



天蓝苜蓿组织培养及再生体系的研究

王海波, 王永雄

(重庆市牧草与草食家畜重点实验室, 重庆 北碚 400716)

摘要: 以野生天蓝苜蓿种子发育 5~7 d 无菌苗的子叶、下胚轴和种子苗叶片为外植体, 对其愈伤组织诱导及其分化的基本培养与外源激素组合和浓度配比进行试验。结果表明: 对于子叶、下胚轴和叶片愈伤组织诱导最适宜的基础培养基分别是 MS、B₅ 和 SH; 激素的种类及其浓度配比对于愈伤组织的诱导因不同的外植体有很大的差异。其中, 子叶、下胚轴以 MS+NAA (0.5~1.0 mg/L) +6-BA (0.7 mg/L) 效果较好, 叶片以 SH+ NAA (0.5~1.0 mg/L) +2, 4-D (1.5~5 mg/L) +6-BA (0.7 mg/L) 较好, 少量下胚轴在 MS+NAA (0.5 mg/L) +6-BA (0.7 mg/L) 和 MS+NAA (0.5 mg/L) +KT (0.5 mg/L) 的培养基中直接分化出胚状体, 并成功发育成植株。在培养基 Whb5 上, 子叶、下胚轴和叶片的分化都得到了很好的效果, 分化率分别为 43%、57%、40%, 15~30 d 后都能再生植株。

关键词: 天蓝苜蓿; 组织培养; 胚状体; 再生体系

中图分类号: Q813.1*2

文献标识码: A

文章编号: 1673-8403(2006)11-0015-06

苜蓿属 (*Medicago*) 植物多为优质牧草, 共有 60 多个种, 具有丰富的遗传资源, 且野生苜蓿的抗逆性、适应性等方面均优于栽培种苜蓿, 如将其优良性状转移到后者就能进一步扩大苜蓿的种植范围, 提高产草量。苜蓿种间杂交往往得不到种子或杂种不育, 存在着不亲和现象, 生物技术的发展提供了远缘间遗传物质重组的手段。其中, 苜蓿的组织培养成为苜蓿属植物生物技术开展的研究基础。迄今, 人们对苜蓿属植物已经做了许多离体培养的研究, 至少有 15 种苜蓿曾被进行过离体培养。天蓝苜蓿 (*Medicago lupulina* L.) 作为一种野生的优良豆科牧

草、绿肥和药用植物^[1], 在其抗病、抗虫、耐湿热环境等方面是不可多得的种质资源。关于其体外培养已有一些报道^[2-4]。本试验以南方野生天蓝苜蓿为材料, 对其子叶、下胚轴和叶片愈伤组织诱导、分化、成苗等进行了详细研究, 将对南方苜蓿生物技术的研究起到一定的指导作用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取南方野生天蓝苜蓿, 采集成熟种子。

1.2 外植体来源

本试验所有外植体由无菌苗得到。将天蓝苜蓿种子放在有少量石英砂的研钵中轻轻研磨, 以划破种皮, 再用自来水冲洗 5 min, 滤纸吸干种子表面的水分后, 用 70℃ 的温水浸泡 10 min (或用浓硫酸浸泡 3 min), 再用 75% 酒精浸 40 s, 0.1% 升汞溶液消毒 12~15 min, 无菌水冲洗 4 次后, 将种子接种在不含

收稿日期: 2006-05-22

作者简介: 王海波 (1980-), 男, 山西长治人, 西南大学动物科技学院草业科学专业研究生, 主要从事牧草育种、草地生态和环境工程等方面的研究。

激素的 1/2MS 培养基上。接种 3 d 后种子萌发，待长出 2 片小子叶但未长出真叶时即可取其子叶和下胚轴作为外植体进行培养，另外一部分萌发种子继续生长，待其种子苗长至 3~5 cm 时，即可剪取叶片作为外植体进行培养。

1.3 试验方法

1.3.1 愈伤组织诱导：针对不同的外植体设计了不同的基础培养基及不同的激素种类和浓度组合。其中，子叶和下胚轴基础培养基是：MS、B₅、UM、Whb，具体的激素种类和浓度筛选在最适宜基础培养基上进行；叶片基础培养基是：MS、B₅、UM、SH、Whb，具体的激素种类和浓度筛选在最适宜的基础培养基上进行。

