

5 种野生蔬菜叶片营养成分分析

张凤兰^{1,2},杨忠仁¹,郝丽珍^{1,2},刘建文¹,胡宁宝¹,张进文¹

(1. 内蒙古农业大学 农学院,内蒙古 呼和浩特 010019;2. 内蒙古自治区野生特有蔬菜
种质资源与种质创新重点实验室,内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要:以沙芥、斧翅沙芥、沙葱、苦菜和甜苣 5 种野生蔬菜叶片为试验材料,采用气相色谱法、液相色谱法及常规分析法测定了其贮藏物质、维生素、氨基酸组分及蛋白质含量,以期探明该 5 种野生蔬菜的营养成分,为其开发利用提供理论依据。试验结果表明:5 种野生蔬菜叶片中,斧翅沙芥的脂肪含量、淀粉、可溶性糖和粗纤维的含量最高,野生蔬菜叶片的 Vc 含量均在 226.64 ~ 268.48 mg/100g,VB₂ 的含量在 1.03 ~ 3.23 mg/100g,VB₅ 的含量在 33.6 ~ 82.2 mg/100g,类胡萝卜素的含量在 7.24 ~ 22.29 mg/100g;5 种野生蔬菜的叶片均含有 17 种氨基酸,总氨基酸含量为 219.22 ~ 745.16 mg/g,其中含有 7 种人体必需氨基酸,人体必需氨基酸的含量占氨基酸总量的 28% ~ 35%。沙芥、沙葱、苦菜和甜苣的第一限制性氨基酸均为赖氨酸,而斧翅沙芥的第一限制性氨基酸为亮氨酸。

关键词:野生蔬菜;营养成分

中图分类号:S647 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2009)02-0164-06

Analyses of Nutritional Components of Five Wild Vegetables Leaves

ZHANG Feng - lan^{1,2}, YANG Zhong - ren¹,

HAO Li - zhen^{1,2}, LIU Jian - wen¹, HU Ning - bao¹, ZHANG Jin - wen¹

(1. Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China; 2. Inner Mongolia Key Laboratory of Germplasm and Germplasm Enhancement of Wild and Special Vegetable, Huhhot 010019, China;)

Abstract: The content of storage matter, vitamin, amino acid and protein of five wild vegetables was studied by using high performance liquid chromatography, high performance gas chromatography and general methods. The research could ascertain nutrition of five vegetables, and bring theoretic foundation for the utilization. The results showed that: The content of fatty, starch, soluble sugar and crude fiber of *P. dolabratum* Maxim was the most in five vegetables; The Vc content of five vegetable was between 226.64 mg/100g and 268.8 mg/100g, the VB₂ content was between 1.03 mg/100g and 3.23 mg/100g, the VB₅ content was between 33.6 mg/100g and 82.2 mg/100g, the carotenoid content was between 7.24 mg/100g and 22.29 mg/100g; There were 17 kinds of amino acid in five vegetables, and the content of total amino acid was between 219.22 mg/g and 745.16 mg/g, and the content of seven essential amino acids was between 28% and 35%, the first restriction amino acid of *P. dolabratum* Maxim was leucine. The first restriction amino acid of another four vegetables was lysine.

Key words: Wild vegetable; Nutrition

随着生活水平和环保意识的提高,人们要求蔬菜既符合绿色食品的标准,又具有独特的风味并对人体有良好的保健功能。于是野生蔬菜成为亟待开发的重要资源,国内野生蔬菜的开发利用正成为新的热点,逐渐由一般性资源介绍到特色种类的深入

研究^[1-5]。

目前,对于沙芥的研究主要集中在分类^[6-10]、形态解剖^[11-14]、抗旱生理^[15]、春化特性^[16]、种子生理^[17]、组培及栽培技术和营养生长规律等方面^[18,19];沙葱的研究主要集中在栽培技术^[20]、花形

