

前 言

甘薯（又称红薯、地瓜、番薯）是我国重要的粮食与经济作物，栽培历史悠久、适应性强，在全国各地广泛种植。长期以来，甘薯产业开发主要集中于地下块根部分，而对地上茎叶的系统研究与综合利用仍较为薄弱。实际上，甘薯茎叶生物产量高，可多茬采收，富含膳食纤维、多酚类物质、维生素和矿物质等多种生物活性成分，具备突出的营养与功能价值。推动甘薯茎叶的高值化利用，不仅有助于延伸产业链、提升经济效益，也对促进农业资源循环利用与可持续发展具有重要意义。

近年来，本书作者团队依托国家现代农业产业技术体系建设专项“国家甘薯产业技术体系岗位科学家经费”、中央级科研院所基本科研业务费专项课题“甘薯茎叶粉的高效制备与品质评价关键技术研究”、国家重点研发计划-政府间国际科技创新合作重点专项“薯类淀粉加工副产物的综合利用”以及国家重点研发计划项目“食品绿色节能制造关键技术及装备研发”等多项课题，围绕甘薯茎叶的营养组成、加工适应性、功能活性及产品开发等方面开展了系统研究，积累了较为丰富的理论成果与实践经验。为系统梳理相关研究进展，促进科技成果转化，特撰写本书。全书共分为四章：第一章概述甘薯茎叶的营养与功能成分，重点分析品种、部位、采收期及烹饪方式对其组成的影响；第二章系统阐述甘薯茎叶青汁粉加工技术，深入探讨漂烫、干燥等关键工序对产品品质的调控机制；第三章详细介绍甘薯茎叶多酚的制备及组成分析；第四章全面评述甘薯茎叶多酚的抗氧化活性、降血糖活性与紫外线照射引起的皮肤损伤的预防及修复作用。全书内容立足研究实践，兼顾系统性和前瞻性，力求为甘薯茎叶资源的深度开发与产业化应用提供理论支撑与技术路径。

本书第一章由邱俊凯、胡宇微撰写，第二章由宋振、季蕾蕾撰写，第三章由席利莎、木泰华撰写，第四章由罗丹、洪晶阳、孙红男撰写，全书由孙红男、木泰华统稿。在撰写过程中，我们参阅了大量国内外相关文献，并承蒙多位同行专家给予宝贵建议与支持，谨此致以诚挚谢意。

限于作者学识，加之该领域研究发展迅速，书中难免存在疏漏与不足之处，恳请各位专家和读者批评指正。

木泰华

2026年6月

目 录

第一章 甘薯茎叶的营养与功能成分	1
第一节 不同品种甘薯茎叶的营养与功能成分	1
第二节 甘薯茎叶不同部位的营养与功能成分	14
第三节 不同采收期甘薯茎叶的营养与功能成分	20
第四节 不同烹饪方式对甘薯茎叶营养与功能成分的影响	26
参考文献	33
第二章 甘薯茎叶青汁粉加工技术	36
第一节 不同漂烫方式对甘薯茎叶青汁粉品质特性的影响	36
第二节 不同干燥方式对甘薯茎叶粉物化特性的影响	47
第三节 不同干燥方式对甘薯茎叶粉营养及功能特性的影响	55
第四节 甘薯茎叶青汁固体饮料的制备	61
参考文献	68
第三章 甘薯茎叶多酚的制备及组成分析	72
第一节 甘薯茎叶多酚的制备	72
第二节 甘薯茎叶多酚的组成分析	85
参考文献	93
第四章 甘薯茎叶多酚的生物活性	98
第一节 甘薯茎叶多酚体外抗氧化活性和降血糖活性	98
第二节 甘薯茎叶多酚对 2 型糖尿病小鼠的降血糖活性	110
第三节 甘薯茎叶多酚对紫外线照射引起的皮肤损伤的预防 及修复作用	129
参考文献	142

第一章 甘薯茎叶的营养与功能成分

我国甘薯[*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]资源丰富，产业规模全球领先。根据联合国粮食及农业组织（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO）最新统计，2023 年全国甘薯种植面积达 232.31 万 hm^2 ，占全球总面积的 30.69%；总产量为 0.52 亿 t，约占全球总产量的 55.21%，均居世界首位。值得注意的是，甘薯地上茎叶部分资源极为丰富，一年可多次采收，年产量与块根相当，约为 0.52 亿 t。长期以来，甘薯茎叶除少量用作饲料外，多数未被有效利用。现代营养学研究逐步揭示，其富含多种营养与功能成分，开发潜力显著。然而，这些成分的含量与活性受品种、植株部位、采收时期及烹饪方式等因素显著影响，存在较大变异，亟须系统评估与科学引导。从资源效率与可持续发展角度出发，推动甘薯茎叶的高值化利用，不仅有助于减少农业废弃物、提升产业链综合效益，也对拓宽食物资源渠道、应对全球粮食安全挑战具有积极意义。因此，本章将系统阐述品种、部位、采收期与烹饪方式等因素对甘薯茎叶营养与功能成分的影响，为挖掘其在功能性食品领域的潜力、促进膳食健康与农业可持续发展提供理论依据。

