

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2013.03.022

范可章, 杨家新, 王荣, 等. 贼小豆基本生物学特性及其饲用价值探索——与赤小豆和家绿豆比较研究[J]. 广西植物, 2013, 33(3): 410—415
Fan KZ, Yang JX, Wang R, et al. Basic biology characteristics and feeding value of *Vigna minina*——Comparative study with *V. angularis* and *V. radiata* [J]. Guihaia, 2013, 33(3): 410—415

贼小豆基本生物学特性及其饲用价值探索 ——与赤小豆和家绿豆比较研究

范可章¹, 杨家新², 王 荣¹, 陈小红¹, 蔡 健¹, 姜双林^{1*}

(1. 阜阳师范学院 生命科学学院, 安徽 阜阳 236041; 2. 南京师范大学 生命科学学院, 南京 210042)

摘 要: 为了解贼小豆基本生物学特性及其饲用价值, 以赤小豆和家绿豆为对照, 对贼小豆野生情形、实验室条件下的发芽率、发芽特性、抗逆性、休眠破除方法等进行观察研究, 测定其种子及幼苗的基本营养成分。结果表明: 野生状态下贼小豆生命力强, 生长周期长, 结荚多, 出苗越晚的植株进入生殖生长的时间越短。试验条件下, 贼小豆发芽率很低, 不整齐; 出苗时稍耐弱酸和喜低盐刺激; 98%浓硫酸处理贼小豆种子 30 min 或用刀片割破种皮是破除其休眠的最好办法。贼小豆种子粗脂肪和可溶性糖含量高于赤小豆和家绿豆, 粗蛋白稍低, 幼苗营养成分中可溶性糖含量最高, 可溶性蛋白低于赤小豆而高于家绿豆, 游离氨基酸最低。与常规饲料作物玉米、大麦及常规饲草苜蓿、黑麦草相比, 贼小豆优势明显。作为饲料作物开发利用, 贼小豆有较好的前景。

关键词: 贼小豆; 生物学特性; 饲用价值; 比较研究

中图分类号: Q945.79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2013)03-0410-06

Basic biology characteristics and feeding value of *Vigna minina* ——Comparative study with *V. angularis* and *V. radiata*

FAN Ke-Zhang¹, YANG Jia-Xin², WANG Rong¹, CHEN Xiao-Hong¹,
CAI Jian¹, JIANG Shuang-Lin^{1*}

(1. School of Life Sciences, Fuyang Teachers College, Fuyang 236041, China; 2. School
of Life Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China)

Abstract: In order to know the basic biology characteristics and its feeding value of *Vigna minina*, a comparative study with *V. angularis* and *V. radiata* were carried out, especially the *V. minina*'s wild growth situation, germination rate, traits of germination, traits of anti-intimidating and the methods of breaking its dormancy and so on were all studied in laboratory. At the same time, the nutrient ingredients of *V. minina*'s seed and young seedling were measured. The results were as follows: *V. minina*'s vitality was very strong in wild, growth periods was long, more pods were produced, if its seedling came out later, the moment of procreation was earlier. Under the experimental conditions, *V. minina*'s germination rate was very low without order; in the period of germination, *V. minina* put up the ability of enduring the feebleness acid and was fond of the stimulation of low salinity; using 98% oil of vitriol to manage the seed of *V. minina* 30 min and using knife to lacerate the seed capsule were the best method to break its dormancy. The *V. minina*'s coarse fat and solubility sugar were more than that of *V. angularis* and *V. radiata*, but its coarse protein was a bit low. In young

收稿日期: 2012-09-11 修回日期: 2012-11-16

基金项目: 安徽省教育厅自然科学基金(KJ2013B197, KJ2012A215); 国家自然科学基金重点项目(31061160167)

作者简介: 范可章(1970-), 男, 安徽阜阳人, 硕士, 讲师, 从事生态学的教学与研究, (E-mail) fankezhang@126.com。

*通讯作者: 姜双林, 教授, 从事生态学教学与研究, (E-mail) JS28387@yahoo.com.cn。

seedling, solubility sugar in *V. minina* was the most, solubility protein in *V. minina* was more than *V. radiata*, lower than *V. angularis*, the dissociative amino acid in *V. minina* was the lowest. Comparing with the general feedstuff, like corn, barley, ryegrass and alfalfa, the *V. minina* had more evidence predominance. In conclusion, serving as crop of feedstuff, aiming at *V. minina*'s exploitation and using would have better foreground.