收稿日期:2008-12-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30860174;30660110;30460080);教育部科学技术研究重点项目(206027);内蒙古科技攻关项目(20050305,20060202)

作者简介:张凤兰(1979-),女,内蒙古赤峰人,在读博士,主要从事野生蔬菜种质资源及种质创新研究。

通讯作者:郝丽珍(1960-),女,内蒙古包头人,教授,博士生导师,主要从事野生蔬菜种质资源及种质创新研究。

态及花药解剖结构^[21]、萌发生理和组织培养等方面^[22-24];而对于苦菜的研究则主要集中在药用成分分析^[25]、开发与利用^[26]、组织培养^[27]和种子萌发特性等方面^[28];至于斧翅沙芥和甜苣的研究甚少。对于这 5 种野生蔬菜的营养成分分析只在沙芥、沙葱和苦菜上略见报道,并且营养成分的分析多集中在矿质元素和微量元素^[29]等方面,对于其氨基酸分析,尤其是蛋白质氨基酸评价分析尚未见报道。

本试验以阿拉善盟沙地中生长的沙芥、斧翅沙芥、沙葱、苦菜和甜苣的叶片为材料,除测定其维生素和贮藏物质含量外,还根据其叶片中的蛋白质和氨基酸含量测定结果,采用模糊识别法^[30]和氨基酸比值系数法^[31]分别以鸡蛋蛋白质为标准蛋白,以 WHO/FAO(1973)提出的评价蛋白质营养价值的氨基酸模式为依据,对这 5 种野生蔬菜的蛋白质营养价值进行了分析评价,并根据其维生素和粗纤维等的含量,对其作为特色蔬菜也进行了综合评价,为进一步开发利用提供了科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

沙芥 (*Pugionium comutum*) 和斧翅沙芥 (*P. dolabratum* Maxim) 为十字花科沙芥属 2 年生草本植物;沙葱 (*Allium mongolia* Regel.) 又名蒙古韭,是百合科葱属的多年生旱生植物;苦菜 (*Sonchus oleraceus* L.) 又称苦苣菜、苦麻菜、苣荬菜等,是菊科多年生草本植物;甜苣 (*Plantago asiatica* L.) 是伞形科多年生草本植物。这 5 种野菜均于 2004 年 7 月采自内蒙古自治区阿拉善盟腾格里沙漠周边的沙地,采后将这 5 种野生蔬菜的叶片洗净,及时测定相应指标,并采用自然阴干法,取干品备用。

1.2 测定方法

1.2.1 淀粉、糖含量测定 采用蒽酮比色法^[32];蛋白质含量测定采用 G-250 考马斯亮兰法^[32];脂肪含量测定采用残余法^[32];Vc 含量采用 2,6-二氯酚靛酚比色法^[32];类胡萝卜素测定采用丙酮比色法^[32];粗纤维含量测定采用比重法^[33]。

1.2.2 维生素含量测定 VB₂ 测定:所用仪器为 waters 2695 (waters 公司,美国,流速准度:±1%,流速精度:0.075% RSD,梯度精度:0.15% RSD),样品前处理:称取干样 0.5 g (含 B₂ 5 μg 以上)于 25 mL 容量瓶中加 15 mL 0.1 g/L 盐酸,超声 5 min,铝箔封口,放入 120 °C 高压杀菌锅 30 min,冷却过 0.45 μm 膜,待测。色谱条件:柱:Atlantis C18 (3.9 mm ×150 mm),流动相:80% 0.1 TFA/20 乙腈,流速:

0.5 mL/min,荧光:激发 440 nm,发射 565 nm,标准用 0.1 g/L 盐酸溶解。柱:μBondpak C18 (3.9 mm ×30 mm),流动相:甲醇-水 (30:70),含 0.005 mol/L PICB-6。

