

海藻动物饲料

范晓 张燕霞

(中国科学院海洋研究所)

海洋中的藻类资源极为丰富。海藻的化学组成特殊。它除含有大量的诸如海藻胶、淀粉、甘露醇等非含氮的有机化合物以外,还含有丰富的蛋白质和一般陆生植物无以比拟的碘、钾、钙、镁、铁、锰、钛等矿物质与微量元素,以及多种的维生素。据研究,海藻作为食用的价值就在于其碘化物、矿物质和维生素的作用;大多数海藻对人体和动物既无毒性又无过敏反应,对人体是属于疗效保健食品,而对家畜、家禽等动物是维持代谢、保证生长发育的重要饲料配方原料。大量的对比实验证明,动物加喂海藻粉后,可产生很多意想不到的效果。海藻作为动物饲料添加剂的潜力,正日益为人们所瞩目。本文就国外这些方面的文献,并结合我们自己所做的初步试验结果作一综述性报道。

一、海藻饲料的加工和应用

1. 海藻饲料的加工

海藻饲料一般是指干加工品。一些沿海地区也有直接将采收的新鲜海藻(多属绿藻中的石莼、浒苔和幼苗期的马尾藻等)与陆生草本植物一起作为粗饲料利用。大量的海藻饲料是以干燥的大型褐藻做原料,加工成不同配比和粒度的粉末状产品。

单纯的海藻饲料粉生产,现在尚属一项小的工业,但是国外在家畜动物的饲料中添加一定比例的海藻粉作配合饲料的生产是大量的。据估计,全世界单纯海藻粉产量达5万吨左右,其中挪威就占了2万吨左右。西欧各国所用作动物饲料的海藻种类主要是巨藻*Macrocystis*、泡叶菜*Ascophyllum nodosum*、翅菜*Alara*、墨角藻科*Fucaceae*、海带*Laminaria*和马尾藻*Sargassum sp.*等,其中以泡叶菜最为普遍。

挪威、丹麦、英国、法国、美国、加拿大、冰岛、日本、新西兰等国家现在都在动物饲料中添加一定量的海藻粉,并且建有专门的海藻粉加工厂;也有的在农牧场或家畜饲养场直接把采集到的海藻进行干燥加工,自产自销。海藻粉生产和应用最多的国家应属挪威,自五十年代开始,产量逐年增加,现在年产

量2万吨左右,他们有大类型的海藻饲料生产厂,原料主要是泡叶藻和少量的海带、墨角藻等^[2,5]。若按3—10%的添加量计算,那么这个国家每年能生产几十万吨海藻配合饲料。

在爱尔兰、苏格兰、南非、印度、新西兰等国也建有海藻饲料的专业厂(场),制备不同种类的海藻饲料粉,作为牛、羊、猪、鸡、鸭等畜禽基础饲料的添加剂。法国、德国、新西兰、芬兰、加拿大等国家沿海地区的牧场或家禽饲养场本身就附设海藻饲料加工企业。

2. 海藻饲料的饲养效果

海藻粉作为添加剂使用,可以有效地改进饲料的营养结构。很多有关专家用不同种类的海藻,以不同的添加比例对牛、羊、猪、鸡、鸭、兔及水生动物等多种动物做了大规模的饲养效果和消化吸收实验。迄今为止,还没有发现海藻添加剂对动物有任何毒性或病害等副作用;只要海藻粉不变质、喂养的方法和饲料的配比得当,对家禽和家畜的生长速度、蛋和奶的产量、后代繁殖及表现变化等是有明显效益的。实验证明,海藻粉应该和基础饲料配合作为添加剂使用。据报道^[1],在猪的饲料中,添加3—5%的海藻粉,对猪的生长没有任何不利影响,能产生三个积极的效果。一是脂肪厚度减缩;二是猪肝寄生虫明显减少,从而使肝的利用率大为提高;三是体格健壮,不易得病。

Hoie等人^[3,4]曾在挪威用几千只肉鸡和几百只蛋鸡做实验。他们在饲料中添加3—7%的海藻粉,由于维生素(A, B₂)增加,使鸡生长速度加快,鸡肉和蛋内含碘量大幅度增加。在产蛋鸡的饲料中加喂2—5%海藻粉可以明显地使鸡蛋的蛋黄色泽变黄,蛋壳和鸡腿的颜色变得艳丽,鸡蛋的薄壳率也明显减少。

