产量高、薯块大。到了 20 世纪 80 年代后期, 我国粮食问题基本解决, 甘薯由传统粮食转变为主要饲料、淀粉原料, 经济价值仍然偏低。20 世纪 90 年代, 甘薯逐步从主粮转变为搭配精粮的健康、休闲食品, 对甘薯的品质和形态提出了新的要求^[1]。人们的膳食要求一是方便、快速, 如适合微波炉烧烤、烤箱烘烤等; 二是量小、清洁。21 世纪以来, 为满足我国人民膳食新要求而成功研究的“迷你甘薯”, 深受广大消费者喜爱, 畅销杭州、上海等地超市。2009 年, 每块重量为 20~85 g 的鲜薯已成功出口到欧盟, 表明“迷你甘薯”已得到国际市场的认可。

目前“迷你甘薯”在超市销售价格为普通甘薯的 3~6 倍^[2], 产品供不应求, 已成为农民增收增效途径之一。甘薯是贵州重要的粮食农作物之一, 同时也是第二大薯类作物, 主要用作鲜食菜用、饲料和淀粉加工等^[3-4]。贵州甘薯近几年得到了很大的发展, 种植面积也在不断扩大。而贵州的甘薯以鲜食和作饲料为主, (除紫云红心薯外) 其余甘薯品种的价格较低廉, 加上贵州本地甘薯品种普遍低产。紫云红心薯平均产量不到 11 250 kg/hm², 而在早期种植收获的紫云红心薯产量更低, 约 5 250 kg/hm², 在市场上销售约 12 元/kg, 最高价格 20 元/kg, 但产量太低, 薯形不是很好, 且不同土质种

植收获的薯块形状差别很大, 因此要为农民增加收益单靠这个品种还比较困难, 因此要推进贵州甘薯产业, 使农民增产增收, 引进选育高产优质的早熟迷你甘薯品种是关键。鉴于此, 笔者以从浙江引进的 14 种迷你甘薯在贵州种植, 通过观测其农艺性状、产量、品质及食味鉴定, 筛选出适合贵州种植的优质迷你甘薯。

1 材料与方法

1.1 材料 材料为 14 种早熟迷你甘薯, 名称分别为浙 13、浙 15、浙 20、浙 33、浙 70、浙 75、浙 132、浙 255、浙 259、浙 6025、JS-84、S8、心玉、红香蕉。试验材料从浙江农业科学院引进, 于 2020 年 6 月种植在贵州省生物技术研究所试验基地, 田间种植与中期管理按统一标准。扦插 50 株进行主要农艺性状鉴定, 9 月底收获, 挑选大小一致, 表皮无损、无病害的新鲜紫薯用于理化指标测定和食味评价。

1.2 方法 参照国家行业标准甘薯种质资源描述规范进行主要农艺性状鉴定^[5]。采用直接称重法测定单株产量。参照吴列洪等^[6]方法测定干率: 选取大小相近薯块 3 个, 洗净, 表皮晾干, 中部切丝混匀, 称取 100 g, 80 °C 烘干至恒重。干率=烘干后重量/鲜重。参照王娟等^[7]方法测定粗淀粉含量; 可溶性糖和蛋白质含量用试剂盒测定; 参考 Wu 等^[8]研究方法, 采用北京索莱宝公司试剂盒测定。参考薛冠炜等^[9]研究方法, 鲜薯蒸熟后采用人工打分法进行感官评定。感官评价标准如表 1 所示。

1.3 数据处理 采用 Excel 和 SPSS 统计软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同甘薯品种主要农艺性状的比较 各品种的顶叶色、叶色、叶形、叶脉色、茎主色、节间长、主蔓长、薯形、薯皮

基金项目 贵州省科技计划项目(黔科合支撑[2020]1Y093号, [2020]1Y054号); 贵州省甘薯工程技术研究中心(黔科合平台人才[2019]5201号)。