VB₅ 提取衍生:捣碎后,称 0.5 g 样品(含 B₁ 5 μg 以上)于 25 mL 容量瓶中加 15 mL 0.1 g/L 盐酸 15 mL 超声 5 min,铝箔封口放入高压杀菌锅。120 °C 30 min,冷却过 0.45 μm 膜,待测。色谱条件:柱:uBondpak C18 (3.9 mm ×150 mm) A # (专用),流动相:甲醇-水 = 25:75 (0.005 mol/L PIC-6 试剂 己烷磺酸钠;1% 乙酸),流速:1 mL/min T = 30 °C,紫外:UV280 nm,标准用 0.1 g/L 盐酸溶解。

1.2.3 氨基酸含量测定 所用仪器为 waters 2695 (waters 公司,美国,流速准度:±1%,流速精度:0.075% RSD,梯度精度:0.15% RSD),称干样 0.5 g 置于安培瓶中,加入 12 g/L 盐酸 5 mL,真空烧结封口,在 110 °C 烘箱中水解 22 h,定容至 25 mL,取 10 mL,在水浴上蒸干,用 5 mL 纯水洗出,过 0.45 μm 膜,取滤液 10 μL,用 AccQ-Fluor 试剂衍生。色谱条件:仪器:Waters Millennium 2010 液相色谱系统,柱:AccQ-Tag aa 分析柱 (3.9 mm ×150 mm),流动相:A:140 mmol/L NaAc 溶液 (17 mmol/L 三乙胺, pH 4.95), B:60% 乙腈水溶液 (60:40),梯度洗脱。流速:1 mL/min,检测器:荧光,Ex250,Em395 gain 10。

1.3 蛋白质、氨基酸评价

采用目前通用的模糊识别法^[30]和氨基酸比值法^[31],食物中蛋白质营养价值的高低,主要取决于所含必需氨基酸 (Essential amino acid, EAA) 的种类、数量、组成比例及可消化程度。模糊识别法和氨基酸比值系数法围绕样品中 EAA 展开综合分析和讨论。

1.3.1 模糊识别法 该方法评价的数学模型,参照翁德宝^[30]的方法建立,根据兰氏距离法^[30]的定义对象 μ_i 和标准蛋白质 (鸡蛋) 的贴度 (close degree) $\mu(\mu_i)$,由 (1) 式计算评价对象和标准蛋白质的贴度,最后按贴度大小顺序排列。

$$\mu(\mu_i) = 1 - 0.09 \sum_{k=1}^9 \frac{|i - \mu_{ik}|}{k + \mu_{ik}} \quad (1)$$

1.3.2 氨基酸比值系数法 各类蛋白质的氨基酸组成比例不尽相同,其所含 EAA 组成比例越接近人体必需氨基酸的比例,其质量就越好。据此,世界卫生组织 (WHO) 和联合国粮农组织 (FAO) 不断完善其推出的蛋白质必需氨基酸模式 (Amino acid scoring patterns)。氨基酸比值系数法,就是根据氨基酸平衡理论,利用 WHO/FAO 的必需氨基酸组分模式计算

样品中 EAA 的氨基酸比值 (Ratio of amino acid, RAA)、氨基酸比值系数 (Ratio coefficient of amino acid, RC) 和比值系数分 (Score of RC, SRC)^[31]。

2 结果与分析

2.1 5种野生蔬菜叶片主要贮藏物质含量分析

由表 1 可知,5 种野生蔬菜的蛋白质含量为 2.62%~5.84%,其中甜苣的含量最高,其次为沙芥;脂肪含量为 0.53%~0.98%,最高为斧翅沙芥,

其次是苦菜和沙芥;淀粉含量为 0.01%~2.29%,最高为斧翅沙芥,其次为沙芥和沙葱;可溶性糖的含量为 0.29%~2.48%,最高为斧翅沙芥,其次为沙葱和沙芥;粗纤维含量为 1.96%~11.53%,最高为斧翅沙芥,最低为甜苣。