第一节 不同品种甘薯茎叶的营养与功能成分

为明确不同品种甘薯茎叶的营养与功能成分的差异，本书作者团队于 2012 年 8 月底采集了 40 个品种的甘薯茎叶样品，并系统分析了其主要成分。研究结果显示，甘薯茎叶干重中富含蛋白质、膳食纤维、多酚类物质及矿物质等营养成分，尤其值得注意的是，其所含多酚的抗氧化活性显著高于水溶性维生素 E、抗坏血酸（又称维生素 C）、茶多酚和葡萄籽多酚（Sun et al., 2014a; 席利莎, 2014）。然而，我国甘薯种质资源丰富，品种多达数百个，目前仍有大量品种的营养特性

数据尚未完善,严重制约了甘薯茎叶资源的系统开发与高效利用。为解决这一问题,本书作者团队进一步收集了 58 个主栽甘薯品种的茎叶材料,对其营养组成、功能成分及抗氧化活性进行了全面测定与分析。本节将重点介绍这 58 个甘薯茎叶品种的营养与功能成分的具体数据,以期品种筛选与资源利用提供科学依据。

一、不同品种甘薯茎叶的蛋白质含量

采用 AOAC 955.04(2000)方法对 58 个品种的甘薯茎叶蛋白质含量进行测定。结果显示(表 1-1),不同品种间蛋白质含量差异显著,含量范围为 9.35 g/100 g DW(‘甜脆薯’)至 38.45 g/100 g DW(‘辽薯 44’),平均值为 26.83 g/100 g DW。蛋白质是构成生命体并维持其生理功能的核心物质,是由氨基酸构成的高度复杂聚合物(刘夫国等,2016),也是维持人体健康不可或缺的重要营养素(Han et al., 2015)。本研究结果表明,甘薯茎叶具有作为膳食蛋白质来源的良好潜力。

表 1-1 58 个不同品种甘薯茎叶的蛋白质含量 (g/100 g DW)

序号	品种名称	蛋白质含量	序号	品种名称	蛋白质含量	序号	品种名称	蛋白质含量
1	漳浦 1 号	25.69±0.28st	17	徐 18 号	29.55±0.49de	33	竹头	27±0.14opqr
2	湛薯 01-2	24.1±0.42wxy	18	B3F1058-3	24.9±0.14tuvw	34	汕薯	30.35±0.49cd
3	徐 28 号	24.05±0.35xy	19	紫叶薯	27.05±0.21opqr	35	黎佬婆	23.95±0.21xy
4	徐 55-2	26.45±0.64qrs	20	皖苏 61	22.2±0.28B	36	CIP 94-21	27.3±0.28lmnop
5	广薯 87 号	29.2±0.28efg	21	济黑 1 号	20.45±0.49D	37	金华 5-35	28.4±0.42ghij
6	海南花	26.4±0.57rs	22	七叉叶山药	31±0.57c	38	济薯 18	30.25±1.06cd
7	三角柠	29.3±0.42ef	23	南瓜薯	30.95±0.49c	39	九州 107	24.95±0.21tuv
8	细叶红皮薯	29.7±0.42de	24	禺北白	25.5±0.57t	40	豫薯 10 号	27.35±0.35klmno
9	潮汕白	27.6±0.28jklmno	25	CIP 440185	23.4±0.42yz	41	PC193	22.35±0.49AB
10	红茎种	27.4±0.57klmno	26	西蒙 1 号	24.6±0.28uvwxy	42	台农 63	29.3±0.42ef
11	过海薯	28.0±0.28ijklmn	27	万薯 8 号	27.05±0.21opqr	43	B3F1058-50	27.45±0.49klmno
12	黑节薯	28.15±0.21ijk	28	宾阳白薯	29.1±0.28efgh	44	冀 77-98	25.4±0.42tu
13	棉花种	25±0.28tuv	29	岩薯 5 号	28.35±0.35hij	45	烟 83-406	21.95±0.21BC
14	岩 88-242-7	26.5±0.57pqr	30	柴乐薯	24±0.28xy	46	竖番薯薯芋	28.15±0.07ijk
15	温岭红皮	23.1±0.28zA	31	冀-1	28.7±0.42fghi	47	杨青 1	24.25±0.35vwxy
16	Agenting	25.4±0.42tu	32	洛薯 9816-1	28.1±0.14ijkl	48	渝 2-12-8	29.3±0.42ef

