1982 年 5 月

ACTA BIOLOGICA PLATEAU SINICA

May, 1982

### 苦豆子的蛋白质含量和成分研究\*

陶诗清 吴先琪 钟明明 (中国科学院西北高原生物研究所)

苦豆子 (Sophora alopecuroides L.) 是西北地区传统的野生绿肥植物。 其根人中药,称西豆根。主要分布在新疆、甘肃、宁夏、内蒙等省的荒漠化草原地带和荒漠区,(周立华,1979)资源极其丰富。苦豆子含有多种化学成分,其中如生物碱、有机酸、黄酮的研究,已有不少报道(奥列赫夫,1960; Паканаев, 1973) 我们在寻找蛋白质资源植物时,发现苦豆子含有较高的蛋白质,其含量同苜蓿相当。 为解决西北地区牲畜缺乏蛋白饲料的困难,我们用脱毒的苦豆子叶粉进行动物毒性实验和羊的冬季补饲,未发现不良反应。初步表明苦豆子是一种很有希望的蛋白质资源植物。 为弄清苦豆子蛋白质的营养价值,对苦豆子不同器官蛋白质的含量及其动态变化、叶蛋白质的组成部分及其在不同发育阶段的变动规律和蛋白质的氨基酸含量进行了研究。现将试验结果报道如下:

# 的其它物质相连结的特性为转移的,这种联系决定了蛋白质的生物学特性。同时,植物体中蛋白质各个部分的含量及其之形分以**行,已失果宣於**为种,不同发育进程和当时的环境条件。因此,测定蛋白质复合体中各部分的含量及其动态变化,是蛋白质性质的真实推

#### 1. 蛋白质的含量和动态变化

蛋白质的含量测定采用凯氏法,为了排除其它含氮物质的影响,将样品浸泡于热蒸馏水中,用盐基性硫酸铜 CuSO4·Cu(OH)。使蛋白质沉淀,沉淀出来的蛋白质再用凯氏法定氮,并乘以系数 6.25,即为纯蛋白质量。本实验所用材料采自宁夏盐池县,所得数据均为20 株样品混合后测定数值。不同器官蛋白质的含量和动态变化结果,分别列于表 1、2。

从表 1 可以看出: 苦豆子叶子蛋白质含量 为 15.69—18.31%,种子 为 16.06%。 其它器官的含量都较低。表 2 说明,营养期叶子蛋白质含量达到最高,随着发育阶段的进

#### 表 1 苦豆子不同器官蛋白质的含量

Table 1 Content of protein in different organ of S. alopecuroides L.

器	官 <sup>2</sup> -0 an	e0.根 root	0.057	茎 d stem	878.0 P+ leaf	76.75	花 flower	种子 seed
蛋白质	含量	2.68	0.108	96.81	0.749	98.99	2.82	fle My Howering period
content o	f protein	6.19—9.44	11 .0	1.63-6.38	15.69—1	18.31	8.88	16.06 period period

<sup>\*</sup> 氨基酸分析由中国农业科学院畜牧研究所代测,特表谢意。

dead-ripe period

一生物学特性的一种表现。

#### 表 2 苦豆子不同时期蛋白质的动态变化

Table 2 Changes of protein content in different development periods of S. alopecuroides L.

器官	发育时期 development periods						
organ	营养期 vegetative period	花期 flowering period	果期 fruit-bearing period	枯 黄 期 dead-ripe period  — 9.25			
叶 子 leaf	18.31	16.06	15.69				
根 root	6.19	6.81	9.44				
茎 stem	5.00 (1)	4.63	6.38				

行,叶中蛋白质含量逐渐下降,但下降幅度不大。 在整个实验过程中,我们发现在叶子开始枯黄时,还保持着较高的蛋白质水平,这就为叶子的采集提供了方便。根中蛋白质的含量较低且较恒定,虽然随着发育的进行不断积累,但增长幅度不大。

分布在新疆、甘肃、宁夏、内蒙等省的荒漠化草原地带和荒漠区。(周立华,

#### 2. 叶中蛋白质各部分的变化及叶蛋白的提取

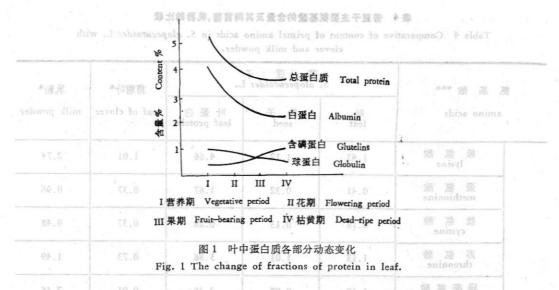
(1) 叶中蛋白质各部分的含量及动态变化 植物蛋白质是由多种蛋白质组成的复合胶体,各种组织中蛋白质的物理一化学状态是随蛋白质活动的程度及其与水或细胞中的其它物质相连结的特性为转移的,这种联系决定了蛋白质的生物学特性。同时,植物体中蛋白质各个部分的含量及其之间的比例,取决于植物的种、不同发育进程和当时的环境条件。 因此,测定蛋白质复合体中各部分的含量及其动态变化,是蛋白质性质的真实指标——生物学特性的一种表现。