作者简介 吴巧玉(1982—), 女, 四川仁寿人, 助理研究员, 硕士, 从事薯类作物研究。* 通信作者, 副研究员, 博士, 从事薯类作物储藏研究。

收稿日期 2021-01-25; **修回日期** 2021-02-23

色、薯肉色农业性状特征见表2。各品种的叶色均为绿色。叶形主要为缺刻和三角形2种;其中叶形缺刻的有浙20、浙259、浙70、JS-84、浙255、S8;三角形的有浙33、红香蕉、浙75、浙132、浙6025、浙13、浙15、心玉。叶脉色为绿的有浙20、浙33、S8;全部叶脉部分紫的有红香蕉、浙75、浙6025、浙70、JS-84、浙255、浙15;主脉部分紫的有浙132、浙13、心玉。茎主色为绿的有浙33、红香蕉、浙132、浙6025、浙259、浙255、S8;茎主色为绿带少量紫斑的有浙20、浙75、JS-84、浙15;茎主色为绿带大量紫斑的有浙70、浙13、心玉。节间长极短的有浙20、浙33、红香蕉、JS-84、浙15、S8;节间长短的有浙75、浙6025、浙259、浙70、浙255、心玉;节间中等的有浙132、浙13。主蔓长短的有浙20、浙33、红香蕉、浙75、浙70、JS-84、浙255、浙15、S8;其余材料主蔓长为中。薯形有纺锤、短纺锤、球形、长筒形等。薯皮浙75为白色,JS-84薯皮为浅黄,其余为粉红和紫红。薯肉色白色的有浙75、浙6025、浙15;浅黄的有浙20、红香蕉、S8、心玉;橘黄的有浙33、浙259、JS-84、浙255;橘红的有浙132、浙70。

表1 甘薯感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation standard of sweet potato

序号 No.	评价指标 Evaluation index	评价标准 Evaluation standard	评分 Score
1	硬度	松软可口	21~30
		略硬,口感差	11~20
		很硬,口感差	1~10
2	纤维感	纤维很少	21~30
		有纤维	11~20
		纤维很多	1~10
3	黏度	咀嚼时黏牙	21~30
		咀嚼时不太黏	11~20
		咀嚼时不黏牙,呈松散沙质口感	1~10
4	甜度	甜度很高	21~30
		甜度一般	11~20
		甜度很低	1~10
5	香味(甘薯特征风味)	浓郁(甘薯味很强)	21~30
		中(一般)	11~20
		淡(甘薯味很少)	1~10
6	整体口感	口感很好	21~30
		口感一般	11~20
		口感很差	1~10

表2 不同甘薯品种主要农艺性状的比较

Table 2 Comparison of the main agronomic characters of the tested varieties

参试品种 Tested variety	顶叶色 Top leaf color	叶色 Leaf color	叶形 Leaf shape	叶脉色 Leaf vein color	茎主色 Essential color of stem	节间长 Internode length	主蔓长 Max vine length	薯形 Tuber shape	薯皮色 Tuber skin color	薯肉色 Tuber pulp color
浙20 Zhe 20	绿	绿	缺刻	绿	绿带少量紫斑	极短	短	纺锤	紫红	浅黄
浙33 Zhe 33	绿	绿	三角形	绿	绿	极短	短	纺锤	紫红	橘黄
红香蕉 Hongxiangjiao	黄绿	绿	三角形	全部叶脉部分紫	绿	极短	短	短纺锤	粉红	浅黄
浙75 Zhe 75	绿	绿	三角形	全部叶脉部分紫	绿带少量紫斑	短	短	上膨纺	白	白
浙132 Zhe 132	绿	绿	三角形	主脉部分紫	绿	中等	中	球形	粉红	橘红
浙6025 Zhe 6025	黄绿	绿	三角形	全部叶脉部分紫	绿	短	中	球形	紫红	白
浙259 Zhe 259	绿	绿	缺刻	主脉部分紫	绿	短	中	长筒形	粉红	橘黄
浙70 Zhe 70	黄绿	绿	缺刻	全部叶脉部分紫	绿带大量紫斑	短	短	纺锤	粉红	橘红
浙13 Zhe 13	绿	绿	三角形	主脉部分紫	绿带大量紫斑	中等	中	长筒形	粉红	黄
JS-84	黄绿	绿	缺刻	全部叶脉部分紫	绿带少量紫斑	极短	短	下膨纺	浅黄	橘黄
浙255 Zhe 255	绿	绿	缺刻	全部叶脉部分紫	绿	短	短	纺锤	粉红	橘黄
浙15 Zhe 15	黄绿	绿	三角形	全部叶脉部分紫	绿带少量紫斑	极短	短	长纺锤	紫红	白
S8	黄绿	绿	缺刻	绿	绿	极短	短	长筒形	粉红	浅黄
心玉 Xinyu	黄绿	绿	三角形	主脉部分紫	绿带大量紫斑	短	中	球形	紫红	浅黄