续表								
序号	品种名称	蛋白质含量	序号	品种名称	蛋白质含量	序号	品种名称	蛋白质含量
49	遂宁 3 号	29±0.28efgh	53	辽薯 44	38.45±0.64a	57	甜脆薯	9.35±0.15E
50	清徐河西薯	28.5±0.57fghi	54	冰淇淋	21.15±0.21CD	58	商薯 19	27.4±0.13klmno
51	B3F1058-33	27.9±0.14ijklmn	55	南丰	36.15±0.21b			
52	靖西优质种	29±0.28efgh	56	糯米薯	30.35±0.64cd			

注：数据为平均值±标准差；不同字母表示数据间存在显著性差异（ $P<0.05$ ）。

二、不同品种甘薯茎叶的脂肪含量

采用 AOAC 920.39（2000）方法测定 58 个品种的甘薯茎叶脂肪含量，结果如表 1-2 所示。不同品种间脂肪含量差异显著，其中‘湛薯 01-2’的粗脂肪含量最高，为 12.3 g/100 g DW，而‘皖苏 61’含量最低，仅为 1.36 g/100 g DW，所有品种平均脂肪含量为 3.00 g/100 g DW。脂肪在人体健康中具有双重作用：适量摄入可为机体提供能量、维持细胞结构与功能，并参与激素合成等生理过程；长期过量摄入则可能增加肥胖及心血管疾病等慢性病的发生风险。本研究结果显示，甘薯茎叶整体脂肪含量较低，符合现代健康膳食对低脂食物的要求。

表 1-2 58 个不同品种甘薯茎叶的脂肪含量（g/100 g DW）

序号	品种名称	脂肪含量	序号	品种名称	脂肪含量	序号	品种名称	脂肪含量
1	漳浦 1 号	3.04±0.01mnop	13	棉花种	3.31±0.03hi	25	CIP 440185	2.18±0.02BC
2	湛薯 01-2	12.3±0.28a	14	岩 88-242-7	2.97±0.05op	26	西蒙 1 号	2.68±0.04st
3	徐 28 号	3.26±0.06ijk	15	温岭红皮	3.16±0.11jklm	27	万薯 8 号	2.18±0.04BC
4	徐 55-2	3.07±0.05mno	16	Agenting	2.53±0.01uvw	28	宾阳白薯	3.99±0.06c
5	广薯 87 号	3.3±0.03hi	17	徐 18 号	2.37±0.10yzA	29	岩薯 5 号	2.08±0.03CD
6	海南花	2.04±0.03D	18	B3F1058-3	2.94±0.07opq	30	柴乐薯	2.46±0.08vwxy
7	三角柠	2.93±0.03pq	19	紫叶薯	1.88±0.03E	31	冀-1	3.53±0.09fg
8	细叶红皮薯	2.38±0.06xyz	20	皖苏 61	1.36±0.03G	32	洛薯 9816-1	2.76±0.10rs
9	潮汕白	3.61±0.08ef	21	济黑 1 号	3.04±0.03mnop	33	竹头	2.98±0.05op
10	红茎种	3.13±0.07klmn	22	七叉叶山药	2.72±0.11rs	34	汕薯	2.65±0.03stu
11	过海薯	3.69±0.10de	23	南瓜薯	3.51±0.06fg	35	黎佬婆	3.02±0.04nop
12	黑节薯	2.42±0.06wxy	24	禺北白	2.46±0.01vwxy	36	CIP 94-21	2.57±0.06tuv

续表								
序号	品种名称	脂肪含量	序号	品种名称	脂肪含量	序号	品种名称	脂肪含量
37	金华 5-35	3.41±0.06gh	45	烟 83-406	2.37±0.04yzA	53	辽薯 44	3.57±0.11ef
38	济薯 18	2.23±0.03B	46	竖番薯薯芋	3.16±0.06jklm	54	冰淇淋	2.27±0.03zAB
39	九州 107	2.24±0.01AB	47	杨青 1	3.28±0.04hij	55	南丰	3.12±0.04lmn
40	豫薯 10 号	2.45±0.03vwxy	48	渝 2-12-8	1.67±0.03F	56	糯米薯	2.83±0.04qr
41	PC193	1.66±0.03F	49	遂宁 3 号	3.52±0.03fg	57	甜脆薯	3.2±0.04ijkl
42	台农 63	3.81±0.08d	50	清徐河西薯	4.16±0.04b	58	商薯 19	3.2±0.48hij
43	B3F1058-50	2.5±0.03vwxy	51	B3F1058-33	2.28±0.03zAB			
44	冀 77-98	2.67±0.03st	52	靖西优质种	3.66±0.06e			

