

第十四届国际草地会议

论文集

中 册



中国草原学会文集第一辑

1985年

目 录

第四部分、氮循环

禾本科牧草和根际固氮菌间的相互作用.....	1
饲用豆科牧草生产中为提高固氮根瘤菌品系的选择.....	4
豆科牧草的光合产物供应和固氮作用.....	7
紫花苜蓿、百脉根和红三叶共生氮的固定.....	11
放牧管理对氮固定季节变异的影响.....	15
在季节环境对比下,新西兰草地尿影响区的氮素损失.....	19
施用尿素的放牧地上氮的年损失.....	22
施用于草地的畜粪中氮的前景.....	26

第五部分: 草地的综合利用

美国农业部土壤保持局水土保持植物品种资源开发事业的进展.....	30
表土厚度和植物种对露天煤矿土壤恢复的影响.....	33
利用电子计算机进行土地资源勘查发现的热带南美地区稀树干草原生态系统.....	37
冰雹作为一种生态因子使霸王树仙人掌数量增加.....	40
从含酚类化合物和多酚酶的作物制成的叶蛋白质的营养品质.....	44
在饲草分配的决策中生物成份的评价.....	47
对委内瑞拉荒漠带发展山羊生产的放牧场的评价.....	50
秘鲁南部高原草原的改良.....	55
用常绿香截留雨水的试验.....	59
在SAP伏伊伏丁那地区通过建立人工草地对冲积土和碱性冲积土的利用.....	62
干旱山区的简单混播试验苇状羊茅和角果百脉根五年试验的关系.....	66

第六部分: 饲草生理过程

暖季牧草幼苗生长发育的方式.....	69
开花期的气候对加勒比柱花草种子形成和休眠的影响.....	73
一种新的饲用植物—Seombadi的发芽和早期生长特点.....	77
紫花苜蓿对于一个模拟仲冬解冻的反应.....	81
比较耐水淹的热带草地豆科牧草.....	85
色拉豆对水胁迫的反应.....	89
沙生冰草、毛冰草、细茎冰草以及西方冰草植物水之间的关系.....	93
南北向与东西向播种的小麦叶生长和籽粒产量.....	96

放牧草地的生长生理学.....	98
在轮牧和连续放牧条件下禾草草层的光合作用.....	103
白三叶海拔生态型的光合作用和干物质分配.....	107
利用叶面扩展速率提高苇状羊茅的产草量.....	112
多年生禾本科牧草发育阶段描述方案.....	116
成熟度与环境对高狐茅半纤维素总量和成分的影响.....	120
禾草活动根对土壤团聚体形成的作用.....	123
两种冰草：兰茎冰草 (<i>Agropyron smithii</i>) 和穗状花序冰草 (<i>A. Spicatum</i>) 之间 物候学和茎秆重的变异.....	126

第七部分 草地生态学

中国东北羊草草地生态的研究.....	131
松嫩平原草原植被基本类型.....	133
禾本科—豆科牧草的混播和施肥是人工草地的生态因素.....	137
新墨西哥州中南部牧豆树属沙丘地上喷施除锈剂后，禾草和杂 类草的产量变化.....	141
饲料生产模型在草地及可耕地矿质土壤上的应用.....	145
稳产草场的生产力和植物成分对于不同利用模式的反应.....	148
高粱植株收割后的死亡率.....	152
南澳大利亚一年生苜蓿草地的种子与幼苗动态.....	156
龟裂粘土上牧草的定居——幼苗的形态特征.....	160
豆科牧草在禾本科草占优势的草地中定居：肯塔基州的概念和历史.....	163
绵羊在多年生黑麦草—白三叶草地上连续放牧、践踏和粪便返回地里的影响.....	166
不同放牧管理制度下亚热带豆科放牧地的生产性能.....	170
牛在冰草放牧地上放牧采食的模式.....	173
荒漠草原食草动物的采食率.....	178
气候带、地形、土地利用及土壤状况对巴厘天然草地的营养组成的影响.....	181
水应力对牧草质量的影响.....	184
半干旱草地上种植禾本科—豆科—灌木的牧草贡献。.....	187
植物年龄、刈割日期与温度是影响埃及三叶草化学成分的因素.....	191
瑞典草地产量模型的探讨.....	195
放牧草地的能流和转化效率.....	199
简单的计算机模拟模型在饲草管理中的应用.....	201
作为可更新资源多用途管理工具的空间模拟模型.....	204
中国的草原植被及其利用.....	208