2.2 不同甘薯品种产量和干率的比较 由表3可知,产量从高到低依次为:浙255>浙33>浙132>浙20>浙259>浙70>心玉>浙6025>浙15>浙75>JS-84>红香蕉>浙13>S8。干率从高到低依次为:浙20>浙33>心玉>浙13>浙15>红香蕉>浙70>浙259>浙75>浙6025>S8>浙132>JS-84>浙255。14种迷你甘薯每株结薯个数都大于2个,最高可达每株8个。其中浙20每株结薯4个左右,每个薯块约100g,干率在整个迷你甘薯中最高,可达到31.89%,产量在3.84 kg/hm²。浙255单株产量最高,可达1.58 kg,产量也最高,可达4.53 kg/hm²,但是平均每个薯块较大,约300g,薯形不是很好。目前市场上受欢迎的迷你甘薯薯块重量一般在50~150g最好,因此这14种材料中薯块重量在50~150g的材料有6种:浙20、浙75、浙6025、浙13、JS-84、S8。

2.3 不同甘薯品种理化指标的比较 对14种迷你甘薯的淀粉含量、总糖含量及蛋白质含量进行测定,结果如表3所示。

表3 不同甘薯品种产量和干率的比较

Table 3 Comparison of the yield and dry rate of different sweet potato varieties

品种名称 Variety name	单株结薯 个数 Number of tubers//个	单株鲜重 Fresh weight kg	干率 Dry rate %	产量 Yield kg/hm ²
浙20 Zhe 20	3.67	0.39	31.89	38 400
浙33 Zhe 33	6.33	1.42	30.00	41 700
红香蕉 Hongxiangjiao	4.00	0.15	26.92	28 620
浙75 Zhe 75	8.00	0.80	22.31	30 090
浙132 Zhe 132	2.33	1.16	20.76	39 600
浙6025 Zhe 6025	3.00	0.40	22.04	33 510
浙259 Zhe 259	5.00	1.37	24.23	37 200
浙70 Zhe 70	3.67	0.60	26.45	36 000
浙13 Zhe 13	2.33	0.25	29.87	28 425
JS-84	2.33	0.24	19.70	29 970
浙255 Zhe 255	5.67	1.58	19.34	45 300
浙15 Zhe 15	3.00	0.48	28.36	31 800
S8	2.33	0.30	21.82	27 060
心玉 Xinyu	3.67	0.73	29.91	35 100

由表 4 可知,14 种甘薯材料淀粉含量从高到低依次为:浙 20>浙 33>心玉>浙 13>浙 15>红香蕉>浙 70>S8>浙 259>浙 75>浙 6025>浙 132>JS-84>浙 255;总糖含量从高到低依次为:浙 132>浙 15>心玉>浙 20>浙 33>浙 13>浙 6025>红香蕉>浙 70>浙 259>浙 75>S8>JS-84>浙 255;蛋白质含量从高到低依次为:JS-84>浙 20>浙 70>浙 6025、红香蕉>浙 15>浙 13>心玉>浙 33>浙 259>浙 75>浙 132>S8>浙 255。其中,浙 20 淀粉含量为 25.75%,在所有材料中最高,总糖含量 265.24 mg/g,居第 4 位,蛋白质含量 10.96 mg/g,居于第 2 位,整体品质占 14 种材料中前列,综合营养价值较高。

2.4 不同甘薯品种综合感官评价的比较 对 14 种迷你甘薯蒸煮后的感官评价结果见表 5。感官评价结果表明,14 种迷你甘薯材料中,11 种甘薯硬度可接受度较好,评分在松软可口的范围内,而浙 70、浙 13 及浙 15 共 3 种材料口感一般略硬,可接受程度稍低。纤维感评分 21 分(纤维很少)以上的有浙 20、浙 75、浙 132、浙 259、JS-84、浙 255、浙 15、S8、心玉,而其余 6 种有纤维。从黏度来看,中浙 75、浙 6025、JS-84、浙 255 咀嚼时黏牙;其余 10 种甘薯咀嚼时不太黏。所有材料甜度一般,评分在 11~20 分。从香味来看,浙 70 甘薯味浓郁,其余材料居中。从总体口感来看,各品种综合感官评