Key words: *V. minina*; biology characteristics; feeding value; comparative study

贼小豆(*Vigna minina*)又名野绿豆(Wild green soy),为豆科(Leguminosae),豇豆属(*Phaseolus*),一年生缠绕草本,产于我国北部、东南部至南部,主要生长于旷野、草丛或灌木丛中(中国植物志,1959—2004)。长期以来贼小豆在野外基本上是自生自灭,很少有人问津。赤小豆(*V. angularis*)又名红小豆(Red bean),豆科,豇豆属,一年生草本或具缠绕茎,种子富含淀粉,因此又被人们称作“饭豆”。绿豆(*V. radiata*)又名家绿豆(Mung bean),是一种豆科、蝶形花亚科、豇豆属的植物。从植物学角度这3种豆类是同一属植物,赤小豆和家绿豆已是普遍种植的粮食作物,而贼小豆依然是处于野生状态。通过观察,贼小豆在野生状态生长良好,生命力极强,植株高大,有较多分枝,开花繁盛,结果率高。另外,老百姓从野地里采割野生贼小豆植株或从大豆田间把其作为影响大豆生长的有害植物而拔出,运回家中饲喂牛、羊和兔子等,发现牲畜们非常乐意采食,而且长期饲喂贼小豆植株,牛、羊和兔子比较易于长膘,所以贼小豆植株完全可以作为优质饲草开发利用,贼小豆种子也应作为饲料蛋白质可能的来源而加以研究利用。但在我国畜牧业大力发展并急需优质饲草饲料的今天,对贼小豆的研究依然匮乏,甚至查不到一篇关于贼小豆的研究论文,为进一步了解贼小豆的基本生物学特性及其饲用价值,以同属植物赤小豆和家绿豆为对照,通过野外观察和室内试验对贼小豆基本生物学特性及其主要营养成分进行研究,以期能为进行贼小豆的饲草饲料开发利用积累基础性资料,也为其能否进行人工种植积累经验。

1 材料和方法

1.1 时间

2011年3月初至9月底进行每周1次野外观察记录;2012年3月1日至4月30日在植物生理实验室进行试验研究。

1.1 材料

1.2.1 试验种子 贼小豆种子于2011年9月份采自阜阳市西北郊区颍河堤坝野生植株成熟荚果,晒干放

入透气棉质袋中越冬贮藏;赤小豆种子和家绿豆种子购于阜阳市农技推广站,为普遍种植品种。

1.2.2 试验仪器材料 智能光照培养箱(Pax-250B),温控水浴锅(HH-S),数显酸度仪(上海雷磁 pHs-25型),精密尺子(0-125/150),凯氏定氮仪(KDT-1000),索氏抽提器(SXT-02),紫外可见分光光度计(756/756PC),精密电子天平(精确到0.0001 g),等。

1.2.3 试验药品 98%浓硫酸,氢氧化钠,氯化钠,硫酸亚铁等。

1.3 方法

1.3.1 种子基本特性测定 千粒重用精密电子天平测量,种子大小用精密尺子测量,定时吸水率采用20℃清水浸泡24 h,然后按照公式:(浸泡后种子重量-浸泡前种子重量)/浸泡前种子重量 $\times 100\%$ 计算,吸胀率按照公式:(种子吸饱水后的体积-种子未吸水时的体积)/种子未吸水时的体积 $\times 100\%$ 计算,体积利用排水法在精密量筒中测定。

1.3.2 发芽试验 在培养皿中铺两层滤纸,用土壤浸出液浸润,然后播上20℃清水浸泡24 h的种子,以土壤浸出液浸没种子高度一半为准,每种种子播3个培养皿作为3次重复,每个培养皿中播100粒种子,然后放入智能光照培养箱(12 h黑暗,12 h光亮,照度8 000 lx),两周内每2 d统计一次发芽率。