苦豆子叶中蛋白质各部分的测定,按耶尔马科夫法进行。样品依次用蒸馏水、10%

#### 表 3 叶中蛋白质各部分的含量动态变化

Table 3 The content and change of fractions of protein in leaf

24 1 20 20 21 AS	蛋白质的部分 fractions of protein								
发育时期	水溶性白蛋白albumin		盐溶性球蛋白 globulin		醇溶性麦胶蛋白 prolamine		碱溶性含磷蛋白 glutelins		
development periods	含量 % content	占总蛋白质 % by total protein	含量 % content	占总蛋白质 % by total protein	含量 % content	占总蛋白质 % by total protein	含量 % content	占总蛋白质 % by total protein	
营养期 vegetative period	4.00	76.75	0.878	16.85	0.057	1.09	0.277	5.31	
花期 flowering period	2.82	69.89	0.749	18.56	0.108	2.68	0.358	8.87	
果期 fruit-bearing period	2.14	60.97	0.544	15.50	0.141	4.02	0.685	19.52	
枯黄期 dead-ripe period	2.12	58.40	0.489	13.47	0.028	0.77	0.995	27.41	



氯化钠溶液、80% 乙醇溶液和 0.2% 氢氧化钠溶液提取,并照前法将非蛋白质物质除掉, 凯氏法定氮,计算各类蛋白质的含量。分析样品按各发育时期采于青海乐都县,并于 2小时后进行分析,结果列于表 3。

从表 3 看出,苦豆子叶中蛋白质以水溶性白蛋白为主,占总蛋白质 58.40—76.75%,其次是盐溶性球蛋白和碱溶性含磷蛋白,分别为 13.47—16.85% 和 5.31—27.41%。而醇溶性麦胶蛋白含量很少。图 1 指出,在不同发育时期,水溶性白蛋白和碱溶性含磷蛋白表现出有规律的变化。即白蛋白在营养期含量达到最高,花期明显下降,果期、枯黄期降至最低水平。碱溶性含磷蛋白,随着生长的进行,其含量逐渐增加。而盐溶性球蛋白则随着生长的进行略有下降。图 1 还表明,总蛋白质的含量变化与白蛋白的变化规律一致。 苦豆子叶中蛋白质各部分的含量以及在不同发育时期的动态变化规律,与耶尔马科夫指出的:豆科植物蛋白质是由水溶性、盐溶性和碱溶性部分所组成,在幼嫩的组织中大部分蛋白质是处于水溶性状态的结论一致。

(2) 叶蛋白的提取 叶蛋白是一种含高蛋白质的营养剂,可作为食品或饲料的蛋白质添加剂。由于蛋白质不足,叶蛋白的生产受到人们极大的重视。目前已有不少国家正式进行工业生产,用于配制畜禽的混合日粮。营养期苦豆子的叶子含有很高的水溶性蛋白质,是提取叶蛋白的好原料。

取苦豆子鲜叶(采自青海乐都、营养期)200克,置大研缽中加入少量玻璃砂,同蒸馏水一起研磨,第一次加蒸馏水300毫升,磨至匀浆,用两层纱布压滤,滤液用离心法分离,即得清晰而不透明的茶色蛋白质溶液。同法提取4次,合并提取液,用0.1 N盐酸调pH为4.18<sup>13</sup>,即析出蛋白质沉淀,置于低温处,令沉淀完全后,倾出上清液,离心,沉淀依次用30、50、75和95%乙醇脱水和脱色,用离心法收集蛋白质,最后用乙醚处理2次,所得之蛋白质块状物,立即用玻棒打碎,真空干燥,即得灰白色粉末状叶蛋白,重2.1克,氮含量11.77%,含蛋白质73.58%,主要为白蛋白。

<sup>1)</sup> pH 的测定: 取一系列试管,向每个试管中各加人 2 毫升提取液和 2 毫升蒸馏水,摇匀,然后每管依次加人 0.1 N 盐酸 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 等毫升,10 分钟后观察蛋白质沉淀的情况,确定沉淀最多的试管,用 pH 计即可测出。