价从高到低依次为:浙 20>浙 33>红香蕉、浙 75>浙 132>浙 6025>浙 259、浙 70、浙 13>JS-84、浙 255>浙 15>S8、心玉。

表 4 不同甘薯品种理化指标的比较

Table 4 Comparison of the physical and chemical indexes of sweet potato varieties

品种名称 Variety name	淀粉含量 Starch content %	总糖含量 Total sugar content//mg/g	蛋白质含量 Protein content mg/g
浙 20 Zhe 20	25.75	265.24	10.96
浙 33 Zhe 33	23.89	258.03	8.56
红香蕉 Hongxiangjiao	20.86	216.75	10.27
浙 75 Zhe 75	16.31	200.33	7.81
浙 132 Zhe 132	14.78	282.79	7.31
浙 6025 Zhe 6025	16.04	217.51	10.27
浙 259 Zhe 259	18.20	202.23	8.04
浙 70 Zhe 70	20.39	213.02	10.71
浙 13 Zhe 13	23.76	251.89	9.37
JS-84	13.74	133.29	11.61
浙 255 Zhe 255	13.39	104.04	4.46
浙 15 Zhe 15	22.27	272.45	9.82
S8	18.66	166.38	5.68
心玉 Xinyu	23.80	265.86	8.93

表 5 不同甘薯品种综合感官评价的比较

Table 5 Comparison of the comprehensive sensory evaluation of sweet potato varieties

品种名称 Variety name	硬度 Hardness	纤维感 Fibrous sensation	黏度 Viscosity	甜度 Sweetness	香味 Perfume	总体 Total
浙 20 Zhe 20	23.50	21.25	19.00	18.00	19.75	22.00
浙 33 Zhe 33	22.00	20.75	17.75	18.25	19.75	20.50
红香蕉 Hongxiangjiao	22.00	19.67	19.00	19.00	20.67	20.33
浙 75 Zhe 75	21.67	22.33	21.33	17.33	19.33	20.33
浙 132 Zhe 132	22.00	21.33	20.67	17.67	19.00	20.00
浙 6025 Zhe 6025	24.75	20.50	21.25	17.50	18.75	19.75
浙 259 Zhe 259	23.00	22.67	17.00	17.00	19.33	19.67
浙 70 Zhe 70	17.33	18.33	19.67	19.00	21.67	19.67
浙 13 Zhe 13	20.67	18.33	20.33	17.00	20.00	19.67
JS-84	23.67	24.67	21.67	15.33	16.67	19.33
浙 255 Zhe 255	23.00	22.67	21.67	17.33	17.67	19.33
浙 15 Zhe 15	20.33	21.67	16.67	15.67	17.00	18.33
S8	22.67	24.33	21.67	15.33	17.33	18.00
心玉 Xinyu	21.33	21.67	20.33	16.33	18.00	18.00

3 结论

甘薯的生长发育及品质受基因型、环境及其互作的共同影响,同一品种在不同的地区种植时,产量、品质等性状可能会有不同程度的差别^[10]。甘薯品种资源的收集、筛选、鉴定有利于甘薯的品质改良^[11-12]。引进浙江的迷你甘薯品种在贵州种植的试验结果表明,浙 20 和浙 132 产量高、长势强、薯皮光滑、商品性较好,感官评价也较好,适宜在当地种植,可在贵州省进行下一步的生产试验和示范推广种植。浙 33 产量在供试材料中表现好,可进一步试种。浙 255 虽然产量表现较好,但是在贵州的土壤条件下薯块容易发生开裂、畸变,口感不是很好,因此商品性不强;红香蕉、S8、浙 13、JS-84 产量不理想。浙 6025、浙 259、浙 70、浙 15 及心玉感官评价中

口感略差。因此在后续的试验中,以上 10 份材料被淘汰。

参考文献

- [1] 季志仙. 早熟优质迷你型甘薯高效育种程序的建立与应用[J]. 作物杂志, 2014(3): 36-39.
- [2] 杨继, 陆国权, 陆智明. 迷你甘薯研究和利用现状及其发展前景[J]. 作物杂志, 2008(4): 9-11.
- [3] 宋吉轩, 雷尊国, 丁海兵, 等. 贵州甘薯地方种质资源 ISSR 遗传多样性分析[J]. 种子, 2011, 30(3): 76-80.
- [4] 付梅, 李云, 王承星, 等. 鲜食甘薯新品种在不同生态环境下筛选初报[J]. 种子, 2019, 38(7): 126-130.
- [5] 赵冬兰, 唐君, 熊兴平, 等. 标准名称: 甘薯种质资源描述规范 NY/T 2939—2016[S]. 北京: 中国农业出版社, 2016.
- [6] 吴列洪, 沈升法, 李兵. 甘薯甜度与薯块蒸煮前后糖分的相关性研究[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(9): 25-29.
- [7] 王娟, 王帆, 张鸽, 等. 烤烟烟叶淀粉含量 5 种测定方法的比较[J]. 分子植物育种, 2019, 17(5): 1673-1678.