注：数据为平均值±标准差；不同字母表示数据间存在显著性差异（ $P<0.05$ ）。

三、不同品种甘薯茎叶的膳食纤维含量

采用 AOAC 991.43 (2000) 方法对 58 个品种的甘薯茎叶膳食纤维含量进行分析，结果见表 1-3。总膳食纤维含量范围为 35.3 g/100 g DW（‘B3F1058-33’）至 45.0 g/100 g DW（‘紫叶薯’），平均值为 40.78 g/100 g DW。其中，不溶性膳食纤维含量介于 31.90 g/100 g DW（‘B3F1058-33’）与 41.95 g/100 g DW（‘紫叶薯’）之间；可溶性膳食纤维含量则在 0.60 g/100 g DW（‘杨青 1’）到 6.27 g/100 g DW（‘漳浦 1 号’）范围内。膳食纤维作为一类不能被人体胃肠道消化吸收的多糖，虽不直接提供能量，却在维持健康方面发挥着重要功能。随着营养学研究的深入，膳食纤维已被证实具有促进消化健康、调节血糖与血脂、维持肠道菌群平衡、协助体重管理以及降低慢性疾病风险等多种生理作用。甘薯茎叶中丰富的膳食纤维含量，表明其具备作为功能性膳食纤维来源的良好潜力。

表 1-3 58 个不同品种甘薯茎叶的膳食纤维含量 (g/100 g DW)

序号	品种名称	总膳食纤维含量	可溶性膳食纤维含量	不溶性膳食纤维含量
1	漳浦 1 号	39.67±0.3tu	6.27±0.02a	33.4±0.28F
2	湛薯 01-2	41.7±0.00mno	3.9±0.06de	37.8±0.00pqr
3	徐 28 号	41.9±0.14lmn	3.27±0.04rstuv	38.65±0.07klmn
4	徐 55-2	41.45±0.07mnop	3.59±0.05hijklm	37.85±0.07opqr
5	广薯 87 号	39.5±0.28tuv	3.62±0.00ghijkl	35.9±0.28wx

续表

序号	品种名称	总膳食纤维含量	可溶性膳食纤维含量	不溶性膳食纤维含量
6	海南花	40.15±0.07st	3.34±0.00opqrst	36.85±0.07tu
7	三角柠	39.3±0.14uv	3.67±0.06fghijk	35.65±0.07wxy
8	细叶红皮薯	40.7±0.00qrs	2.25±0.03D	38.45±0.07lmno
9	潮汕白	40.55±0.07rs	1.41±0.03G	39.15±0.07ijk
10	红茎种	38.1±0.14xyz	2.63±0.05zAB	35.45±0.07xyz
11	过海薯	38.9±0.14vw	2.71±0.08zA	36.15±0.07vw
12	黑节薯	43.35±0.21defg	1.78±0.06F	41.6±0.14a
13	棉花种	42.8±0.00ghi	2.79±0.03yz	40±0.00def
14	岩 88-242-7	43.9±0.00bcde	3.78±0.08efg	40.15±0.07cde
15	温岭红皮	37.75±0.21yzA	2.29±0.02CD	35.45±0.21xyz
16	Agenting	38.85±0.07vw	4.13±0.02c	34.75±0.07ABC
17	徐 18 号	38.3±0.14wxy	3.74±0.01efghi	34.55±0.07BCD
18	B3F1058-3	38.9±0.14vw	3.82±0.05ef	35.05±0.07yzAB
19	紫叶薯	45.0±0.14a	3.07±0.04wx	41.95±0.07a
20	皖苏 61	44.0±0.28bcd	3.22±0.06tuvvw	40.75±0.21bc
21	济黑 1 号	39.4±0.28uv	4.38±0.01b	35.0±0.28zAB
22	七叉叶山药	38.5±0.14wx	3.26±0.07rstuv	35.25±0.21yzA
23	南瓜薯	37.55±0.07zA	3.47±0.00lmnop	34.05±0.07DE
24	禺北白	37.8±0.00yzA	3.30±0.03opqrstu	34.5±0.00BCD
25	CIP 440185	37.35±0.07A	3.24±0.05stuvw	34.1±0.00DE
26	西蒙 1 号	37.4±0.00A	3.77±0.03efgh	33.6±0.00EF
27	万薯 8 号	37.5±0.00zA	3.28±0.02qrstuv	34.2±0.00CDE
28	宾阳白薯	44.45±0.92ab	3.55±0.13jklmn	40.9±0.85b
29	岩薯 5 号	44.2±0.14bc	3.72±0.06efghij	40.45±0.07bcd
30	柴乐薯	44.1±0.14bc	4.03±0.03cd	40.05±0.07def
31	冀-1	43.2±0.14fgh	3.28±0.00qrstuv	39.9±0.14defg
32	洛薯 9816-1	42±0.42jklm	2.57±0.05AB	39.45±0.49fghij
33	竹头	42.9±0.00ghi	3.46±0.03lmnopq	39.45±0.07fghij
34	汕薯	41.3±0.14nopq	2.06±0.04E	39.25±0.07hijk
35	黎佬婆	43.25±0.35efgh	2.46±0.6BC	40.8±0.28b