1.3.2 愈伤组织的分化及胚状体形成：不同外植体诱导的愈伤组织在以下的分化培养基中进行分化培养：

(CH 代表水解酪蛋白) Whb1 = 1/2Whb 大量 + B₅ 其他 + Gly_{2.0mg/L} + D- 泛酸钙_{1.0mg/L} + 生物素_{0.5mg/L} + 蔗糖_{20g/L} + 葡萄糖_{10g/L} + 琼脂_{5.8g/L} + 6-BA_{0.7mg/L} + NAA_{0.2mg/L} + GA_{1.0mg/L}
Whb2 = MS + CH_{250mg/L} + 蔗糖_{30g/L} + 琼脂_{5.8g/L} + 6-BA_{0.7mg/L} + NAA_{0.2mg/L}

Whb3 = MS 大量 + B₅ 其他 + CH_{250mg/L} + 蔗糖_{30g/L} + 琼脂_{5.8g/L} + 6-BA_{0.7mg/L} + NAA_{0.2mg/L} + 2, 4-D_{0.2mg/L}

Whb4 = Whb0 大量 + B₅ 其他 + CH_{250mg/L} + 蔗糖_{30g/L} + 琼脂_{5.8g/L} + Gly_{20mg/L} + D- 泛酸钙_{1.0mg/L} + 生物素_{0.2mg/L} + 6-BA_{0.5mg/L} + ZT_{0.5mg/L} + IBA_{0.5mg/L}

Whb5 = Whb0 大量 + B₅ 其他 + CH_{250mg/L} + 蔗糖_{30g/L} + 琼脂_{5.8g/L} + Gly_{2.0mg/L} + D- 泛酸钙_{1.0mg/L} + 生物素_{0.2mg/L} + 6-BA_{0.7mg/L} + NAA_{0.2mg/L} + 2, 4-D_{0.2mg/L}

其中，各培养基中特殊大量元素配方见表 1^[2]。

表 1 特殊大量元素的成分

Whb0 大量培养基成分:(mg/L)		Whb 大量培养基成分:(mg/L)	
NH ₄ NO ₃	1 500	NH ₄ NO ₃	1 650
KNO ₃	2 000	KNO ₃	1 900
MgSO ₄ ·7H ₂ O	400	MgSO ₄ ·7H ₂ O	400
KH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	200	KH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	170
CaCl ₂ ·2H ₂ O	450	CaCl ₂ ·2H ₂ O	660

定义愈伤组织 G₁ 代表表 2、表 3；愈伤组织 G₂ 代表表 4；愈伤组织 G₃ 代表表 5 中诱导效果好的愈伤组织。以上各培养基含蔗糖 3%，琼脂 0.58%，pH5.8~6.0，121℃ 20 min 高压灭菌。

1.3.3 生根培养：生根培养基为 MS 培养基附加 NAA (0.5 mg/L)、MS 和 1/2MS，都各加活性炭 0.6 mg/L，pH5.8~6.0，蔗糖 2%，121℃ 20 min 高压灭菌。

1.3.4 培养条件：愈伤组织诱导先置于 25 ± 2℃ 的黑暗环境下培养 15 d，再移至低光照 (1 500 Lx) 条件下进行培养；分化培养在 25 ± 2℃、16 h/d、2 500 Lx 条件下进行。

1.4 试验统计

愈伤组织诱导、分化及生根各组筛选试验各做 5 瓶，并统计结果计算其平均值。

2 结果与分析

2.1 愈伤组织的诱导

2.1.1 不同基础培养基对愈伤组织诱导的影响：将充分展开的子叶切成 0.5 cm × 0.5 cm 的小块，下胚轴切成 0.5 cm 左右的小段接种于愈伤组织诱导的基础培养

基。在附加 2, 4-D 的各个基础培养基中子叶、下胚轴、叶片都能诱导出愈伤组织，但诱导的速度以及诱导的结果却相差很大 (见表 2)。一般接种 7 d 时，子叶、下胚轴都能在伤口处产生膨大和乳白色的组织，14 d 达到愈伤组织发生的高峰期，21 d 愈伤组织明显可见，呈黄色，部分愈伤组织略带微棕色；而叶片在不同的基础愈伤组织诱导培养基上诱导率差异更大 (见表 3)，且一般 14 d 只有部分叶片伤口处有微褐色组织出现，绝大部分叶片则变干枯，28 d 后才能看到微褐色的小愈伤组织，继续用原培养基继代则愈伤组织恢复黄色，且干枯的也恢复生长并长出小愈伤组织。同时观察了不同的培养条件 (主要是初期光照) 对愈伤组织诱导的影响情况，发现子叶、下胚轴在诱导初期弱散射光，甚至是黑暗条件下，对愈伤组织的诱导有很大帮助，愈伤组织呈现乳白到黄白色。由此可见，选用下胚轴为外植体，接种至 MS 基础培养基上，在散射光培养条件下是诱导愈伤组织最佳条件，而叶片在 SH 基础培养基上诱导效果更好一些。