(下转第 60 页)

区域经济社会和生态环境保护协调发展,保障区域民生福祉具有重要意义。

3 结论

(1)研究区 2000—2010 年退耕还林还草工程成效显著,草地、灌丛、林地面积分别增加了 3 204.0、285.2 和 122.7 km²,农田面积减少了 3 984.5 km²。退耕还林还草工程有效阻止了人类活动对生态系统的破坏,生态系统的逐步恢复对保障区域可持续发展和民生福祉意义重大。

(2)研究区 2000—2010 年固碳量整体呈现增加趋势,且与退耕还林还草工程实施区域高度一致,其中以延安市境内延河和北洛河流域、榆林市境内的无定河流域固碳量增加最为显著,延安市各流域平均固碳增加量为 3.3 t/hm²,固碳总增加量为 13.3×10⁶ t。榆林市各流域平均固碳增加量为 4.0 t/hm²,固碳总增加量为 14.5×10⁶ t,退耕还林还草工程固碳效益显著。

(3)土地利用类型转化固碳效益中,耕地、草地、荒漠向林地的转化固碳效益最大,其单位面积固碳增量达 100 t/hm² 以上,耕地向林灌草的转变使陕北黄土高原固碳总量增加达 3 405.77×10⁴ t,其中耕地向草地的转化最为明显,占总增加量的 73.37%。

(4)通过生态系统固碳功能重要性分级和空间分区,高度重要区和极重要区的总面积为 27 383.3 km²,所占面积比重为 34.3%,主要分布在延安市境内的中南部各流域。加强该区域的保护力度和生态系统建设,对维持区域碳平衡和碳达峰、推动区域经济社会和生态环境保护协调发展,保障区域民生福祉具有重要意义。

参考文献

[1] United Nations Environmental Program. Millennium ecosystem assessment: Ecosystems and human well-being [M]. Washington DC: Island Press, 2005.

[2] CANADELL J G, RAUPACH M R. managing forests for climate change mitigation [J]. *Science*, 2008, 320(5882): 1456-1457.

[3] HAMILTON K, SJARDIN M, MARCELLO T, et al. Forging a frontier: State of the voluntary carbon markets 2008 [M]. Washington DC: Ecosystem Market Place and New Carbon Finance, 2008.

[4] LAL R. Forest soils and carbon sequestration [J]. *Forest ecology and management*, 2005, 220(1/2/3): 242-258.

[5] 许文强, 陈曦, 罗格平, 等. 土壤碳循环研究进展及干旱区土壤碳循环研究展望 [J]. *干旱区地理*, 2011, 34(4): 614-620.

[6] 李琰, 李双成, 高阳, 等. 连接多层次人类福祉的生态系统服务分类框架 [J]. *地理学报*, 2013, 68(8): 1038-1047.

[7] 欧阳志云, 朱春全, 杨广斌, 等. 生态系统生产总值核算: 概念、核算方法与案例研究 [J]. *生态学报*, 2013, 33(21): 6747-6761.

[8] 李瑾璞. 基于 InVEST 模型的土地利用变化与生态系统碳储量研究: 以雄安新区为例 [D]. 保定: 河北农业大学, 2020.

[9] 黄卉. 基于 InVEST 模型的土地利用变化与碳储量研究 [D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2015.

[10] 白杨, 郑华, 庄长伟, 等. 白洋淀流域生态系统服务评估及其调控 [J]. *生态学报*, 2013, 33(3): 711-717.

[11] 马凤娇, 刘金铜, EGRINYA ENEJI A. 生态系统服务研究文献现状及不同研究方向评述 [J]. *生态学报*, 2013, 33(19): 5963-5972.

[12] LEH M D K, MATLOCK M D, CUMMINGS E C, et al. Quantifying and mapping multiple ecosystem services change in West Africa [J]. *Agriculture, ecosystems and environment*, 2013, 165: 6-18.