续表				
序号	品种名称	总膳食纤维含量	可溶性膳食纤维含量	不溶性膳食纤维含量
36	CIP 94-21	43.4±0.00defg	3.55±0.00jklm	39.85±0.07defgh
37	金华 5-35	43.05±0.07fghi	3.28±0.01qrstuv	39.75±0.07efghi
38	济薯 18	43.1±1.27fgh	3.26±0.06rstuv	39.85±1.34defgh
39	九州 107	41.2±0.14opqr	3.73±0.06efghij	37.45±0.0qrst
40	豫薯 10 号	41.5±0.14mnop	3.56±0.06ijklm	37.95±0.07opq
41	PC193	42.6±0.00hijk	3.58±0.04ijklm	39.05±0.07jkl
42	台农 63	42.65±0.21hij	3.43±0.08mnopqr	39.2±0.14ijk
43	B3F1058-50	41.45±0.07mnop	3.36±0.01nopqrst	38.05±0.07nopq
44	冀 77-98	40.85±0.07pqr	3.74±0.00efghi	37.15±0.07stu
45	烟 83-406	38.5±0.14wx	1.86±0.08F	36.65±0.07uv
46	竖番薯薯芋	43.65±0.07cdef	3.63±0.07fghijkl	40.0±0.00def
47	杨青 1	39.45±0.07uv	0.60±0.10H	38.85±0.07jklm
48	渝 2-12-8	39.7±0.14tu	1.93±0.04CD	37.75±0.07pqrs
49	遂宁 3 号	41.8±0.28lmno	2.63±0.11zAB	39.15±0.35ijk
50	清徐河西薯	40.7±0.00qrs	2.52±0.03B	38.2±0.00nop
51	B3F1058-33	35.3±0.14B	3.35±0.14opqrst	31.90±0.00G
52	靖西优质种	42.4±0.00ijkl	3.42±0.05mnopqrs	39±0.00jkl
53	辽薯 44	39.25±0.35uv	3.1±0.06vw	36.15±0.35vw
54	冰淇淋	37.5±0.00zA	3.13±0.08uvw	34.35±0.07CD
55	南丰	40.75±0.07qrs	3.5±0.03klmno	37.25±0.07rstu
56	糯米薯	43.4±0.14defg	3.58±0.05ijklm	39.85±0.21defgh
57	甜脆薯	39.75±1.63tu	2.46±0.05BC	37.3±1.56rst
58	商薯 19	37.9±1.29uv	4.3±0.43b	33.6±0.11EF

注：数据为平均值±标准差；同一列中不同字母表示数据间存在显著性差异（ $P<0.05$ ）。

四、不同品种甘薯茎叶的维生素含量

本研究分别参照 Chebrolu 等（2012）、Wu 等（2008）、Ake 等（1998）和 Arella 等（1996）的方法，测定了 58 个品种甘薯茎叶中维生素 C、β-胡萝卜素、维生素 E、维生素 B₁ 及维生素 B₂ 的含量，结果汇总于表 1-4。分析结果表明，不同品种间各类维生素含量差异显著。维生素 C 以‘漳浦 1 号’含量最高

(131.64 mg/100 g DW)，‘济薯 18’最低 (1.47 mg/100 g DW)，平均值为 51.62 mg/100 g DW。 β -胡萝卜素含量在‘红茎种’中最高 (59.35 mg/100 g DW)，在‘济薯 18’中最低 (6.75 mg/100 g DW)，平均为 25.47 mg/100 g DW。维生素 E 含量则以‘济薯 18’最高 (23.30 mg/100 g DW)，‘过海薯’最低 (0.39 mg/100 g DW)，平均值为 3.12 mg/100 g DW。维生素 B₁的变化范围为 0.01 mg/100 g DW (‘三角柠’)至 0.08 mg/100 g DW (‘商薯 19’)，平均含量为 0.04 mg/100 g DW。维生素 B₂含量最高为‘漳浦 1 号’ (1.46 mg/100 g DW)，最低为‘湛薯 01-2’ (0.58 mg/100 g DW)，平均值为 0.92 mg/100 g DW。

表 1-4 58 个不同品种甘薯茎叶的维生素含量 (mg/100 g DW)