1.3.3 抗逆比较试验 用硫酸、氢氧化钠和土壤浸出液配制pH分别为3、5、7、9、11的溶液,用氯化钠和土壤浸出液配制盐浓度分别为0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%的溶液,塑料花盆底部垫上两层滤纸,再装上经太阳曝晒干燥的洁净黄沙7~8成满,分别用上述所配溶液浸润,以上面溶液类型为一大组,共设3组,分别播种贼小豆、赤小豆和家绿豆,每盆播种50粒,为减少误差,设置3个重复。

1.3.4 贼小豆解除休眠试验 用分析纯硫酸亚铁配制1%硫酸亚铁溶液;用硫酸配制pH为1的溶液;用氢氧化钠配制pH为13的溶液;用刀片划破种皮;98%浓硫酸(吕玉兰等,2010)分别处理10、20、30、40、50、60、70 min;50、60、70、80、90、100℃热水(Baskin CC & Baskin JM, 1998)分别处理10、20、30、40、50、60、70 min;以20℃清水为对照,分别用

上述溶液和方法处理 100 粒贼小豆种子,按上述(1.3.2)发芽试验方法进行操作,测定 3 d 后的发芽率,设置 3 个重复。

1.3.5 基本营养成分测定 (1)种子基本营养成分的测定:3 种种子首先用小型粉碎机分别粉碎,再用张志良等(2003)的方法分别测定可溶性糖、粗蛋白及粗脂肪的含量,每组 3 个重复,取平均值。(2)幼苗基本营养成分的测定:3 种植物出苗率统计结束,取第 15 天较大植株的叶片,分别测定基本营养成分,每组 3 个重复,取平均值。称 0.5 g 叶片,进行可溶性蛋白质的提取及测定,参考李琳等(1980)的方法;分别称烘干幼苗叶片 0.1 g,进行可溶性糖的提取及测定,参考陈怡平等(2002)的方法;游离氨基酸含量的测定,参考王沛洪(1986)的方法。

1.4 统计分析

用 DPS 软件对检测数据进行差异显著性分析。

2 结果及分析

2.1 野外观察结果

贼小豆植株在野外的分布主要有河岸荒地草

丛、路边行道树下绿篱、废弃地灌木丛、沟边芦苇和紫荆槐下及大豆田空隙位置。从 3 月初到 9 月底几乎每个时间段都有贼小豆幼苗生出,从营养生长到生殖生长的时间,越早出苗越长,越晚出苗越短,通过观察,3 月初苗生长缓慢,到 6 月中旬才形成团棵并开始开花结果,而 8 月初苗 2 周即可形成团棵并开花结果。贼小豆生育期长,在长达 4 个月时间可不断开花结果,主体植株出现老化,新枝有花,贼小豆分枝平均 4~5 个,缠绕茎达 200 cm,贼小豆结果能力强,每簇 4~5 个荚果,每果平均可达 8 个籽,能完成生育期的野生植株,最高可结 163 个荚果,最低也有 26 个,一般在 80~100 个,单棵地上植株鲜重平均约 145 g。

2.2 种子基本特性

贼小豆、赤小豆和家绿豆 3 种试验用种子的基本特性经观察和检测,结果见表 1。表 1 表明,3 种豆类的种子基本特性差异明显,除形状类似外,色泽、千粒重、体积、24 h 吸水率及吸胀特性都表现出明显差异,且达到极显著水平($P<0.01$)。从具体数字看出,贼小豆千粒重只有赤小豆千粒重的 1/5,是家绿豆千粒重的 1/2 左右,可见贼小豆的籽粒相

表 1 3 种试验用种子的基本特性比较

Table 1 Comparison of the basic characteristics among the three kinds of tested seeds

种类 Species	颜色 Color	千粒重 Thousand kernel weight (g)	形状 Figure	纵横轴 Length and breadth (mm)	24 h 吸水率 (%) Rate of water absorption	吸胀率 (%) Imbibition rate
贼小豆 <i>Vigna minina</i>	深灰褐色	21.64 cC	矩圆形	3.8×2.1 cC	6.35 cC	150 aA
赤小豆 <i>Vigna angularis</i>	赤红色	103.45 aA	矩圆形	6.3×4.4 aA	90.52 aA	150 aA
家绿豆 <i>Vigna radiata</i>	浅绿色	45.38 bB	矩圆形	5.3×3.6 bB	48.43 bB	125 bA

注:小写字母表示差异显著($P<0.05$),大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

Note: Different lowercases represent significant differences($P<0.05$) and different capitals represent extremely significant differences($P<0.01$).