沙芥和斧翅沙芥均为沙芥属蔬菜,但在营养物质含量上差异较大,斧翅沙芥的脂肪、淀粉、可溶性糖和粗纤维的含量(以鲜质量计)均高于沙芥。

表 1 5种野生蔬菜主要贮藏物质含量分析

种类 Sort	蛋白质 Protein	脂肪 Fatty	淀粉 Starch	可溶性糖 Soluble sugar	粗纤维 Crude fiber
沙芥 <i>Pugionium comutum</i>	3.57	0.85	1.22	1.69	5.65
斧翅沙芥 <i>P. dolabratum</i> Maxim	2.62	0.98	2.29	2.48	11.53
沙葱 <i>Allium mongolia</i> Regel	2.87	0.53	0.88	1.92	5.49
苦菜 <i>Sonchus oleraceus</i> L.	3.51	0.88	0.01	0.29	6.24
甜苣 <i>Plantago asiatica</i> L.	5.84	0.63	0.06	0.32	1.96

2.2 5种野生蔬菜叶片维生素含量分析

由表 2 可以看出,5 种野生蔬菜的 Vc 含量(以鲜质量计)为 226.64~268.48 mg/100g,沙芥的含量最高,其次为斧翅沙芥;类胡萝卜素含量(以鲜质量计)为 7.24~22.29 mg/100g,甜苣含量最高,其次为沙芥;维生素 B₂ 含量(以干质量计)为 1.03~3.23

mg/100g,沙芥的含量最高,其次为斧翅沙芥;维生素 B₅ 含量(以干质量计)为 33.6~82.2 mg/100g,沙芥的含量最高,其次为斧翅沙芥。沙芥和斧翅沙芥在维生素含量上差异较大,沙芥的 Vc、类胡萝卜素、维生素 B₂ 和维生素 B₅ 含量均高于斧翅沙芥。

表 2 5种野生蔬菜维生素含量分析

种类 Sort	Vc mg	类胡萝卜素 Carotenoid	VB ₂	VB ₅
沙芥 <i>Pugionium comutum</i>	268.48	20.23	3.23	82.2
斧翅沙芥 <i>P. dolabratum</i> Maxim	252.63	14.72	2.28	71.4
沙葱 <i>Allium mongolia</i> Regel	241.46	7.24	2.03	33.6
苦菜 <i>Sonchus oleraceus</i> L.	228.66	17.17	1.03	41.9
甜苣 <i>Plantago asiatica</i> L.	226.64	22.29	1.28	42.8

2.3 5种野生蔬菜蛋白质和氨基酸组成及含量分析

由表 3 可见,5 种野生蔬菜的氨基酸占总蛋白质含量的百分比中斧翅沙芥的最高,其次为沙芥,甜苣的最低,但在 5 种野菜中必需氨基酸/非必需氨基酸的比值则恰好相反。

5 种野生蔬菜至少均含有 17 种氨基酸(色氨酸未检测),其中 7 种是人体必需的氨基酸。沙芥的 17 种氨基酸中,脯氨酸含量最高,在 95.09 mg/g 占氨基酸总量的 18.37%,其次为天冬氨酸和谷氨酸,分别为 78.32 mg/g 和 65.72 mg/g,人体必需氨基酸总量为 144.55 mg/g,占氨基酸总量的 28%。

斧翅沙芥的 17 种氨基酸中,天冬氨酸含量最高,达 116.32 mg/g,占氨基酸总量的 15.61%,其次为谷氨酸,为 83.43 mg/g,人体必需氨基酸总量为 221.07 mg/g,占氨基酸总量的 30%。

沙葱的 17 种氨基酸中,谷氨酸含量最高,达 74.95 mg/g,占氨基酸总量的 22.48%,其次为丙氨酸,为 32.10 mg/g,人体必需氨基酸总量为 111.37 mg/g,占氨基酸总量的 33%。

苦菜的 17 种氨基酸中,半胱氨酸含量最高,达 47.81 mg/g,占氨基酸总量的 14.15%,其次为天冬氨酸,为 41.04 mg/g,人体必需氨基酸总量为 102.78 mg/g,占氨基酸总量的 30%。