据报道,挪威的7个农场用3500只羊做了很有说服力的实验:每天每头羊喂35g海藻粉,能增产羊毛20%。据考察,羊经喂食海藻粉后能明显地防止脱毛。海藻饲料使动物的换毛和脱毛期大大缩短,这也

许是导致羊毛产率增加的原因所在。此外,加喂海藻粉后有效地防止了白肌病,使小羊羔的成活率大大提高。

用奶牛做实验也进一步表明,海藻粉饲料本身对动物不会产生有害作用。挪威的科学家^[5],曾选用7对孪生牛仔,在7年中的23个泌乳期,每天喂200g海藻粉(泡叶藻粉),其他配合饲料是干草、土豆等。获得的效果是加喂海藻粉者7年共产奶78172kg,而对照组仅产73175kg,产奶率增长7%,而且牛奶脂肪比例也明显增加;奶液中含碘量由原来的不到100 μ g/L增至600 μ g/L;奶牛乳腺炎发病率减少90%以上。据Chapman报道^[2]用海藻粉喂养水貂,在此种动物身上产生了很奇异的效果。如每天每只貂喂14.2g海藻粉,则使水貂的皮毛变得光亮而不脱毛,产仔率和成活率都明显提高,而且动物变得驯化温顺,容易管理。日本等国家用海藻饲料(裙带菜、羊栖菜、海带粉)喂蚕,蚕的体重增快;家兔经加食海藻粉后,不但生长加快,而且减少了很多疾病。

日本和南朝鲜(此系笔者在国际学术交往中得知,暂无文献资料)在鱼、虾等水生动物的饵料中加用胶化的海带粉作添加剂。据称这种饵料既富营养又有凝结作用,特别在矿物质和维生素贫乏的水质中使用,对水生动物的生长和防治某些病害有明显的效果。在英国、德国、加拿大等国家所做的相同的实验也得到类似甚至更明显的结论。海藻粉的作用似乎是无庸置疑的。

我国迄今还没有相应的海藻饲料加工工业,对海藻饲料的开发应用研究刚刚起步。近年来有关科研单位曾进行过小规模的研究探讨。最近我们和四川省畜牧兽医研究所、黄海海藻工业公司等单位协作做了海藻喂养奶牛、肉鸡、蛋鸡和蛋鸭的初步试验,结果是令人满意的。1985年我们还在北京某奶牛场,于基础饲料中加入5—10%L型海藻添加剂,经过近一年的对比考察,加喂海藻粉者增产奶量10%左右;母牛的发情率和受孕率普遍提高。在家禽饲养场做的实验证明鸡、鸭开产期提早,产蛋率和受精率提高5%以上。用LS型海藻粉作添加剂喂罗曼肉鸡(从出壳开始进入试验控制),4周龄的生长期中增重和耗料对比结果是极其明显的(见表1)。

由表中可看出,其中2%添加量的实验组,比对照组增重16.8%,提高饲料转化率达9.4%。而且试验组比对照组仔鸡的成活率大幅度提高。尽管试验是小规模的,但是结果是肯定的。目前,我们正在推广和扩大实验,就我国的海藻资源用以各种动物饲料添

表1 LS型海藻粉对仔鸡增重和耗料的影响

海藻增加量(%)	仔鸡(只)	4周龄体重(g/只)	耗料/增重	相对增重(%)	相对耗料(%)
0	51	499	1.955	100.0	100.0
1	52	543	1.863	108.8	95.3
2	54	584	1.771	116.8	90.6
4	50	554	1.947	111.0	99.6

加剂进行开发性和效益性研究。

二、海藻饲料的营养及选用

1. 海藻饲料的营养评介

海藻饲料的价值是由其化学组成所决定的。就总体海藻(主要包括红藻、绿藻、褐藻三大门类)而言,其化学组成是:非含氮有机化合物(海藻胶、淀粉、甘露醇、褐藻糖胶、纤维素等)为30—60%;各种矿物质和微量元素(其中包括钾、钠、钙、镁、铁、镉、碘、溴、氯、硼、钴、锰、锌、铜、硒、钛