表2 天蓝苜蓿子叶、下胚轴愈伤组织诱导基本培养基的筛选结果

培养基处理	外植体类型	培养环境	外植体数(Block)	愈伤组织数(Block)	诱导率(%)
MS+NAA _{0.2} +2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.7}	子叶	光照	17	11	64.71
		散射光	20	20	100
	下胚轴	光照	13	13	100
		散射光	25	24	96
B ₅ +NAA _{0.2} +2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.7}	子叶	光照	20	12	60
		散射光	39	32	82.05
	下胚轴	光照	14	14	100
		散射光	25	25	100
UM+NAA _{0.2} +2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.7}	子叶	光照	27	10	37.04
		散射光	29	18	62.07
	下胚轴	光照	26	25	96.15
		散射光	36	36	100
Whb+NAA _{0.2} +2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.7}	子叶	光照	71	58	81.69
		散射光	93	78	83.87
	下胚轴	光照	74	72	97.30
		散射光	87	86	98.85

表3 天蓝苜蓿叶片愈伤组织诱导基本培养基的筛选结果

培养基处理	外植体类型	外植体数(Block)	愈伤组织数(Block)	诱导率(%)
MS+NAA _{0.5} +2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.7}	叶片	25	19	76
B ₅ +NAA _{0.5} +2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.7}	叶片	28	21	75
UM+NAA _{0.5} +2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.7}	叶片	28	5	17.86
Whb+NAA _{0.5} +2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.7}	叶片	31	22	70.97
SH+NAA _{0.5} +2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.7}	叶片	24	23	95.83

2.1.2 不同激素组合和浓度水平对愈伤组织诱导的影响: 在植物组织培养中, 外源生长素和细胞分裂素是细胞离体培养所必需的激素。合适的浓度及两者之间

的适宜配比不但可以诱导细胞分裂和生长, 而且能控制细胞分化和形态建成。在下胚轴最佳基础培养基 MS 和叶片最佳基础培养基 SH 的基础上对其愈伤组

表4 天蓝苜蓿下胚轴愈伤组织诱导激素组合的筛选结果

培养基处理	外植体类型	培养环境	外植体数(Block)	愈伤组织数(Block)	诱导率(%)
MS+6-BA _{0.7} +2, 4-D _{1.0}	下胚轴	散射光	25	25	100
MS+6-BA _{0.7} +2, 4-D _{2.0}	下胚轴	散射光	23	23	100
MS+6-BA _{0.7} +2, 4-D _{5.0}	下胚轴	散射光	24	21	87.5
MS+6-BA _{0.7} +NAA _{0.2}	下胚轴	散射光	25	15	60
MS+6-BA _{0.7} +NAA _{0.5}	下胚轴	散射光	26	17	65.38
MS+6-BA _{0.7} +NAA _{1.0}	下胚轴	散射光	24	18	75
MS+2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.3}	下胚轴	散射光	16	16	100
MS+2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.5}	下胚轴	散射光	24	22	91.67
MS+2, 4-D _{1.5} +6-BA _{0.7}	下胚轴	散射光	18	16	88.89
MS+NAA _{0.5} +KT _{0.2}	下胚轴	散射光	23	22	95.65
MS+NAA _{0.5} +KT _{0.5}	下胚轴	散射光	16	13	81.25
MS+NAA _{0.5} +KT _{1.0}	下胚轴	散射光	16	16	100