甜苣的 17 种氨基酸中,天冬氨酸含量最高,达 23.50 mg/g,占氨基酸总量的 10.72%,其次为谷氨酸,为 21.77 mg/g,人体必需氨基酸总量为 76.64 mg/g,占氨基酸总量的 35%。

2.4 5种野生蔬菜蛋白质相对于标准蛋白质(鸡蛋)的贴近度分析

由表 4 可以看出,5 种野生蔬菜的贴近度均在 0.57~0.81,与相应的科属对照种相比,蛋白质营养价

值的高低有如下排序: 大白菜 > 韭菜 > 斧翅沙芥 > 芹 蔬菜的蛋白质含量高于相应科属的常规蔬菜, 蛋白质
菜 > 沙芥 > 沙葱 > 苦菜 > 生菜 > 甜苣, 表明 5 种野生 的营养价值略低, 却比其他种的贴近度要高。

表 3 5 种野生蔬菜氨基酸组成及含量分析

Tab. 3 The content and component of amino acid of five wild vegetables

氨基酸种类 Amino acid sort	沙芥 <i>Pugionium comutum</i>		斧翅沙芥 <i>P. dolabratum Maxim</i>		沙葱 <i>Allium mongolia Regel</i>		苦菜 <i>Sonchus oleraceus L.</i>		甜苣 <i>Plantago asiatica L.</i>	
	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%
异亮氨酸 Ile	17.89	3.45	27.71	3.72	16.55	4.97	14.30	4.23	10.51	4.79
亮氨酸 Leu	25.20	4.87	42.76	5.74	22.46	6.74	19.28	5.71	15.07	6.87
苯丙氨酸 Phe	25.95	5.01	34.34	4.61	18.56	5.57	20.33	6.02	12.71	5.80
缬氨酸 Val	27.44	5.30	38.11	5.11	20.35	6.11	17.60	5.21	13.06	5.96
蛋氨酸 Met	11.52	2.22	14.53	1.95	7.26	2.18	6.91	2.04	4.43	2.02
赖氨酸 Lys	22.02	4.25	38.89	5.22	14.44	4.33	13.18	3.9	12.28	5.60
苏氨酸 Thr	14.53	2.81	24.73	3.32	11.75	3.52	11.18	3.31	8.58	3.91
天冬氨酸 Asp	78.32	15.13	116.31	15.61	23.08	6.92	41.04	12.15	23.50	10.72
丝氨酸 Ser	19.92	3.85	27.23	3.65	16.41	4.92	10.69	3.16	8.17	3.73
谷氨酸 Gu	65.72	12.69	83.43	11.2	74.95	22.48	27.69	8.2	21.77	9.93
甘氨酸 Gly	16.33	3.15	30.58	4.1	11.37	3.41	15.56	4.61	10.96	5.00
组氨酸 His	15.55	3.00	26.14	3.51	10.57	3.17	9.85	2.92	6.77	3.09
精氨酸 Arg	20.19	3.90	41.71	5.6	10.85	3.25	16.09	4.76	13.21	6.03
丙氨酸 Ala	34.62	6.69	52.74	7.08	32.10	9.63	31.41	9.3	20.54	9.37
脯氨酸 Pro	95.09	18.37	107.48	14.42	18.87	5.66	21.35	6.32	21.51	9.81
半胱氨酸 Cys	11.79	2.28	15.42	2.07	14.48	4.34	47.81	14.15	7.50	3.42
酪氨酸 Tyr	15.68	3.03	23.05	3.09	9.30	2.79	13.56	4.02	8.65	3.95
Sum	517.76		745.16		333.97		337.85		219.22	
E/N	0.39		0.42		0.50		0.44		0.54	
E/T	0.28		0.30		0.33		0.30		0.35	

注: *. 必需氨基酸。 Notes: *. Necessary amion acid.

