

# 双低油菜粕粉在饲料中的应用及展望

王妍琪 李 玫

双低油菜籽由加拿大植物育种专家们开发出来的。1974年，曼尼托大学的植物育种学家波多·斯坦佛森博士开发出了低芥酸、低硫代葡萄糖苷的第1代“双低”品种，首次达到了“双低油菜籽”的营养标准。1970年代末，加拿大油料作物加工商协会对“双低油菜籽”这一名称进行了注册：一切油中芥酸含量低于5%，每克粕粉中硫代葡萄糖苷含量低于3mg的油菜籽品种的油、粕粉、蛋白萃取物、籽粒和皮壳均可被称为双低油菜籽制品。目前，双低油菜籽已不再专属加拿大了，其双低油菜籽标志已在20多个国家获得了许可证，正在逐渐成为一种全球性的农作物。双低油菜粕和普通油菜粕在世界各地的动物饲料中获得了广泛的应用，是国际贸易市场上最活跃的商品之一。目前，加拿大油菜不仅实现了双低化，而且实现了优质高效产业化。双低油菜的发展极大的促进了种植业、油脂加工业、食品业、饲料工业和畜牧养殖业等相关产业的发展。双低油菜是盈利性和成长性好的朝阳产业，特别是生物技术在油菜品种技术改良上日益广泛，品种选育正向高含油、高蛋白、低芥酸和低硫甙发展。

## 1 双低油菜粕的营养特性

在实际饲料中，加拿大双低油菜粕粉（10%含水量）中的粗蛋白质含量最低值保证为34%，一般在35%~36%之间，过瘤胃蛋白的含量为35%。另外油约3.5%，灰分约6.1%，粗纤维约12%，单宁约1.5%，芥子碱约1.0%，植酸约4%和硫代葡萄糖苷 $16\mu\text{mol/g}$ 。对于家禽来说，双低油菜粕粉的的表观代谢能和真代谢能的值分别为2 000和2 070kcal/kg（NRC，1994）；猪可消化能为3 100 kcal/kg（Ajinomoto，1996）；牛的增重净能为1130kcal/kg，泌乳净能为1 580 kcal/kg（NRC，2001）。

### 1.1 蛋白质和氨基酸

粗蛋白质最低保证值的设定考虑到了不同年份的生长条件对双低油菜籽成分变化的影响。另外，双低油菜籽的榨油厂家对含油量和碳水化合物含量进行的调整也会对双低油菜籽的蛋白质成分产生一定的影响。图1显示出1990-2000年间气候和土壤条件对双低油菜籽蛋白质含量的影响。双低油菜籽中氨基酸的分布状况良好，含有丰富的蛋氨酸和胱氨酸，占粗蛋白总含量的1.71%，但赖氨酸含量不多，占2.02%。一些氨基酸的含量可以根据粗蛋白的含量，通过经验公式来计算（表1）。