复	<b>基酸***</b>	Sotal protein	苦 豆 - · alopecuroides	苜蓿叶*	乳粉*	
	amino acids	叶 leaf	台》种。子 seed	叶蛋白 leaf protein	leaf of clover	milk powder
	赖 氨 酸 lysine	1,43 napolo	1.12	4.66	1.01	2.74
	蛋 氨 酸 methionine	0.41 boing painwold	0.32 N.33. II boos	1.67 1.67 1.07 (1.4.4)	0.37	0.96
	胱 氨 酸 cystine	0.18 C	0.13	0.28 世界	UF 0.37	0.48
	苏 氨 酸 threonine	1.13 hel mi lestora	1.01	3.86	0.73	1.49
(解解	异亮氨酸 isoleucine	首周 1·17 贝基	0.97	3.48	0.91	2.46
于2小	组 氨 酸 histidine	0.52	0.73	2.09	0.37	0.96
. 18	缬 氨 酸 Valine	1.47	1.29	4.67	1.01	2.35
額面。 表白額	亮 氨 酸 leucine	2.00	1.74	7.10	1.37	3.52
	精 氨 酸 arginine	1.37	2.69	5.66	1.19	1.23
<b>∜</b> ⊓	苯丙氨酸 phenylalanine	1.23	1.01	4.28	0.91	1.60
content	甘 氨 酸 glycine	1.24	1.34	3.99	海长德 <u>洛斯</u> 自	0.21
00	天 冬 氨 酸 aspartic acid	2.65	2.40	7.15	**	
料的量。	丝 氨 酸 Serine	1.07	1.39	3.03	**	4 (2)
大器性	谷 氨 酸 glutamic acid	2.62	6.17	9.27	TH ** 141	工作业先生
耐蒸饲	丙 氨 酸 alanine	1.37	医 00.01 限	4.63	自然	世界·从日本 - 以其 <b>为</b>
· 漢代法 Hg 開發	酪 氨 酸 Tyrosine	1.04	1.13	3.85		<b>製制等</b> 一为
核次用	脯 氨 酸 proline	1.29	0.87	3.02	\M <b>&amp;*</b> \U\	W 4. <b>**</b> °, W

乙回追追

#### 3. 蛋白质主要氨基酸的测定

蛋白质水解后可得到多种氨基酸,氨基酸的种类越全面,含量越高,则生物学价值也

<sup>\*:</sup> 数据引自中国农业科学院畜牧研究所主编:猪鸡饲料成分及营养价值表,农业出版社,1979年。

<sup>\*\*:</sup> 文献未列出数据。

<sup>\*\*\*:</sup> 样品水解时色氨酸分解破坏,故未能进行比较。

越高。 为评价苦豆子蛋白质的品质,我们利用日立 835 型氨基酸自动分析仪进行分析。 样品用 6N 盐酸于 110 % 水解 20 小时,取一定量的水解液上机测定。 分析了苦豆子叶子、种子和叶蛋白的氨基酸,结果列于表 4,并同苜蓿叶、乳粉进行了比较。

从表 4 看出: 苦豆子的叶子、种子和叶蛋白除色氨酸因水解被破坏外,均含有动物所必需的各种氨基酸。苦豆子叶子同苜蓿叶相比,只有胱氨酸比苜蓿低,其它氨基酸的含量都高于苜蓿。叶蛋白的氨基酸含量同乳粉相比,胱氨酸只有乳粉的一半,其它氨基酸都要高出 2 倍左右,而精氨酸高出 4 倍多,甘氨酸几乎达到 20 倍。

植物蛋白质是人类食物和动物饲料的主要来源。上述研究表明苦豆子为含蛋白质较高的植物,并含有动物所必需的各种氨基酸,其含量除胱氨酸外,均比苜蓿高。由于苦豆子含有生物碱,牲畜误食后常引起中毒反应。故一直未被很好利用。为了证实该植物在生产上使用的可能性,我们研究了一种简便、经济的脱毒方法,制成脱毒苦豆子叶粉,并于1980年4月和1981年1一4月在青海省英德尔种羊场进行羊的冬季补饲实验。实验羊为1周龄公羊,每日喂约1斤脱毒苦豆子叶粉,分早晚2次喂,在长达4个多月的实验中,羊的生长发育正常,未见毒性反应,叶粉的适口性尚好。实验表明苦豆子脱毒叶粉作为羊的蛋白质饲料,是很有希望的植物蛋白质资源。

#### 参 考 文 献

周立华,1979,苦豆子 (Sophora alopecuroides L.) 生物学特性的研究。植物学报,21(4): 380-382。

奥列赫夫, A. Π., 1960, 生物碱化学, 688 页, 科学出版社。

耶尔马科夫, A. V., 1956, 植物生物化学研究法,科学出版社。

Паканаев Я. И. и Раджабов С. Ф., 1973, Динамика содержания флавоноидов у софоры лисохвостной Растительные Ресурсы. **9**(3): 407—409.

## THE CONTENT AND COMPONENTS OF PROTEIN FROM SOPHORA ALOPECUROIDES L.

Tao Shiqing Wu Xianqi Zhong Mingming (Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

Sophora alopecuroides L. is a wild green manure. It is abundant at northwest China. It contains much protein. The content of protein in leaf and seed reached 15.69—18.31% and 16.06% respectively. The principal components of protein in leaf are albumin, globulin and glutelins. The content of albumin in fresh leaf is 58.40—76.75% of the total proteins. The protein in the leaf contains amino acids being necessary for animals. The content of amino acids was higher than those from clover and milk powder, except the cystine.

It is possible that the protein of S. alopecuroides L. may be used as raw material of protein for animals. This plant may be a protein resources in broad prospects.

联尔马科夫, A. H., 1956, 植物生物化学研究法,哲学出设社。