表 4 5 种野生蔬菜蛋白质相对于标准蛋白质(鸡蛋)的贴近度

Tab. 4 Close degree of five vegetable protein and the standard protein

种类/ 贴近度 Sort/ Close degree	蛋白质含量 Content of protein	贴近度 Close degree	对照蔬菜 CK	蛋白质含量 Content of protein	贴近度 Close degree
沙芥 <i>Pugionium comutum</i>	3.57	0.70	大白菜	1.9	0.94
斧翅沙芥 <i>P. dolabratum Maxim</i>	2.62	0.81			
沙葱 <i>Allium mongolia Regel</i>	2.87	0.64	韭菜	2.1	0.84
苦菜 <i>Sonchus oleraceus L.</i>	3.51	0.62	芹菜	1.0	0.74
甜苣 <i>Plantago asiatica L.</i>	5.84	0.57	生菜	1.5	0.62

2.5 5 种野生蔬菜氨基酸比值系数法评价结果分析

根据氨基酸比值系数法计算公式计算沙葱等 5 种野菜的蛋白质中氨基酸比值(RAA)、氨基酸比值系数(RC)及氨基酸比值数分(SRC)。根据 SRC 值的

大小, 其排列顺序如下: 甜苣 > 斧翅沙芥 > 沙芥 > 苦菜 > 沙葱, 甜苣的 SRC 值较高, 其次为斧翅沙芥。

此外, 表 5 表明, 沙芥、沙葱、苦菜和甜苣的第一限制性氨基酸均为赖氨酸, 而斧翅沙芥的第一限制性氨基酸为亮氨酸。

表 5 5 种野生蔬菜蛋白质中氨基酸比值、氨基酸比值系数及氨基酸比值系数分

Tab. 5 RAA, RC and SRC of five wild vegetables

	Ile	Leu	Val	Met + Cys	Phe + Tyr	Lys	Thr	His	x	SRC
WHO/ FAO 模式	28.00	66.00	35.00	25.00	63.00	58.00	34.00	19.00		
沙芥 <i>Pugionium comutum</i>	RAA 0.64	0.38	0.78	0.93	0.66	0.38	0.43	0.82	0.63	68.41
	RC 1.01	0.61	1.24	1.48	1.05	0.60*	0.68	1.30	1.00	
斧翅沙芥 <i>P. dolabratum Maxim</i>	RAA 0.99	0.65	1.09	1.20	0.91	0.67	0.73	1.38	0.95	74.11
	RC 1.04	0.68*	1.15	1.26	0.96	0.71	0.77	1.45	1.00	
沙葱 <i>Allium mongolia Regel.</i>	RAA 0.59	0.34	0.58	0.87	0.44	0.25	0.35	0.56	0.50	63.24
	RC 1.18	0.68	1.16	1.74	0.88	0.50*	0.69	1.11	0.99	
苦菜 <i>Sonchus oleraceus L.</i>	RAA 0.51	0.29	0.50	2.19	0.54	0.23	0.33	0.52	0.64	67.80
	RC 0.80	0.46	0.79	3.42	0.84	0.36*	0.51	0.81	1.00	
甜苣 <i>Plantago asiatica L.</i>	RAA 0.38	0.23	0.37	0.48	0.34	0.21	0.25	0.36	0.33	74.50
	RC 1.14	0.69	1.13	1.45	1.03	0.64*	0.77	1.08	0.99	

3 讨论

3.1 5种野生蔬菜的贮藏物质、维生素与医疗功效的关系

从主要贮藏物质含量和维生素含量来看,这5种野生蔬菜的蛋白质、脂肪、粗纤维的含量均高于对照的相应科属常规栽培蔬菜(白菜、韭菜、芹菜和生菜),碳水化合物除沙芥外,其余4种的含量均低于对照蔬菜,是糖尿病患者首选的低糖蔬菜。这5种野生蔬菜的Vc含量均在226.64~268.48 mg/100g,与对照蔬菜相比,均是其的10倍以上,而Vc在治疗受伤、灼伤、牙龈出血;帮助降低血液中的胆固醇;预防滤过性病毒和细菌的感染,并增强免疫系统功能,预防坏血病等方面疗效显著。同时,这5种野生蔬菜的粗纤维含量在1.96%~11.53%,是对照蔬菜的3~10倍,如果常吃这些蔬菜可改善胃肠道功能,能够防治便秘、预防肠癌;控制体重,减少肥胖病的发生方面有很重要的作用^[34]。