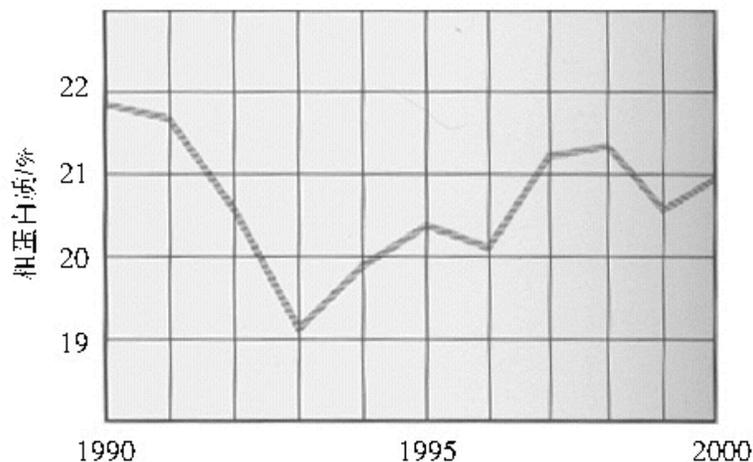


图1 1990-2000年双低油菜籽的粗蛋白质含量（8.5%水分含量）CGC2000

表2列出了猪和家禽基本氨基酸小肠吸收生物消化率的值。猪回肠消化率值的变化范围为75%~86%。这些值一般比用豆粕粉测得的值低10%。家禽的情况与之类似。牛柯克等人（Newkirk et al, 1999）认为加工温度是造成氨基酸生物可获量下降的主要原因。他们指出，近红外反射光谱仪方程法目前已崭露头角，有望成为一种能快速、准确地对双低油菜籽粕粉中赖氨酸可获量进行预测的方法（ $R^2=0.92$ ）。

表1 根据粗蛋白质含量预测双低油菜籽粕粉中氨基酸含量的回归方程\*（n=97）

氨基酸	方程	相关系数
丙氨酸	粗蛋白质（%） $\times 0.0758 - 0.535$	0.73
赖氨酸	粗蛋白质（%） $\times 0.0402 + 0.546$	0.57
蛋氨酸	粗蛋白质（%） $\times 0.0156 + 0.181$	0.66
蛋+胱氨酸	粗蛋白质（%） $\times 0.0468 - 0.033$	0.64
苏氨酸	粗蛋白质（%） $\times 0.0262 + 0.641$	0.62
色氨酸	粗蛋白质（%） $\times 0.0215 - 0.294$	0.79

\*Beste et al., 1992

注：文章中所有营养成分表均以35%的粗蛋白质含量和90%的干物质为基础

表 2 双低油菜粕粉的氨基酸成分及其畜禽的消化率 %

氨基酸	营养成分	猪回肠消化率	家禽消化率
丙氨酸	1.53	85	88
精氨酸	2.12		
天冬氨酸	2.55		
胱氨酸	0.94	83	73
谷氨酸	6.43		
组氨酸	1.75	85	86
异亮氨酸	1.41	78	83
亮氨酸	2.39	81	86
赖氨酸	2.02	78	79
蛋氨酸	0.77	86	90
蛋氨酸+赖氨酸	1.71	85	81
苯丙氨酸	1.54	82	86
脯氨酸	2.23		
丝氨酸	1.64		
苏氨酸	1.50	76	78
色氨酸	0.46	75	82
酪氨酸	1.05		
缬氨酸	1.71	77	81

注：表格数据来源于加拿大双低油菜籽理事会2001第三版《双低油菜籽粕粉饲料工业指南》

表3 不同文献和不同产地双低油菜籽/普通油菜籽粕粉的营养成分对比

营养成分 (10% 水分含量) /%	加拿大	欧洲饲料 数据库* 2001	中国饲料 数据库** 2001	饲料索引 1997**	NRC 1982	NRC家禽 1994	NRC猪 1998	NRC奶牛 2001
粗蛋白质	35.0	34.5	37.2	33.9	36.5	36.9	35.6	33.9
油	3.5	2.6	2.4	3.1	1.6	3.7	3.5	3.1
粗纤维	12.0	12.1	12.1	9.7	11.9	11.6	-	9.7
灰分	6.1	7.1	8.8	6.2	6.8	-	-	6.2
酸性洗涤纤维	17.2	18.9	21.9	16.8	-	-	17.2	16.8
中性洗涤纤维	21.2	28.0	34.9	32.1	-	-	21.2	32.1
钙	0.63	0.78	0.71	0.79	0.60	0.66	0.63	0.79
磷	1.08	1.15	1.05	1.06	0.94	1.13	1.01	1.06
赖氨酸	2.02	1.87	1.67	1.85	1.96	1.71	2.08	1.85
蛋+胱氨酸	1.71	1.52	1.67	0.99	-	1.39	1.65	1.565
苏氨酸	1.50	1.52	1.40	1.41	1.55	1.35	1.59	1.41
色氨酸	0.46	0.41	-	0.35	0.42	0.39	0.45	0.35

\*Feed Base, 2001.; \*\*Ewing, 1997.