[13] NELSON E, MENDOZA G, REGETZ J, et al. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales [J]. *Frontiers in ecology and the environment*, 2009, 7(1): 4-11.

[14] MARQUÈS M, BANGASH R F, KUMAR V, et al. The impact of climate change on water provision under a low flow regime: A case study of the ecosystems services in the Francoli river basin [J]. *Journal of hazardous materials*, 2013, 263: 224-232.

[15] SU C H, FU B J. Evolution of ecosystem services in the Chinese Loess Plateau under climatic and land use changes [J]. *Global and planetary change*, 2013, 101: 119-128.

[16] 包玉斌, 李婷, 柳辉, 等. 基于 InVEST 模型的陕北黄土高原水源涵养功能时空变化 [J]. *地理研究*, 2016, 35(4): 664-676.

[17] 潘韬, 吴绍洪, 戴尔阜, 等. 基于 InVEST 模型的三江源区生态系统水源供给服务时空变化 [J]. *应用生态学报*, 2013, 24(1): 183-189.

[18] 傅斌, 徐佩, 王玉宽, 等. 都江堰市水源涵养功能空间格局 [J]. *生态学报*, 2013, 33(3): 789-797.

[19] 李婷, 刘康, 马力阳, 等. 秦岭山地丹江流域土地利用变化的土壤侵蚀效应评价 [J]. *自然资源学报*, 2016, 31(4): 583-595.

[20] 张影, 谢余初, 齐姗姗, 等. 基于 InVEST 模型的甘肃白龙江流域生态系统碳储量及空间格局特征 [J]. *资源科学*, 2016, 38(8): 1585-1593.

[21] 张优. 基于 LUCC 的成都平原地区碳排放效应研究 [D]. 成都: 四川师范大学, 2018.

[22] 薛卓彬. 基于 InVEST 模型的延河流域生态系统服务功能评估 [D]. 西安: 西北大学, 2017.

[23] 李晶, 任志远. 陕北黄土高原生态系统涵养水源价值的时空变化 [J]. *生态学杂志*, 2008, 27(2): 240-244.

[24] 曹扬, 陈云明, 晋蓓, 等. 陕西省森林植被碳储量、碳密度及其空间分布格局 [J]. *干旱区资源与环境*, 2014, 28(9): 69-73.

[25] 程积民, 程杰, 杨晓梅. 黄土高原草地植被与土壤固碳量研究 [J]. *自然资源学报*, 2011, 26(3): 401-411.

[26] 程积民, 程杰, 杨晓梅, 等. 黄土高原草地植被碳密度的空间分布特征 [J]. *生态学报*, 2012, 32(1): 226-237.

[27] 马琪, 刘康, 张慧. 陕西省森林植被碳储量及其空间分布 [J]. *资源科学*, 2012, 34(9): 1781-1789.

[28] 米楠, 卜晓燕, 米文宝. 宁夏旱区湿地生态系统碳汇功能研究 [J]. *干旱区资源与环境*, 2013, 27(7): 52-55.

[29] 王静, 冯永忠, 杨改河, 等. 山西农田生态系统碳源/汇时空差异分析 [J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2010, 38(1): 195-200.

[30] 高阳. 黄土高原地区林草生态系统碳密度和碳储量研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.

[31] AALDE H, GONZALEZ P, GYTARSKY M, et al. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [EB/OL]. [2006-11-20]. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf.

(上接第 45 页)

[8] WU Q Y, HE T J, LIU H, et al. Cell ultrastructure and physiological changes of potato during cold acclimation [J]. *Canadian journal of plant science*, 2019, 99(6): 873-884.

[9] 薛冠炜, 李臣, 黄静艳, 等. 甘薯及其加工产品的质地研究进展 [J]. *浙江农业科学*, 2018, 59(4): 609-612.

[10] 王平, 沈学善, 屈会娟, 等. 不同基因型紫色甘薯品种主要品质性状在川中丘陵区的变化分析 [J]. *西南农业学报*, 2018, 31(2): 230-237.

[11] 徐靖, 朱红林. 海南本地甘薯种质资源农艺性状和营养品质比较 [J]. *安徽农业科学*, 2020, 48(1): 46-48.

[12] 朱崇文, 马代夫, 李秀英, 等. 甘薯的品质改良 [J]. *作物杂志*, 1987(1): 1-2.