对较小。贼小豆 24 h 吸水率只有 6.35%,表现出极差的吸水能力,是赤小豆吸水能力的 6%左右,家绿豆吸水能力的 12.5%。但通过吸胀特性看出,一旦吸足水分,贼小豆的吸胀率与赤小豆表现一致,且高于家绿豆 25%,充分表明贼小豆 24 h 吸水能力低是与其种皮的物理结构有关,通过反复观察,24 h 有 10%左右的贼小豆吸水膨胀,种皮色泽也由深灰褐色转为浅绿色。吸胀率与赤小豆表现一致,说明其种子的吸水胀大特性与赤小豆一致,也在一定程度上说明种子内与吸水有关的成分与赤小豆一致。

2.3 种子发芽特性

贼小豆、赤小豆和家绿豆 3 种试验用种子的基本发芽试验统计结果见表 2。

表 2 表明,在对 3 种种子进行常规发芽实验中,贼小豆表现出与赤小豆和家绿豆明显不同的特点,从 3 月 1 日播下种子后第 5 天开始统计出芽率,以后每隔 2 d 统计一次,发现赤小豆和家绿豆有着基本类似的特点,在第 7 天基本达最大发芽率,以后的统计发芽率基本没有变化,而贼小豆的发芽率不仅低很多,且随时间推移渐次增加,但增加的幅度较小,在 15 d 时有 20%左右的发芽率。如果第 5 天记做种子的发芽势,则贼小豆的发芽势极低。

2.4 种子抗逆试验

贼小豆、赤小豆和家绿豆 3 种试验用种子在不同酸、碱、盐胁迫下出苗及生长情况见表 3。

表 3 表明,在逆境条件下 3 种种子的出苗率随

表 2 3 种试验用种子的基本发芽特点

Table 2 Germination characteristics of three kinds of tested seeds

种类 Species	处理 Treatment	5 d	7 d	9 d	11 d	13 d	15 d
贼小豆 (%) <i>Vigna minina</i>	1	0	5	8	15	18	21
	2	1	4	7	17	19	20
	3	0	3	6	13	16	19
赤小豆 (%) <i>Vigna angularis</i>	1	34	91	92	92	92	92
	2	30	80	87	88	88	88
	3	33	84	86	86	86	86
家绿豆 (%) <i>Vigna radiata</i>	1	27	79	80	80	80	80
	2	28	80	83	83	83	83
	3	25	76	79	79	79	79

表 3 3 种试验用种子在不同酸、碱、盐胁迫下出苗及生长情况

Table 3 Germination and growth characteristics of three kinds of tested seeds under different acid, alkali and salt stress conditions

处理 Treatment			贼小豆 (％) <i>Vigna minina</i>				赤小豆 (％) <i>V. angularis</i>				家绿豆 (％) <i>V. radiata</i>		
pH	NaCl	5 d	7 d	9 d	11 d	5 d	7 d	9 d	11 d	5 d	7 d	9 d	11 d
3	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0
5	0	0	8	14	20	34	52	70	74	4	24	32	36
7	0	2	8	13	21	52	60	76	88	8	32	58	68
9	0	0	0	0	0	2	4	14	26	0	6	20	26
11	0	0	0	0	0	0	2	6	12	0	6	10	12
7	0.2％	10	12	14	24	26	48	74	74	0	18	32	38
7	0.3％	2	2	2	2	40	48	72	82	8	22	32	34
7	0.4％	0	0	0	0	2	6	12	12	0	0	2	2
7	0.5％	0	0	0	0	0	2	6	6	0	0	0	0
7	0.6％	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

时间推移表现出一定的参差变化,贼小豆在 pH7 时出苗情况和常规发芽试验表现一致,pH5 时出苗情况也没有太大变化,但在 pH3、9、11 时都没有出苗,可以看出贼小豆有耐弱酸性,对碱性和稍强的酸性不具耐受性。在 pH7 时不同盐浓度下,贼小豆在盐浓度为 0.2% 时,出苗情况表现良好,甚至比无盐时出苗还要好,表明低盐刺激有利于贼小豆的出苗,但随盐浓度的增加,贼小豆出苗受到抑制。赤小豆在 pH7 时出苗最好,在 pH7 时不同盐浓度下,盐浓度为 0.3% 时的出苗情况比盐浓度为 0.2% 时的出苗情况表现稍好,表明赤小豆有稍强的耐盐性。家绿豆在 pH7 时出苗最好,盐浓度为 0.2% 和 0.3% 时虽有出苗,但出苗率显著下降,表明家绿豆只适合在中性无胁迫的土壤中生长。