## 1.2 碳水化合物和纤维

双低油菜籽粕粉中的淀粉、游离糖和可溶非淀粉多糖之和占碳水化合物总量的15%，但是他们均受到细胞壁的保护，对可消化能的贡献并没有多大（Bell, 1993）。双低油菜籽粕粉中粗纤维含量为12%，高于豆粕。其中中性洗涤纤维与酸性洗涤纤维的比值相对较低，这对反刍动物的饲养是十分有利的。

## 1.3 矿物质和维生素

双低油菜籽粕粉中含有丰富的硒和磷，他的磷均以肌醇六磷酸的形式存在，平均含量为0.3%~0.5%。如果皂脚（加工过程中的副产物，一般为脂肪酸中的钠盐）被加回到粕粉中去，则大大提高钠的含量。一般认为，双低油菜籽中富含胆碱、生物素、叶酸、烟酸、核黄素和维生素B1，他们在粕粉中的含量（mg/kg）分别为6700、0.98、0.8、160、5.8和5.2。“双低”油菜籽中的维生素E的含量比普通菜籽油高出1倍，其氧化稳定性优良。

## 1.4 硫代葡萄糖苷等微量成分

加拿大双低油菜籽粕粉中依然存在着抗营养成分，但其含量与传统油菜籽相比要少得多。如硫代葡萄糖苷含量约为16 $\mu\text{mol/g}$ ，单宁占1.5%~3.0%，芥子碱占0.6%~1.8%，植酸占3%~6%（图2）。

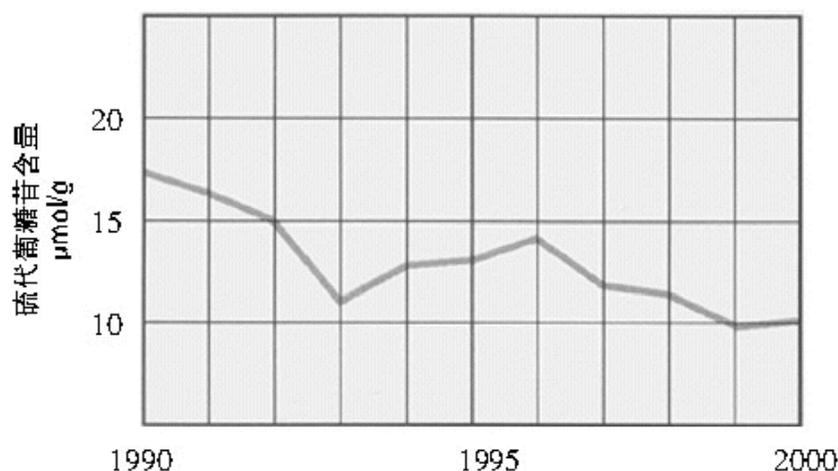


图2 1990-2000年双低油菜籽的硫代葡萄糖苷含量 CGC, 2000

## 1.5 不同产地双低油菜籽粕粉的营养成分对比

世界各地的饲料原料数据库都提供双低油菜籽粕粉和普通油菜籽粕粉的营养价值方面的数据。如表3所示，不同来源的粕粉在营养价值方面表现出了一定的差异。有些差异是由不同国家菜籽中营养成分的分布引起的，另外一些则是由加工造成的。与欧洲或亚洲生产