序号	品种	维生素 C	β -胡萝卜素	维生素 E	维生素 B ₁	维生素 B ₂
1	漳浦 1 号	131.64±0.42a	25.20±0.85opq	2.73±0.00m	0.05±0.00i	1.46±0.00a
2	湛薯 01-2	67.35±1.20g	26.30±0.85no	2.78±0.06m	0.03±0.00nop	0.58±0.01y
3	徐 28 号	63.05±1.20i	20.40±1.13tu	6.75±0.13g	0.02±0.00vw	1.04±0.04ef
4	徐 55-2	62.55±1.48ij	57.55±0.78a	1.23±0.04tuvw	0.02±0.00xy	0.72±0.04wx
5	广薯 87 号	88.05±0.64b	16.95±1.06yzABC	10.25±0.07c	0.03±0.00st	0.83±0.03mnopqrs
6	海南花	13.85±0.35A	13.90±0.71EFG	2.38±0.08no	0.03±0.00rs	1.06±0.00de
7	三角柠	66.55±1.63gh	29.50±0.14ijkl	3.77±0.28k	0.01±0.00A	1.20±0.00b
8	细叶红皮薯	68.35±1.91efg	40.35±1.06f	1.98±0.19pqr	0.07±0.00bc	1.12±0.01cd
9	潮汕白	77.35±0.78c	31.15±0.92hi	4.17±0.08j	0.02±0.00yz	0.91±0.02hij
10	红茎种	52.15±1.91nopq	59.35±1.77a	1.00±0.01vwxy	0.06±0.00de	1.13±0.01c
11	过海薯	53.55±2.05mnop	18.95±1.06uvwxy	0.39±0.11C	0.04±0.00mn	0.71±0.01x
12	黑节薯	59.25±2.33k	18.40±0.57uvwxyz	0.50±0.04BC	0.03±0.00tu	0.79±0.02rstuv
13	棉花种	70.40±0.85def	28.00±1.98lmn	3.65±0.11k	0.02±0.00xy	0.80±0.01qrstuv
14	岩 88-242-7	68.20±0.71efg	55.45±0.64b	6.01±0.01h	0.02±0.00vw	0.86±0.00ijklmnop
15	温岭红皮	71.10±2.26de	21.45±0.92st	3.12±0.20l	0.02±0.00w	0.79±0.03rstuv
16	Agenting	54.55±1.77mn	25.90±0.71op	0.96±0.01wxyzA	0.03±0.00nop	0.90±0.02hijkl
17	徐 18 号	57.75±1.34kl	14.60±0.28DEF	1.52±0.11st	0.07±0.00a	1.03±0.03ef
18	B3F1058-3	53.30±1.41mnop	44.20±0.28d	0.66±0.00zABC	0.02±0.00zA	0.93±0.01gh
19	紫叶薯	73.35±2.62d	24.00±0.28pqr	1.29±0.04tuv	0.02±0.00wx	0.77±0.02tuvwx
20	皖苏 61	58.65±1.34k	28.60±1.98klm	0.94±0.03wxyzA	0.03±0.00uv	0.75±0.05uvwxx