2.5 贼小豆解除休眠试验

采取不同措施对贼小豆休眠特性进行破除,结果见表 4。

表 4 表明,采取不同措施对贼小豆种子进行处理,贼小豆的发芽率表现出一定的变化,有些措施差异表

现极大,有些措施的差异性不明显,具体表现:用 1% FeSO₂ 溶液、pH 1、pH 13 的溶液及 50 ℃ 热水分别处理贼小豆不同时间,播种后检查发芽率,不仅不同措施之间差异不显著,不同处理时间差异也不显著,说明用这些措施来打破贼小豆的休眠以促进其出苗是无济于事的。用 60 ℃ 热水处理贼小豆种子,处理时间短打破不了其休眠,处理时间稍长,如超过 60 min 就造成种子的死亡;用 70 ℃ 热水处理 20 min 和用 80 ℃ 热水处理 5 min 可促进贼小豆的发芽,但发芽率也只有 70%。采用刀片割破种皮的办法,为与相应时间对照,做了 8 组,每组的发芽率在 90% 以上,也充分证明常规发芽试验时贼小豆发芽率低完全是种皮结构造成的物理性休眠所致。用 98% 浓硫酸来处理贼小豆种子,处理 30 min 的种子发芽率最高,低于 30 min 的处理,随时间增加发芽率增高,可能是在低于 30 min 时,随时间增加,98% 浓硫酸的处理效率增加;而处理时间超过 30 min 时,随处理时间增加,发芽率下降,可能是随时间增加,98% 浓硫酸对种子的致死性增加。

表 4 不同措施对贼小豆休眠特性的解除比较
Table 4 Comparison of different dormancy breaking measures on *Vigna minina*

处理 Treatment	5 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	70 min
清水对照 Fresh water comparison	8	9	10	9	9	11	10	9
1% FeSO ₂	10	11	10	12	11	13	11	12
pH1	9	10	11	10	8	10	12	9
pH13	9	8	9	10	9	8	8	7
98%浓硫酸 Concentrated sulfuric acid	65	82	85	95	81	43	40	18
50 ℃热水 Hot water	5	5	7	8	11	10	9	10
60 ℃热水 Hot water	8	11	12	14	15	9	7	0
70 ℃热水 Hot water	18	22	70	61	3	0	0	0
80 ℃热水 Hot water	75	35	15	0	0	0	0	0
90 ℃热水 Hot water	0	0	0	0	0	0	0	0
100 ℃热水 Hot water	0	0	0	0	0	0	0	0
割破种皮 Lacerate seed coat (%)	93	94	92	93	90	94	91	93

2.6 种子及幼苗基本营养成分测定

为便于比较,用同样的方法对贼小豆、赤小豆及

家绿豆种子以及它们的幼苗进行基本营养成分的测定,结果见表 5。

表 5 贼小豆、赤小豆和家绿豆种子及它们幼苗基本营养成分 (%)
Table 5 Basic nutritious ingredients of the three kinds of seeds and their young seedlings (%)

种类 Species	种子 Seed			幼苗 Young seedling		
	粗蛋白 Coarse protein	粗脂肪 Coarse fat	可溶性糖 Soluble sugar	可溶蛋白 Soluble protein	游离氨基酸 Free amino acid	可溶性糖 Soluble sugar
贼小豆 <i>Vigna minina</i>	20.3 bAB	2.96 aA	61.2 aA	0.24 aA	0.0024 bAB	22.4 aA
赤小豆 <i>V. angularis</i>	28.9 aA	2.05 abA	58.7 abA	0.25 aA	0.0035 aA	19.2 abA
家绿豆 <i>V. radiata</i>	24.4 abA	1.63 bAB	51.6 abA	0.19 abA	0.0028 abA	18.3 abA