的双低油菜籽粕粉相比，加拿大生产的双低油菜籽一般具有较高的含油量和较低的蛋白质含量，这是由于加拿大的双低油菜籽榨油厂通常会将榨油过程中生成的一部分果胶和油精炼过程中生成的一部分皂脚加回到粕粉中去。加拿大双低油菜籽粕粉中的这部分1.5%~2.0%的额外含油量使其在猪和家禽饲养中的代谢能提高了100kcal/kg。另外，表中不同来源粕粉的中性洗涤纤维含量各不相同，加拿大双低油菜籽粕粉的该项指标一般较低。尽管中国双低油菜籽粕粉中粗蛋白质含量较高，但赖氨酸的含量却较低，这很可能与中国在双低油菜籽加工过程中采用较高温度有关。

## 2 双低油菜粕粉在畜禽、水产饲料中的应用

### 2.1 在家禽饲料中的应用

所有家禽都以可使用双低油菜粕粉，但由于其能值相对较低，从经济上考虑，一般仅在蛋鸡和火鸡饲料中应用，而不在对能值需要较高的肉鸡饲料中应用。在用双低油菜籽粕粉配制家禽饲料时，一定要注意饲料中氨基酸的平衡，一般按可消化氨基酸的最低需要来平衡饲料。在肉鸡饲养的最后育肥阶段，饲料中要去除双低油菜籽粕粉（上市前5d）。双低油菜籽粕的细皮屑会粘附于肠壁内侧，容易使加工线上的鸡肠壁破裂，造成鸡肉等级降低（董平祥，2000）。

双低油菜粕粉使用不当，饲养蛋鸡会发生少数蛋鸡因肝出血而死亡的现象，虽然这并不能说明与双低油菜粕粉有关，但死亡率却随着饲料中硫代葡萄糖甘含量的下降而变小；还会降低鸡的采食量和鸡蛋尺寸和生出带有腥味的鸡蛋；同时易造成肉鸡胫骨软骨生成障碍（15%~20%）。从安全角度考虑，蛋鸡饲料中双低油菜籽的最高添加量不应超过10%，但也可尝试较高添加量。与其他家禽相比，鹅的消化能力较强，因而也能更加有效地消化双低油菜籽粕粉（Jamroz et al, 1992）。

### 2.2 在猪饲料中的应用

在生长育肥猪的饲料中可以大量地使用双低油菜籽粕粉，只要方法正确，可以提高猪的采食量和饲料效率等生产性能和猪肉档次（表4）。

表4 加拿大饲养试验结果——用掺有豆粕粉和双低油菜籽粕粉的饲料饲养生长猪（20~60kg）和育肥猪（60-90kg）获得的平均性能指标（Hickling, 1994）

项目名称	生长猪			育肥猪		
	豆粕粉	中双低粕粉	高双低粕粉	豆粕粉	中双低粕粉	高双低粕粉
原料/%						
大麦/CP10.35%	62	53	48	60	48	40
小麦/CP13.5%	13	20	24	19	29	35
豆粕粉/CP46.5%	20	16	13	16	10	5
双低粕粉/CP34.5%	-	6	10	-	8	15
双低油菜籽油	1	1	1	1	1	1
其他	4	4	4	4	4	4
总计	100	100	100	100	100	100
L-赖氨酸	0.04	0.07	0.10	0.06	0.12	0.15
营养成分						
粗蛋白质/%	17.6	17.8	17.9	16.4	16.5	16.6
可消化能/(kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3200	3200
总赖氨酸/%	0.94	0.94	0.95	0.81	0.82	0.83
可消化赖氨酸/%	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65
总蛋氨酸+胱氨酸/%	0.61	0.64	0.66	0.54	0.59	0.63
可消化总蛋氨酸+胱氨酸/%	0.949	0.52	0.54	0.43	0.48	0.51
酸/%	0.66	0.66	0.67	0.56	0.58	0.59
总苏氨酸/%	0.47	0.47	0.47	0.40	0.40	0.40
可消化苏氨酸/%						
性能指标	1.950	1.928	1.887	3.061	3.113	3.083
平均日采食量/kg	0.756	0.765	0.767	0.841	0.830	0.822
平均日增重/kg	2.52	2.52	2.46	3.64	3.75	3.75
采食量/增重比	豆粕粉		中双低粕粉		高双低粕粉	
整个试验期（21~100kg）	2.641		2.498		2.465	