表2 LS型中国海藻粉(Laminaria sp.)的化学组成¹⁾

组 分	含量(%)	组 成	含量(%)
褐藻酸	20—24	Ni	痕量
甘露醇	14—21	Bi	痕量
褐藻淀粉	1.6—2.0	V	痕量
粗纤维	8—11	Ti	微量
粗蛋白	6—8	抗坏血酸	>100mg/kg
褐藻糖胶	>0.3	胡萝卜素	>6.0mg/kg
粗脂肪	0.1—0.15	生物素	—
灰 分	20—35	叶 酸	—
I	0.4—0.7	亚叶酸	—
K	4.13	烟 酸	—
Na	3.24	核黄素	>30mg/kg
Mg	0.5	硫胺素	微量
Ca	0.07	生育酚	7.21mg/kg
Sr	0.05	维生素B ₁₂	—
Fe	0.19—0.22	维生素K	—
Mn	0.0037	维生素A	>5.7mg/kg
Cu	—	尼克酸	>1.6mg/100g
Al	0.025	热量(千卡)	250
B	0.01		

1) 本表所列数据,非同一样品测定值,故只标出范围。凡无数据者,为未测项目。

表 3 国外主要几种海藻饲料营养成分^[2]

海 藻	水 分 (%)	粗蛋白 (%)	灰 分 (%)	粗纤维 (%)	非含 N 化合物 (%)	脂 肪 (%)
墨 角 藻	12.4	4.95	13.10	5.50	62.00	1.95
极北海带	12.4	5.86	13.67	3.60	63.68	0.77—1.67
糖 海 带	14.6	6.37	16.64	3.28	59.40	0.7
掌状海带	18.6	5.80	11.30	26.70	36.60	0.6
加里福尼亚海藻粉	9.1	5.60	38.50	5.80	40.60	0.4
挪威海藻饲料	12—15	5—10	18—30	4—5	42—64	2—5
丹麦海藻饲料 E	50	13.10	5.93	9.00	66.75	1.07
苏格兰饲料	15.5	10.90	27.50	9.30	35.30	1.50
泡 叶 藻	9—15	5—12	15—30	4—7	42—64	2.6—4.0

等)为20—30%；蛋白质8—30%。维生素的种类为：抗坏血酸(V_C)，硫胺素(V_{B₁})，核黄素(V_{B₂})，烟酸(V_{PP})，叶酸(V_{B₁₁})，谷维素(V_{B₁₂})，生育酚(V_E)，维生素A、K等。作为饲料的褐藻而言，蛋白质含量不高(个别种类粗蛋白也可高达25%以上)，而特效成份是大量的矿物质、微量元素、碘化物和各种维生素；典型分析见表2，3。

由分析结果可知，海带等褐藻含有多种有效组分，对于生物必须的金属元素和各种维生素，其富集量很高；其中海带中的碘特殊的高，这就决定了它的营养价值和与其他饲料的配伍能力，成为动物的矿物质、碘化物、微量元素和维生素等极为重要的摄取源。

海藻中所含有的矿物质和绝大多数微量元素主要是由于其在藻体内以有机态存在、不易发生氧化作用；而催化效应好，使动物便于吸收同化，其效应和动物吸收能力比无机矿物质好得多^[2,5]。世界上很多国家和地区是缺碘区。据英国人 Alderman^[2] 1963年调查英国牧场中，每18只牛有15只是缺碘的。我国内陆地区，人和动物普遍缺碘。碘是影响人体和动物生长发育的极其重要的因素；为补充饲料中碘化物的不足，一般都是人为地在动物饲料中加入碘化物。但无机碘容易挥发而且较难吸收，所以利用率是极低的，而海藻中的碘是有机态存在，既稳定又易吸收，是难得的特性。

海藻中多种维生素对于以草食为主的家畜是非常适宜的。据认为动物受孕和出生率较高，可能是由于海藻中的生育酚(V_E)和碘的作用^[2]。鸡蛋等色泽的变化与褐藻植物中的藻黄质(Fucoxanthin)成份有关。海藻还含有如苯酚类化合物等抗生物质，对微生物的生长和繁殖有抑制作用；而丰富的褐藻糖胶

(Fucoidan)等独特成份对动物体内各器官的正常活动和血液循环具有一定的调节作用。另外，海藻本身的粘滑腥味的特点对改善饲料的适口性也不无益处。据Black等人^[1]报道，所有家禽都习于海藻饲料的口味，能提高摄食率。当然家禽和畜类，反刍动物与非反刍动物对饲料有不同的要求和消化率。不同种的海藻，其化学组分、软硬(纤维素、木质素含量)性质不尽相同。据认为，马尾藻等硬质海藻特别适用于反刍动物。

由海藻的分析结果可知，一般褐藻类植物的脂肪、淀粉等较某些陆生植物低，而含能化合物主要是藻体中的结构多糖如褐藻酸及其盐类。其含氮化合物水不溶性较多，消化率较低。而海带类比泡叶藻、马尾藻及墨角藻等消化率要高^[5]。据报道^[1]，猪几乎能全部消化吸收褐藻酸等非含氮化合物，而羊能消化71.8%。动物对海藻的消化能及其转化率还有待研究。