表 5 表明,种子中,贼小豆粗蛋白含量最低,比赤小豆低 42.36%,比家绿豆低 20.19%;贼小豆粗脂肪最高,比赤小豆高 30.74%,比家绿豆高 44.93%;贼小豆可溶性糖含量最高,比赤小豆高 4.08%,比家绿豆高 15.69%。幼苗中,贼小豆叶片所含可溶性蛋白处于中等水平,比赤小豆低 4.17%,比家绿豆高 20.83%;游离氨基酸含量贼小豆叶片最低,比赤小豆叶片低 45.83%,比家绿豆叶片低 16.67%;贼小豆叶片可溶性糖含量最高,比赤小豆叶片高 14.29%,比家绿豆叶片高 18.30%。可见,作为野生状态的贼小豆,与人们常栽的粮食作物赤小豆和家绿豆相比,其主要营养成分差异并不特别显著,种子的粗脂肪和可溶性糖还明显高于赤小豆和家绿豆。

3 讨论

3.1 贼小豆有明显的物理性休眠特性

由野外出苗状态、室内试验的出苗率及出苗情形可很明确的判断贼小豆具有显著的休眠特性,通过刀片割破种皮的办法可提高其发芽率达 90%,更可推断其休眠是由物理因素造成。胡小文等(2009)

研究认为,在豆科植物中,物理性休眠是普遍存在的,且主要原因是由于种子具有致密的种皮或果皮,阻碍了种子吸水进而抑制其萌发,本研究中贼小豆属于这种类型。赤小豆和家绿豆没有休眠表现,可能是植物长期进化及经自然和人为选择的结果。对贼小豆来讲,长期野外的自生自灭,物理性休眠有利于其种子库在土壤中的维持,使其种群得以延续(Wang *et al.*, 2008),而赤小豆和家绿豆长期被人们选择种植,逐渐失去了主动适应的能力。常规发芽试验中,贼小豆种子中总有 10%左右能及时吸水膨胀并转为淡绿色,首先发芽的都出现在这些种子中,这说明贼小豆虽然物理性休眠显著,但总有 10%左右的种子不受休眠限制,它们的种皮结构是能及时透水透气的。生物性状由基因控制,这种 10%的特殊性亦完全可能是由遗传基因控制,如果真筛选出控制此性状的基因,就会为从遗传学角度来探讨贼小豆物理性休眠的机理寻找到契机,也会为打破其休眠机制找到更合适的办法,这一层面有待进一步研究探讨。

3.2 解除贼小豆休眠的研究

休眠对植物自身生存和种群延续也许是好的,

但人们在研究植物的时候是为了很好地利用它。为获取大量所需植物而进行生产时,必然要考虑投入产出比,如果所需植物的种子具有不可抗拒的休眠性,就会带来生产实践中幼苗建植难、出苗不整齐等问题,结果就不会不产生效益。所以,对种子进行播种前处理以解除休眠已成为农业生产的一项重要措施,豆科种子休眠机制及其休眠解除方法一直是种子科学研究的热点问题。酸蚀和热水处理是破除物理性休眠的有效方法,但破除效果则因种、品种以及具体措施不同而不同(Baskin *et al.*, 1998)。本试验表明,贼小豆在用 98% 浓硫酸处理时,处理 30 min 效果最好,发芽率可达 95%。在处理过程中,时间一到,及时用清水把酸液洗去,会发现种子的外面脱去了一层较为完整的黑褐色壳,很显然是这样一层壳阻碍了种子对水分的吸收,在浓硫酸的腐蚀下脱落掉。正符合 Gunnstone(1996)认为的,休眠解除可能是一系列化学反应的过程,如水解、氧化、降解等均可改变种皮内化学物质的结构,但浓硫酸在使用中易对人造成危险。胡小文等(2009)认为温度是休眠解除的重要因素之一,包括采用高温、低温以及温度波动等措施,在温度解除休眠的机制上,Zeng *et al.*(2005)是这样认为的,种皮内脂肪酸的熔点介于 22~85 °C 之间,种皮中脂肪酸固液态的转换以及二者的比例及其变化可能与种子休眠状态密切相关,在一定程度上可以解释温度对于种子休眠解除的作用。在用热水处理贼小豆时,发现 80 °C 水处理 5 min 效果最好,但发芽率只有 75%,其余温度和各时间组合不是效果不好就是易于致死。割破种皮效果最好,但不适合生产需要。Ballard(1973)和 Tran *et al.*(1984)在研究野豌豆时发现,野豌豆种皮角质层含有大量胶质和半纤维素,在干燥后种皮变得非常坚硬,从而阻碍了吸水,利用胶质酶和半纤维素酶处理后可成功解除种子的休眠,也表明种子休眠的解除可能与这两种物质密切相关。贼小豆也是野生状态,与野豌豆同科,种皮结构应该类似,应作为今后研究破除其休眠机制的重点,因为用胶质酶和半纤维素酶处理种子以解除其休眠可能有类似的效果。