平均日采食量/kg	0.799	0.798	0.795
平均日增重/kg	3.08	3.13	3.10
采食量/增重比	78	78	78
屠宰率/%	107	107	107
胴体背膘指数			

在仔猪和泌乳母猪饲料中的添加量应受到限制，最大添加量分别为5%和15%。大量的研究表明，按可消化氨基酸成分平衡的双低油菜籽粕粉在饲养性能指标方面与豆粕粉不相上下（Hickling, 1994）。双低油菜籽粕粉是猪饲料中较经济的原料。

### 2.3 在奶牛饲料中的应用

双低油菜籽粕粉是奶牛饲料中重要的蛋白质原料，对产奶的质和量方面有杰出的表现。双低油菜籽粕粉瘤胃蛋白质的有效降解率可高达65.8%，而豆粕粉和脱水苜蓿分别为53.6%和41.4%。在牛乳蛋白质评分中，双低油菜籽粕粉远高于豆粕粉、棉籽粉和血粉等（图3）。

将双低油菜粕粉用作刚断奶牛犊饲料中的蛋白质补料可以获得很好的生产性能，可获得与棉籽粕粉和豆粕粉基本日粮相近的性能指标。可以提高杂交去势牛（体重大约为225kg）的日增重。双低油菜籽粕粉在牛犊、奶牛和育肥牛饲料中的最大添加量均为不限量。

### 2.4 在水产饲料中的应用

油菜籽在水产养殖业中也有着广泛的用途，他是水产养殖常用的饲料。双低油菜籽在鲑亚目鱼类饲料中的添加量可达到20%。如果降低油菜籽中的硫代葡萄糖苷、纤维和肌醇六磷酸的含量和提高粗蛋白质的含量，这种油菜籽粕粉就可以代替鱼粉，添加量在0%~50%的范围内鱼的采食量不会受影响。

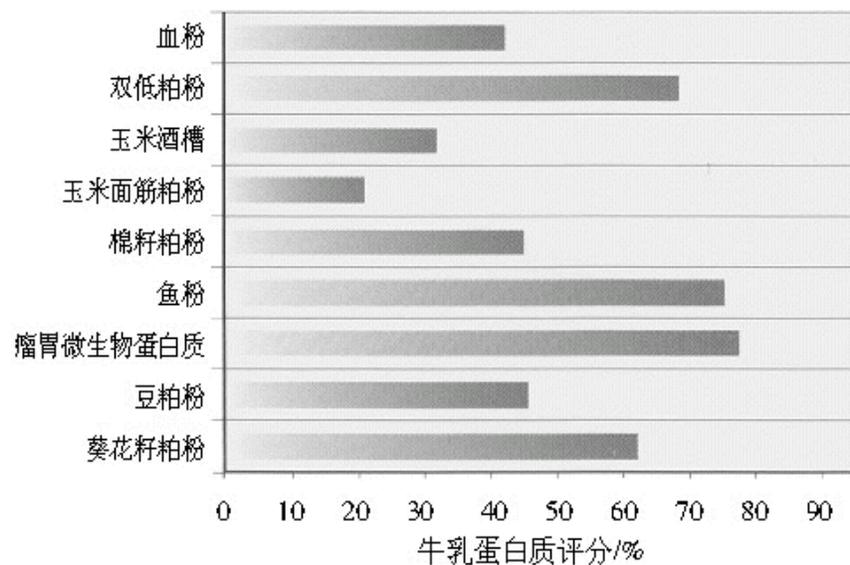


图3 奶牛常用饲料原料的牛乳蛋白质评分（Schi ngoethe, 1991）

### 2.5 在其他饲料中的应用

Sutton(1998)在娱乐用马试验中采用的双低油菜籽粕粉的最高添加量为15%，并认为这一添加量对其采食量毫无影响。Mandi ki 等（1999）在一项绵羊饲养试验中使用的双低油菜籽粕粉添加量高达30%的饲料（精料中硫代葡萄糖苷含量为6.3μmol /g）。双低油菜籽粕粉在兔商业化饲养中常被用作主要的蛋白质添加剂，用双低油菜籽粕粉饲养其他珍稀动物方面的科研文献很少。