海藻的采集和干加工是比较方便的，但关键是在加工干燥过程中维持其中的有效成分。特别是藻体内的维生素和蛋白质很容易变质。成品海藻饲料粉应是新鲜而不变质的，含水量要低，微生物含量符合要求。在挪威等国，他们为了降低细菌含量采用滚筒干燥法，效果较好。

2. 海藻原料的选用

各种可用的海藻，其化学组成差异很大，如有的含N量较低，而北方有的马尾藻的粗蛋白含量高达25%以上；而有的含碘量极微，但海带等却高达0.7%；其维生素、氨基酸、多糖等成份也是极不平衡的。同种海藻，它的化学成份的含量也随海区和生长季节的不同而显示出较大的差异。由此可见，海藻原料采集

的种类、季节、海区等都是值得探讨的。因此,海藻饲料的生产,不但要考虑资源的开发潜力,更要考虑海藻种类和采收季节等条件。为了更有效地改进动物饲料的营养素结构,我们认为,不同种类的海藻搭配选用(根据其化学组成)是合理的。我们所做的试验,已充分说明这一方法不但经济效益提高而且动物的饲喂效果更为突出。另外,海藻粉的加工可以根据不同地区需要进行选配,如在内陆缺碘地区,在奶牛、鸡等的基础饲料中添加一定比例的高碘海藻,可以生产出高碘奶、高碘蛋。医学研究证实,“碘蛋”、“碘奶”不但能有效防治甲状腺肿瘤,而对人的原发性高血压,糖尿病等也有特殊疗效。这对防治地方性甲状腺肿大等缺碘症是一条有效而可行的途径。

3. 海藻粉添加剂的使用方法

根据国外多年研究以及我们自己的试验结果证明,海藻粉不宜单独做为饲料喂食,只可做为一种添加剂使用;因其营养成分不平衡,特效成份较多,所以动物的饲喂比例是值得注意的。如果过多加入就将造成动物代谢紊乱发育不正常,不但得不到效益,还会造成不可想象的结果。研究证明,一般动物喂食2—10%(饲料的比例)为宜,不同动物有不同比例。另外,一般动物对某种新的食物有一个适应过程,开始时趋食性及消化吸收率不太高,但适应后就会提高。经过几代喂养后,海藻饲料的效果会更明显。另外,海藻粉吸水性很强,其保存时间和环境不可忽视。发霉的海藻是绝对不能用的。一般认为,海藻饲料在秋冬季节喂食为好。

三、结 语

我国近年来饲料工业有了较大的进步,各种添加剂的使用也正在推开。但我们的饲料添加剂工业起步

晚,种类较少,动物饲料资源的短缺极大地限制畜牧业的发展。海藻饲料具有营养素较多、特效成份丰富的特性,应该引起有关部门的重视。我国海岸线漫长,海藻资源极为丰富,仅经济海藻就有100种之多,其中不乏大型的可供饲料加工用的藻类。南方海域的马尾藻、紫菜等,北方的海带、裙带菜等都是理想的动物饲料加工原料。现在,我国的褐藻除了少量的用于化工原料以及人吃以外,绝大部分迄今还未被有效地开发利用,这是一个急待解决的资源利用问题。

为了促进畜牧业的发展,扩大海藻资源综合利用的途径、研究海藻动物饲料的营养、加工和使用有着广阔的前景。

主要参考文献

- [1] Black, W. A. P., 1955. Seaweed in Animal Foodstuffs. II. Feeding and Digestibility Trails Agriculture 62 (12): 57—62.
- [2] Chapman, V.J. and D. J., Chapmar, 1980. Seaweeds and Their Uses. (Third Edition) Chapman and Hall. London, New York. PP. 30—62.
- [3] Hoie, J. and O. Sandvik, 1955. Sci. Rept. Agric. Coll. Norway. Rept. 8. Inst. Poultry and Farm Animals. P. 122.
- [4] Hoie, J. and O. Sandvik, 1960. Sci. Rept. Agric. Coll. Norway. Rept. 12. Inst. Poultry and Farm Animals. P. 1.
- [5] Jensen, A., 1972. The Nutritive Value of Seaweed Meal for Domestic Animals. Proceeding of Tth International Seaweed Symposium. Tokyo, Japan. PP. 7—14.