表5 天蓝苜蓿叶片愈伤组织诱导激素组合的筛选结果

培养基处理	外植体类型	外植体数 (Block)	愈伤组织数 (Block)	诱导率 (%)
UM+2, 4-D _{5.0} +KT _{1.0}	叶片	32	26	81.25
UM+2, 4-D _{5.0} +KT _{3.0}	叶片	21	15	71.43
UM+2, 4-D _{5.0} +KT _{5.0}	叶片	29	21	72.41
UM+2, 4-D _{5.0} +6-BA _{0.3}	叶片	22	13	59.09
UM+2, 4-D _{5.0} +6-BA _{0.5}	叶片	23	18	78.26
UM+2, 4-D _{5.0} +6-BA _{1.0}	叶片	29	20	68.97
Whb+2, 4-D _{3.0} +KT _{3.0}	叶片	21	20	95.24
Whb+2, 4-D _{5.0} +KT _{3.0}	叶片	26	21	80.77
Whb+2, 4-D _{10.0} +KT _{3.0}	叶片	26	22	84.62
Whb+NAA _{1.0} +KT _{3.0}	叶片	26	1	3.85
Whb+NAA _{2.0} +KT _{3.0}	叶片	25	17	68
Whb+NAA _{5.0} +KT _{3.0}	叶片	28	26	92.86
SH+2, 4-D _{3.0} +KT _{3.0}	叶片	27	25	92.6
SH +2, 4-D _{5.0} +KT _{3.0}	叶片	20	17	85
SH +2, 4-D _{10.0} +KT _{3.0}	叶片	23	22	95.65
SH +NAA _{1.0} +KT _{3.0}	叶片	25	23	92
SH +NAA _{2.0} +KT _{3.0}	叶片	28	25	89.29
SH +NAA _{5.0} +KT _{3.0}	叶片	30	28	93.33

织诱导的激素种类和浓度组合进行了进一步的筛选试验(见表4、表5)。从表中可以看出,对于下胚轴2, 4-D有显著的诱导效应,平均诱导率为95.8%,且生长势很强, NAA则稍差一些,平均诱导率为66.79%;对于细胞分裂素, KT效果更好一些;而对于叶片从不同激素组合的筛选试验中可以看出,以SH为基础培养基,细胞生长素2, 4-D和NAA的差别不大,平均诱导率分别为91.08%和91.54%,且愈

伤组织的生长良好,继代一次后25d,形成的愈伤组织颗粒直径达3~5mm,表面粗糙且有绿色芽点。

2.2 不同培养基对愈伤组织分化及胚状体的形成的影响

愈伤组织在诱导培养基中持续生长增殖,定期转接到原新鲜培养基上继代。一般以21~28d为一个继代周期。当愈伤组织达到一定的数量后,将生长旺盛的愈伤组织块转入如下(见表6)的分化培养基中诱导生芽。结果表明, G₁在添加了Whb大量元素、

表6 天蓝苜蓿愈伤组织分化基本培养基及激素组合的筛选结果

培养基处理	分批次	愈伤组织数目 (Block)	分化数目 (Block)	分化率 (%)	产生分化芽数
Whb1	G1	20	15	75	8
	G2	22	15	68.2	7
	G3	29	12	41.4	2
Whb2	G1	21	12	57.1	5
	G2	26	22	84.6	13
	G3	30	5	16.7	1
Whb3	G1	16	9	56.3	5
	G2	25	20	80	12
	G3	32	9	28.1	1
Whb4	G1	21	13	61.9	7
	G2	25	19	76	9
	G3	22	0	0	0
Whb5	G1	20	11	55	4
	G2	28	21	75	9
	G3	29	0	0	0

CH 以及微量物质 D- 泛酸钙和生物素的 Whb1 分化培养基中分化率达到 75%, 而且芽点呈鲜绿色, 生长势最强; 其中 C₂ 愈伤组织在 Whb2 培养基中分化率最高, 达到 84.6%, 但质量稍差, 出现玻璃芽点现象; C₃ 愈伤组织分化率都较差, 在 Whb4、Whb5 分化培养基中无分化发现, 在 Whb1 分化培养基中最高为 41.4%。另外, 还观察到培养基中用双细胞生长素或细胞分裂素对愈伤组织的分化有很大的促进作用。愈伤组织经分化 14 d 后绝大部分都有绿色芽点出现, 再经过 30 d 左右的培养即可形成无根苗。

2.3 不同培养基对生根的影响

当材料分化到一定数量, 幼苗长至 2~3 cm 时从茎的基部切下将其插入生根培养基中。为了促进生根, 降低培养基中糖的含量和无机盐浓度, 采用 1/2MS 和 MS 为基础培养基。其中效果较好的为 1/2MS 附加 0.5 mg/L 的 NAA, 诱导率可达到 85%, 而不附加激素的 1/2MS 次之, 不加激素的 MS 培养基不论在根诱导的数量和质量都差于以上两种培养基 (见表 7)。转入生根培养基 10 d 后, 出现根的突起, 20 d 左右可见短根, 以后逐渐形成正常根。待根长至 2~3 cm 时即可打开封口膜进行 3~4 d 的炼苗, 然后移入花盆^[9]。