3.2 5种野生蔬菜的氨基酸组分与医疗功效的关系

这5种野生蔬菜中含有17种氨基酸,其中含有7种人体必需氨基酸(色氨酸未测定)。总氨基酸含量为219.22~745.16 mg/g,人体必需氨基酸的含量占氨基酸总量的28%~35%。在沙芥中脯氨酸含量最高,其次为谷氨酸,而脯氨酸作为一种渗透性保护物质,在植物生长发育过程中具有多种生理功能,它可作为一种迅速利用的氮源和碳源,是沟通(C/N)代谢和渗透胁迫的桥梁,同时,脯氨酸代谢的中间物具有诱导基因表达及降低渗透胁迫所造成的氧损伤作用^[27]。沙芥和斧翅沙芥生长在沙漠、沙地中,具有很强的耐旱性,可能与其体内含有较高的脯氨酸有关。沙葱中谷氨酸含量最高,有研究表明:谷氨酸在机体代谢中活泼,参与核苷酸及某些氨基酸的组成,与脑组织和神经系统的正常功能密切相关,并参与肝脏、肌肉、及大脑等组织中氨的解毒作用^[35]。苦菜中半胱氨酸含量最高,而半胱氨酸,作为一种高效的、安全的多酚氧化酶抑制剂,其在食品保鲜中的应用已得到一些研究^[36]。甜苣和斧翅沙芥中天冬氨酸含量最高,天冬氨酸和谷氨酸是脑部的重要兴奋性神经递质(EAA)^[37]。

野生蔬菜种类繁多,不同种类营养和价值相差较大,采集天然的野生蔬菜远不能满足市场需求,因而从众多的天然野生蔬菜种类中筛选具有较高营养价值和保健功能的优良种类进行人工驯化栽培和产业化开发是野生蔬菜发展的重要方向,因此该研究

为其进一步开发和产业化进程的推进提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 张瑞霞. 野生蔬菜简介[J]. 内蒙古农业科技, 1995(5): 34.
- [2] 张美丽, 高聚林. 蒙古韭生物学特性及营养价值初探[J]. 内蒙古农业科技, 1997(5): 25-26.
- [3] 马强, 张汉达. 丰富的山野蔬菜[J]. 内蒙古农业科技, 1996(2): 38.
- [4] 张德健, 李美莲. 新型蔬菜简介[J]. 内蒙古农业科技, 1999(增刊): 78.
- [5] 李红, 王六英, 那顺. 内蒙古西泉乡山野菜资源的调查[J]. 内蒙古农业科技, 2003(5): 26-28.
- [6] 赵一之. 沙芥属的分类校正及其区系分析[J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 1999, 30(2): 197-199.
- [7] 杨喜林. 中国荒漠十字花科几种植物的研究[J]. 植物分类学报, 1981, 19(2): 238-240.
- [8] 张秀伏. 宽翅沙芥的订正[J]. 植物分类学报, 1995, 33(5): 502.
- [9] 周世权, 蓝登明. 沙芥属植物的分类[J]. 内蒙古林学院学报: 自然科学版, 1998, 20(3): 29-31.
- [10] 吴征镒. 中国种子植物的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, 4(增刊): 108.
- [11] 闫洁, 贺晓, 周世权, 等. 翅果沙芥和距沙芥营养器官的解剖学观察[J]. 内蒙古农业大学学报, 2001, 22(3): 70-73.
- [12] 贺晓, 周世权, 闫洁. 沙芥与斧形沙芥营养器官的解剖学观察[J]. 干旱区资源与环境, 1998, 12(2): 96-100.
- [13] 贾晋. 沙芥形态与解剖学研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2003.
- [14] 郝丽珍, 翟胜, 贾晋, 等. 沙芥营养生长规律及叶片解剖结构的研究[J]. 华北农学报, 2004, 19(4): 66-70.
- [15] 杨冬艳. 干旱胁迫下沙芥(*P. comutum*)与斧翅沙芥(*P. dolabratum*)幼苗生理生化应答反应及机理探讨[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2005.
- [16] 杜永光, 郝丽珍, 王萍, 等. 沙芥生长发育及种子产量形成与播种期关系的研究[J]. 华北农学报, 2006, 21(5): 118-122.
- [17] 张卫华, 郝丽珍, 王彦华, 等. 沙芥种子吸水和发芽过程中几种贮藏物质的含量变化[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(4): 528-530.
- [18] 王淑莉, 杜凌, 陈培民, 等. 沙芥叶片愈伤组织诱导研究初报[J]. 内蒙古农业科技, 2007(1): 45, 54.
- [19] 王巨媛, 翟胜, 郝丽珍. 沙生植物沙芥的研究利用现状及开发策略研究[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(4): 232-235.