续表

序号	品种	维生素 C	β -胡萝卜素	维生素 E	维生素 B ₁	维生素 B ₂
21	济黑 1 号	51.80±1.98nopq	7.43±0.25J	2.97±0.04lm	0.02±0.00zA	0.72±0.00wx
22	七叉叶山药	67.90±1.84fg	25.20±1.27opq	12.10±0.42b	0.03±0.00pqr	1.03±0.00ef
23	南瓜薯	63.90±0.99hi	22.45±1.48rs	1.39±0.04tu	0.03±0.00qrs	0.87±0.01ijklmno
24	禺北白	64.15±1.91hi	44.20±1.56d	0.80±0.01xyzAB	0.02±0.00zA	1.06±0.03de
25	CIP 440185	54.20±0.57mno	13.65±0.64EFG	1.76±0.04rs	0.02±0.00w	0.84±0.03klmnopqr
26	西蒙 1 号	55.30±1.98lm	12.40±0.71GH	3.98±0.09jk	0.04±0.00l	0.77±0.04stuvw
27	万薯 8 号	3.96±0.25BC	15.05±1.06CDE	0.91±0.01wxyzA	0.06±0.00g	0.84±0.04lmnopqr
28	宾阳白薯	50.65±1.91pqrs	16.95±0.07yzABC	4.86±0.11i	0.05±0.00j	0.98±0.06fg
29	岩薯 5 号	4.63±0.28B	13.00±0.14FGH	1.02±0.02vwxy	0.06±0.00ef	0.80±0.06pqrstu
30	柴佬薯	48.70±1.27rstu	15.35±0.21BCDE	2.27±0.11op	0.05±0.00gh	1.05±0.01e
31	冀-1	59.90±1.27jk	46.25±0.64c	2.81±0.01lm	0.03±0.00pqr	0.94±0.04gh
32	洛薯 9816-1	58.90±1.84k	11.60±0.14HI	0.63±0.00ABC	0.04±0.00k	0.86±0.01ijklmnopq
33	竹头	46.65±0.21uv	30.85±0.92hij	0.75±0.02yzAB	0.03±0.00nop	0.76±0.03uvwxy
34	汕薯	52.05±1.20nopq	20.05±0.21tuv	1.51±0.33st	0.04±0.00kl	0.85±0.04ijklmnopqr
35	黎佬婆	44.75±2.19vwxy	17.25±0.64xyzAB	4.80±0.26i	0.07±0.00b	0.81±0.01opqrstu
36	CIP 94-21	37.45±0.92z	16.80±0.71zABC	2.26±0.01op	0.04±0.00lm	1.02±0.02ef
37	金华 5-35	48.35±0.49rstu	29.95±1.63hijkl	1.75±0.02rs	0.02±0.00zA	1.08±0.04cde
38	济薯 18	1.47±0.08C	6.75±0.38J	23.30±0.85a	0.02±0.00w	1.45±0.04a
39	九州 107	5.23±0.21B	13.75±0.35EFG	0.97±0.04vwxyz	0.03±0.00nop	1.07±0.04cde
40	豫薯 10 号	42.75±1.48xy	31.80±0.00gh	1.78±0.01rs	0.06±0.00cd	0.89±0.03hijklm
41	PC193	48.01±0.86stu	12.00±0.14GHI	0.51±0.05BC	0.05±0.00gh	1.03±0.04ef
42	台农 63	59.05±2.05k	39.55±0.64f	8.72±0.21e	0.03±0.00tu	0.74±0.02vwxy
43	B3F1058-50	50.20±1.70qrst	41.35±0.78ef	1.92±0.05qr	0.03±0.00rs	1.07±0.07cde
44	冀 77-98	50.85±0.49pqrs	23.55±0.35qr	2.69±0.03mn	0.02±0.00vw	0.91±0.00hi
45	烟 83-406	51.05±2.33pqr	43.20±2.55de	6.30±0.24h	0.03±0.00nop	0.84±0.03klmnopqr
46	竖番薯薯芋	51.25±1.63opqr	29.00±1.41jkl	4.67±0.01i	0.03±0.00stu	0.64±0.01y
47	杨青 1	51.15±1.48pqr	17.95±0.64wxyzA	3.77±0.05k	0.03±0.00tu	0.87±0.01ijklmno
48	渝 2-12-8	1.48±0.10C	17.05±0.92xyzAB	1.95±0.06pqr	0.06±0.00f	0.90±0.07hijk
49	遂宁 3 号	41.60±0.99y	55.00±2.26b	1.99±0.00pqr	0.04±0.00kl	0.94±0.03gh
50	清徐河西薯	46.50±1.84uv	19.35±0.35uvw	2.71±0.04mn	0.04±0.00no	0.75±0.02uvwxy

续表

序号	品种	维生素 C	β -胡萝卜素	维生素 E	维生素 B ₁	维生素 B ₂
51	B3F1058-33	3.07±0.13BC	10.22±0.54I	0.85±0.04xyzA	0.05±0.00j	0.98±0.04fg
52	靖西优质种	62.50±3.25ij	19.00±1.13uvwx	1.09±0.04uvwx	0.02±0.00w	1.05±0.04c
53	辽薯 44	45.85±1.34uv	31.90±1.98gh	2.92±0.00lm	0.04±0.00k	1.05±0.04c
54	冰淇淋	52.80±1.70mnopq	13.45±0.35EFGH	1.49±0.09st	0.04±0.00no	0.89±0.02hijklmn
55	南丰	64.00±2.26hi	18.30±0.14vwxyz	2.24±0.15opq	0.05±0.00hi	0.83±0.04nopqrst
56	糯米薯	3.46±0.12BC	16.10±0.00ABCD	0.50±0.02BC	0.03±0.00opq	0.91±0.04hi
57	甜脆薯	44.75±1.06vwx	33.70±0.42g	4.62±0.19i	0.02±0.00yz	1.04±0.04ef
58	商薯 19	92.5±1.33ab	25.70±0.33op	3.12±0.87kl	0.08±0.04a	1.04±0.07ef

注：数据为平均值±标准差；同一列中不同字母表示数据间存在显著性差异（ $P<0.05$ ）。

从营养功能来看，维生素 C 作为人体必需的水溶性维生素，在抗氧化、促进胶原蛋白合成、增强免疫力、促进铁吸收、参与神经递质合成及辅助肝脏解毒等方面具有关键作用。 β -胡萝卜素作为维生素 A 原，在体内可转化为维生素 A，具有抗氧化、维护视觉健康、增强免疫及保护皮肤等功能，且在安全摄入范围内无毒性。维生素 E 作为一种脂溶性抗氧化剂，主要功能包括保护细胞膜结构、清除自由基、调节免疫反应、促进血液循环及维护生殖健康。维生素 B₁ 参与能量代谢过程，对维持神经系统功能、心脏与肌肉活动及健康消化具有重要作用，缺乏维生素 B₁ 可能导致脚气病、疲劳等症状。维生素 B₂ 则参与细胞生长与再生、能量代谢、蛋白质利用及 B 族维生素协同代谢等过程，同时在保护肝脏功能、调节肾上腺素分泌和抗氧化防御中也发挥重要功能。研究结果显示，甘薯茎叶中富含多种维生素，品种间含量差异显著，可作为膳食维生素的天然补充来源，具有重要的营养开发价值。