## 3 双低油菜粕粉在我国推广的现状 & 展望

我国是世界上油菜籽第1生产大国，产区主要集中在长江中下游地区，如江苏、湖北、重庆、安徽等省，东北也有一部分，但是产量很小，而且一般是在夏季收获。这样就存在着两方面问题：一是我国南部的夏季是多雨季节，收获的油菜籽如没有妥善保管，极易发

生霉变；二是油菜籽在冬季播种，夏季收获，生长期很长，这样就给生产管理带来一定的困难。各国生产油菜籽都有一个共同的特点，那就是生产成本较高，单产水平较低，这样农民的积极性就不是很高。而且由于长期以来玉米-豆粕是主要的饲料用粮，也限制了油菜籽的发展。生产加工中存在的诸多问题严重制约了油菜籽产业在中国的可持续发展。

我国也是世界第1大油菜籽进口国。主要进口源为加拿大、澳大利亚和欧盟，进口最高年份达到300万t，其中加拿大占据了我国近60%的进口市场。目前双低油菜籽所占菜籽油的市场份额还不到5%，油菜籽的进口量较大豆要少得多，上升空间很大。双低油菜籽的推广还需要一定的时间，在这方面可以借鉴大豆的经验。

我国是畜牧业大国，饲料原料问题是我国饲料业的大问题，我们一直在致力于解决饲料原料资源短缺的问题。油菜籽粕粉中含有大量的蛋氨酸和胱氨酸，而这两种氨基酸正是豆粕粉和饲料豌豆一类蛋白质源中所缺少的，双低油菜籽中硫代葡萄糖苷和芥酸含量又比普通油菜籽低得多，因此，可以用作蛋白质添加剂。双低油菜籽粕粉饲养那些对能量要求适中，对蛋氨酸、胱氨酸和组氨酸的含量要求高的动物，如奶牛和蛋鸡等，可体现较高的经济价值。

在我国普通油菜籽与双低油菜籽很难区分开来，这不仅仅是品种落后的原因，还存在以下两方面问题：一是生产分散、在流通环节中不能保证油菜籽的“双低”特性；二就是天气条件（在多雨的夏季收获）可能会引起质量的下降。这就需要企业尽快从农户手中收购油菜籽，这一过程需要巨大的成本，极大的降低了企业和农民的积极性。我国虽然是油菜籽第1生产大国，但目前却无法实现油菜籽自给。近年来，由于农业科技工作者和油菜籽种植农民的共同努力，油菜籽优质品种得到大力推广和广泛种植。经过科技人员两年多的科技攻关，“双低油菜籽深加工关键技术研究与应用”课题在关键技术突破与产业化示范方面取得了显著成绩，目前华中、华南广大地区的双低油菜籽种植已形成规模。我国应像欧美等国家那样建立油菜籽期货市场，以期货交易的形式提高油菜籽产量和实际收获量，逐步提高国内油菜籽的市场份额。另外我国油菜籽的品种较少，多数是引进来的，且引进时间较长，目前无论是单产水平还是品质方面都远远的落后于加拿大、美国等油菜籽产业发达的国家。对此，有关部门已采取了各种措施加大科技投入，以提高单产和品质为突破口，积极倡导标准化栽培，对农民生产与销售加强指导，创新产业运作机制，努力降低生产成本，以提高市场竞争力。

(根据加拿大双低油菜籽研讨会整理)