- [20] 严子柱,刘世增,严子仁.野生蔬菜沙葱的人工栽培技术[J].甘肃农业科技,2005(7):33-34.
- [21] 郝丽珍,杨忠仁,王萍,等.三种葱属植物花器形态及解剖结构研究[J].植物研究,2005,25(3):277-280.
- [22] 苗春乐,郝丽珍,王萍,等.NaCl胁迫对沙葱种子生活力及抗氧化酶活性的影响[J].华北农学报,2008,23(4):172-175.
- [23] 杨忠仁,郝丽珍,张凤兰,等.沙葱种子的萌发特性和几种贮藏物质含量的变化[J].植物生理学通讯,2007,43(1):173-175.
- [24] 陈刚,贾敬芬,郝建国.沙葱(*Allium mongolicum* Regel)离体培养再生可育植株[J].植物研究,2003,23(1):51-54.
- [25] 于国防,王晓华,李桂凤.野生山苦菜营养成分分析[J].营养学报,2004,26(2):156-158.
- [26] 陈辉,苏娜,张苑,等.苦菜的开发与利用[J].食品研究与开发,2004,25(2):89-90.
- [27] 邱奉同,张渝洁,张利.苦菜的组织培养与快速繁殖[J].安徽农业科学,2005,33(2):241-242.
- [28] 魏珉,高金华,闫坤.苦菜种子萌发特性研究[J].长江蔬菜,2002(5):34.
- [29] 云学英,陈其秀.野生苦菜中几种微量营养元素含量的研究[J].内蒙古农牧学院学报,1998,19(3):124-126.
- [30] 翁德宝,徐颖洁.鸡冠花叶蛋白质营养价值的评价研究[J].武汉植物学研究,1999,17(1):15-20.
- [31] 朱圣陶,吴坤.蛋白质营养价值评价一氨基酸比值系数法[J].营养学报,1988,10(2):187-191.
- [32] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:185-186.
- [33] 张志良.植物生理学实验指导[M].第2版.北京:高等教育出版社,1990.
- [34] 何志谦.人类营养学[M].北京:人民卫生出版社,1988:219-223,232-343,87-90.
- [35] Theed Philadelphia:W. B Saunders Company. Krause Food Nutrient and Diet Therapy[M]. 1984,54:665.
- [36] 中国农学会食物与营养专业委员会.优质蛋白质与膳食营养[M].北京:中国农业科技出版社,1993,80,165-172.
- [37] 张秀春,张清其.海边月见草种子营养成分研究[J].福建师范大学学报:自然科学版,1998,14(3):92-95.