表 7 不同培养基对组培苗生根的影响

接种无根苗数	培养基类型	生根苗数	生根率 (%)
20	MS	9	45
20	1/2MS	11	55
20	1/2MS+NAA(0.5mg/L)	17	85

3 讨论

3.1 不同外植体在同样培养环境下的差异

紫花苜蓿离体培养可利用的外植体部位很多, 包括叶片、叶柄、子叶、胚轴、根、花药等^[6]。杨燮荣 (1981) 认为, 叶片的分化效果好于叶柄和茎段; 后来的研究者采用最多的外植体是子叶和下胚轴, 特别是下胚轴, 最高的出愈率可达 100%, 分化率 80%。因此, 大部分研究普遍认为下胚轴是首选的外植体^[6]。本试验中采用天蓝苜蓿的子叶、下胚轴和叶片得到同样的结果, 以下胚轴为外植体不论是在愈伤组织的诱导, 还是在愈伤组织分化芽方面都显著优于子叶和叶片。

3.2 不同的微量物质对胚状体分化的影响

植物组织培养中采用最多的是 MS 培养基, 它是 Murashige 和 Skoog 1962 年为培养烟草材料而设计的, 其特点是无机盐浓度高, 有加速愈伤组织生长的特性, 能满足植物组织对矿物质的基本需求, 铵盐 NH₄⁺

和硝酸盐 NO₃⁻ 含量高, 比例适当。天蓝苜蓿同样适合这种环境, 在愈伤组织诱导中 MS 培养基也达到了比较好的效果, 诱导率最高能达到 100%。但在分化过程中, 高浓度的无机盐和糖会对愈伤组织的分化产生一定的抑制效应, 建议降低无机盐和糖含量。本试验采用了适合于天蓝苜蓿的低浓度大量元素 Whb 和 Whb0, 以及添加了生理活性物质 CH^[7] 和微量元素 D- 泛酸钙、生物素, 分化效果有了明显提高。

3.3 外植体分化的差异

不同外植体离体培养, 形成潜在分化芽或胚性愈伤组织的能力与外源激素种类和浓度组合密切相关^[8]。本试验中, 叶片在愈伤组织诱导和分化方面效果都很差, 子叶次之, 而下胚轴则表现较好, 愈伤组织不仅诱导快, 而且呈现鲜绿色, 芽点也多, 采用 MS+6-BA_{0.7}+NAA_{0.5}、MS+NAA_{0.5}+KT_{0.5} 的培养基, 愈伤组织在诱导培养基上培养, 可直接分化出芽且再生小植株, 是一种快速繁殖的好途径。

3.4 愈伤组织诱导中的干化和复苏现象

在天蓝苜蓿的叶片愈伤组织诱导过程中, 接种的叶片出现干化现象是最显著的特征, 分析认为: 一是培养基中琼脂浓度过高, 造成培养基过硬, 使叶片不能充分与培养基接触, 从而导致营养缺乏而干化死亡; 二是天蓝苜蓿叶片吸收营养上的差异, 叶片本身不能很好地吸收营养而干化; 三是培养基中激素配比不合理, 导致叶片吸收营养困难而干化。接下来, 将干化的愈伤组织接种在降低了激素浓度的原培养基中进行继代培养, 14~21 d 后干化的叶片愈伤组织又可以重新复苏, 且恢复乳白色的正常愈伤组织形态, 并保持持续的分裂。

参考文献

- [1] 张相歧, 王献平, 安利佳, 等. 天蓝苜蓿原生质体培养再生植株[J]. 植物学报, 1996, 38(3): 241-244.
- [2] 安利佳, 张俊敏, 李凤霞. 天蓝苜蓿单细胞培养植株再生[J]. 实验生物学报, 1991, (24): 119-125.
- [3] Johnson I B, Stuteville D L, Higgins R K et al. Pectolyase Y-23 for isolating mesophyll protoplasts from several Medicago species[J]. Plant Sci Lett, 1982, (26): 133-137.
- [4] Mazin V V. Biotechnological methods of producing valuable forms of perennial fodder legumes [J]. Agricultural Biotechnology Center, 1989, 145-150.
- [5] 杨起简, 周禾, 孙彦, 等. 紫花苜蓿的愈伤组织诱导与组织培养[J]. 北京农学院学报, 2004, 19(2).
- [6] 葛军, 刘振虎, 卢欣石. 紫花苜蓿再生体系研究进展[J]. 中国

草地,2004,26(2):63-67.