3.3 贼小豆饲用价值展望

通过对贼小豆种子和幼苗基本营养成分的测定及其与赤小豆和家绿豆相应成分的比较分析,发现贼小豆不论是种子的基本营养成分还是幼苗的基本营养成分都是不低的,赤小豆和家绿豆是人们重要的小

杂粮作物,经济价值较高,如果用于畜禽饲料显然是非常不经济的行为,老百姓在日常生活中只是将其秸秆用于饲料。而贼小豆种子小且坚实,日常做饭不易蒸煮透烂,所以作为人类食物有诸多不便,但鉴于其营养成分不低,作为畜禽日常饲料补充还是大有前途。通常用作饲料的作物是玉米(粗蛋白 10.96%,粗脂肪 4.3%,可溶性糖 14.3%)(秦彧等, 2010)、大麦(粗蛋白 10.5%,粗脂肪 2.2%,可溶性糖 30.2%)(陈海华等, 2002)、黑麦草(粗蛋白 20.17%,粗脂肪 8.04%,可溶性糖 18.02%)(孔凡德, 2002)以及号称“牧草之王”的紫花苜蓿(粗蛋白 18%~22%,粗脂肪 24%,可溶性糖 34%)(白玉龙等, 1999),把它们和贼小豆作以比较,贼小豆基本都能表现出优势,另外贼小豆植株产量大,不易枯干,可进行青贮饲料制备。总之,饲料生产的目的是不断提高饲草饲料生产量及其干物质中营养物质的含量,从而最大限度地满足牲畜对营养物质的需要(许令妊等, 1982),充分利用贼小豆的优势,通过科技攻关改良其劣势,把其改良成为优质饲料还是有一定的应用前景。

参考文献:

- 王沛洪. 1986. 生物化学实验指导[M]. 西安:陕西科技出版社: 83—85
- 中国科学院中国植物志编辑委员会. 1959—2004. 《中国植物志》[M]. 北京:科学出版社, 41:285
- 张志良, 瞿伟菁. 2003. 植物生理学实验指导[M]. 第3版. 北京:高等教育出版社:127—154
- Baskin CC, Baskin JM. 1998. Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination[M]. San Diego: Academic Press:101—124
- Ballard LRT. 1973. Physical barriers to germination[J]. *Seed Sci Technol*, 1:285—303
- Bai YL(白玉龙), Wu YH(乌艳红), Han XH(韩晓华). 1999. Study on the relationship between the plant age and the nutrient component of alfalfa(紫花苜蓿株龄与其营养关系研究)[J]. *Prat Sci*(草业科学), 16(1):18—21
- Chen YP(陈怡平), Li L(李丽), Wang XL(王勋陵), *et al.* 2002. The effects of He-Ne laser and KT treatment on the seeds germination and growth of wheat(He-Ne 激光和 KT 对小麦种子萌发与幼苗生长的影响)[J]. *Acta Laser Biol Sin*(激光生物学报), 11(6):412—416
- Chen HH(陈海华), Dong HZ(董海州). 2002. The nutrition value of barley very its exploitation and utilizing in food industry(大麦营养价值及其在食品工业中的开发利用)[J]. *Shandong Food Ferm*(山东食品发酵), 1(124):28—30
- Gunnstone FD. 1996. Fatty acid and lipid chemistry[M]. London: Blackie Academic and Professional:1—252
- Kong FD(孔凡德). 2002. The foreground of ryegrass'exploitation and utilizing(黑麦草的研究与利用前景)[J]. *J Sichuan Grassl* (下转第 420 页 Continue on page 420)