五、不同品种甘薯茎叶的多酚类物质含量

甘薯茎叶中多酚的提取参照 Sun 等（2018）的方法：称取 0.5 g 样品，按料液比 1 : 20 加入 10 mL 70%乙醇溶液，在 50℃、53 kHz 条件下超声提取 30 min。随后于 4℃、7000 × g 离心 10 min，收集上清液，残渣重复提取两次。合并提取液，经真空浓缩除去乙醇后，在 45℃下干燥，最后用去离子水定容至 50 mL，获得多酚粗提物。总酚含量采用福林酚法（Folin-Ciocalteu method）（Yoshimoto et al.,

2002)测定:取 0.5 mL 多酚提取液,加入 1.0 mL 10% (体积分数) 福林酚试剂,于 30℃ 反应 30 min;再加入 2.0 mL 10% (质量体积分数) Na_2CO_3 溶液,继续恒温放置 30 min,随后于 736 nm 波长处测定吸光度。总酚含量以每 100 g 干重中所含绿原酸当量 (g CAE/100 g DW) 表示。测定结果显示 (表 1-5),不同品种甘薯茎叶的总酚含量差异显著。其中,‘湛薯 01-2’的总酚含量最高,为 21.39 g CAE/100 g DW;‘皖苏 61’含量最低,仅为 3.30 g CAE/100 g DW;58 个品种的平均总酚含量为 9.98 g CAE/100 g DW。

表 1-5 58 个品种甘薯茎叶总酚含量、总黄酮含量、抗氧化活性及 PPO 活性

序号	品种	总酚 /(g CAE/100 g DW)	总黄酮 /(g RE/100 g DW)	抗氧化活性 /(g TE/100 g DW)	PPO 活性/[U/(g·min)]
1	漳浦 1 号	11.09±0.10l	3.20±0.27mnop	20.65±9.91efghijklmn	252±19.80kl
2	湛薯 01-2	21.39±0.05a	5.29±0.54bcde	40.28±1.35a	795±63.64a
3	徐 28 号	11.60±0.11ij	3.58±0.27klmn	17.82±1.36ijklmnopqr	266±36.77k
4	徐 55-2	14.29±0.10e	3.58±0.27klmn	27.77±2.67bcde	476±14.14de
5	广薯 87 号	13.93±0.15e	4.43±0.27ghij	21.76±2.64efghijklm	346±5.66gh
6	海南花	10.28±0.22m	4.91±0.54defg	11.29±1.57rstuvwxy	44±0.00yzABCD
7	三角柠	13.21±0.10f	3.39±3.20mnop	26.83±3.05bcdef	312±11.31hij
8	细叶红皮薯	11.21±0.17kl	3.77±3.96ijkl	21.26±4.99efghijklm	94±0.00stu
9	潮汕白	15.80±0.02c	3.77±0.00jklm	27.63±4.43bcde	460±5.66ef
10	红茎种	7.49±0.03v	2.82±0.27opqr	7.32±1.29vwxyzABC	43±1.41zABCD
11	过海薯	7.66±0.11uv	3.20±0.27mnop	5.17±1.50xyzABC	71±9.90vwxyz
12	黑节薯	5.92±0.05y	2.63±0.00pqrs	2.01±1.07BC	56±2.83wxyzABC
13	棉花种	12.38±0.14g	3.20±0.27mnop	25.13±4.65cdefgh	333±12.73hig
14	岩 88-242-7	11.27±0.26jkl	3.01±0.00nopq	21.11±4.34efghijklm	205±9.90mno
15	温岭红皮	9.14±0.02rs	3.96±0.27ijkl	10.75±1.94rstuvwxyz	150±11.31pqr
16	Agenting	13.40±0.13f	3.96±0.27ijkl	25.86±1.68bcdefg	222±19.80lm
17	徐 18 号	6.33±0.03x	3.01±0.54nopq	5.50±3.39wxyzABC	89±7.07stuvwx
18	B3F1058-3	12.05±0.16gh	3.58±0.27klmn	23.62±4.27defghij	365±77.78g
19	紫叶薯	17.25±0.06b	6.62±0.27a	31.98±1.73bc	539±1.41c
20	皖苏 61	3.30±0.02C	2.06±0.27st	1.23±0.53C	60±11.31vwxyzAB