[7] 黄远新,王永雄,胡艳.南方紫花苜蓿不同外植体离体培养的研究[J].中国草地,2003,25(3):42-47.

[8] 张建铭,谈锋.植物体细胞胚的高频率诱导[J].生物技术通报,1996,(4):8-11.

Study on the Tissue Culture and Regeneration System of *Medicago lupulina* L.

WANG Hai-bo, YU Yong-xiong

(Chongqing Key Laboratory of Forage & Herbiwore, Chongqing 400716, China)

Abstract: Cotyledon, hypocotyls and leaf of 5~7d's seedling after germination were used as explants to study the effect of different basic media on callus induction and the combinative concentration of hormones on their differentiation. The results showed that MS, B₅ and SH were the optimum basic media for the callus induction of cotyledon, hypocotyls and leaf, respectively. The combinative concentrations of hormones showed very different among different explants. The combinative concentration of hormone MS+NAA (0.5~1.0mg/L) +6-BA (0.7mg/L) was suitable for cotyledon and hypocotyls, and SH+ NAA (0.5~1.0mg/L) +2,4-D (1.5~5 mg/L) + 6-BA (0.7mg/L) for leaf. A few of hypocotyls were differentiated embryoid directly, moreover developed plantlet in the media of MS+NAA (0.5mg/L) +6-BA (0.7mg/L) and MS+NAA (0.5mg/L) +KT (0.5mg/L). In the progress of differentiation, cotyledon, hypocotyls and leaf showed better effect in the medium whb5, differentiating rate of green callus up to 43%,57% and 40% respectively, and all could regenerate plantlet after 15~17days.

Key words: *Medicago lupulina* L.; Tissue culture; Embryoid; Regeneration system

(上接第9页)

样的载畜能力属于中上水平,而按现今川西北草地普遍退化的状况,属于良等以上的载畜能力。而按南方的水热条件,这一水平的载畜能力属较低水平。多次利用的产草量应在600kg左右(每667hm²)。

该类天然草地只作农民刈割牧草售给阳平种牛场作奶牛的补充饲料,而80%的饲料靠该场93.33hm²高产优势人工草地的饲料作保证。该场种植牧草主要有扁穗牛鞭草、多花黑麦草、小米草等,平均每667m²产5000~6000kg。

4.5 种群密度与多度常用作计算优势度或重要值的指标之一,它们有一定相似性又有一定区别。如密度的计算公式是: $D = N/S$, 即单位面积内某种群的个体数;而多度或称丰富度(Richness),它表示一个种群在群落中个体数目的多少或丰富度,是种群个体数目的一个数量上的比率^[2,5],公式为 $A = N/\sum N$ (N表示某

一种群个体, $\sum N$ 表示所有种群个体)。多度还可采用7级记分法,这两个概念表述的角度不同,但都指单位面积上的某种群个体数。科研上可依据实际情况采用其中的一种。只是多度常采用估测,而密度常用实际计数,为此,以应用后者为好。

参考文献

- [1] 周纪伦,郑师章,等.植物种群生态学[M].北京:高等教育出版社,1993.215-216.
- [2] 王伯荪.植物群落学[M].北京:高等教育出版社,1988.
- [3] 王晋峰,田英.北亚热带丘陵植物种群数量特征及综合特征研究[J].草业科学,1995,12(3).
- [4] 孙儒泳,李庞芬,等.基础生态学[M].北京:高等教育出版社,2002.
- [5] 姜恕,等.草地生态研究方法[M].北京:农业出版社,1986.15-17.

Study on the Economic Traits and General Features of Grassland Plant

Communities in Hongya Hill Areas of Sichuan

RAO Kai-qing, XU Ya-ou, WANG Jin-feng

(College of Life Science and Technology, Southwest University for Nationalities, Chengdu 610041, China)

Abstract: This paper focuses on the vegetal productivity, related economic traits, SDR and IV of six plant communities which belong to two types of grassland in Hongya hill areas. These two grassland types are sparse woodland grassland and cropland grassland. By Comparing different plant communities of these two grassland types, it figured out their differences and sameness in SDR, IV, vegetal yield and some other items, and pointed out the influences of natural factors (especially climate) and human factors (grazing, mowing, burning grass) on the composition and yield of the grassland vegetation.

Key words: Grassland of Hill Areas; Plant Communities; Economic Traits; General Features