第八部分 评价技术

试验方法对栽培牧草自由采食试验结果的影响.....	215
---------------------------	-----

柳叶稷的牧草产量和质量	218
主要成分分析在饲草的概率养分及分析特性中的应用。	222
在处理间具有组间相关关系的不平衡试验中确定草场与牲畜反应差异的方法	226
各种粗饲料的发酵速度和范围及其潜在消化部分	230
容量: 测定饲草品质参数以及它们对自由采食量的影响	233
利用纤维消化和通过体内的动态模型评价饲草品质	237
饲草评价方法与热带禾草采食量和消化率的相互关系	241
饲料纤维的结构特征对消化的影响	245
评价小型牧场提高牧草栽培品种品质的放牧技术	248
运用流动放牧技术筛选多年生牧草	251
在半干旱的澳大利亚东南部地区, 经过大量放牧后虎尾草属的再生研究	256
对放牧管理术语数学上的和概念上的统一探讨	260
草场结构对放牧在多年生黑麦草草场上的牛群采草量的影响	266
用近红外线反射光谱作牧草分析: 国家研究方案的状况和大纲	270
用近红外反射光谱预测牧草质量	273
根据实验分析结果建立评价干草质量的等级标准	276

第九部分 放牧管理与饲草贮存

豆科饲草的潜力及其在苏格兰的作用	283
温带草原优良牧草品种引进的补播技术	287
美国半干旱温带区的少耕法草地更新	291
农药、肥料、播种行距和播种量对免耕法苜蓿建植的影响	294
新西兰酸性, 低肥力土壤上的大三叶草生产	298
用绳蕊施药器施内吸转移除莠剂防治牧场杂草的有效性和安全性	301
澳大利亚北部热带豆科一禾木科草地更就	304
在南部大平原建植牧草地的新方法	308
牧草地建植一与冬害、存活和早期生长相关联的幼苗特性的评价	312
放牧牛群对烧荒的欧山杨灌丛建立饲草种植地的影响	316
在退化草地上采用少耕法栽培青贮玉米	319
在处于休眠期的狗牙根草地上补播麦类谷物, 以扩大南部山前土地和气候资源的利用	323
播前种子浸水脱水处理的生理学和应	327
在地中海环境条件下, 经过灌溉的无芒虎尾草和毛颖大黍的最高产草量	331
德意志民主共和国不同生境条件下牧草的喷灌	334
通过管理减少饲料作物病害损失	338
用防止害虫的方法来提高意大利黑麦草的产量及其持久性	341
一般管理与杀虫剂的使用对拉丁鲁白三叶持久性的影响	345

爱尔兰的牧草生产潜力.....	351
秋季冷性禾草的贮存.....	353
秋季苜蓿品质和化学成分的变化.....	357
滨麦 (<i>Elymus junceus</i> Fisch.) 对施肥和割草的生产效应.....	360
中国的草地类型、分布和改良.....	365
在混播的温带草地上连续牧羊对牧草生长和衰老的影响.....	369
在放牧和保护管理条件下六种黑麦草栽培种的比较评价.....	373
放牧牛羊对黑麦草、西非狼尾草和白三叶草混合草地的影响.....	377
一年生冬季牧场(燕麦—黑麦草)和夏季牧场(狼尾草)施氮肥水平对 产奶量的影响.....	381
不同放牧方式的比较试验.....	384

禾本科牧草和根际固氮菌间的相互作用

M.H.GASKINS, D.H.HUBBELL, and S.L.ALBRECHT

USDA-SEA-AR and University of Florida, Gainesville, Fla., U.S.A.

摘 要

在短期的温室试验中,用 *Azospirillum* 品系接种,种在土壤或营养液中的高粱和 *Digitaria* 栽培种。在溶液培养试验中,对自根系损失的碳水化合物进行了确定,以估计根除生物可自生长植物获取的能量基质的数量。别的植株用植物生长激素处理,反应与用杀死的 *Azospirillum* 细胞处理的植物的反应相类似。这种反应上的类似性表明:植物生长速度的增加部分或全部是由于由接种微生物产生的生长激素引起的,而并非由于氮素的固定。

估计的由根系损失到营养介质中的还原碳水化合物化合物的数量,要是都用于固氮活动的话,就能维持固氮活性,但情况显然不是这样。可以得到的证据表明:如此用于固氮活性的还原碳水化合物相对来说几乎没有。因此,公认的游离生活的异养生物的低固氮效率以及证实的植株对细菌生长激素的反应表明:尽管氮固定在一些情况下相当重要,但接种的好处并非总是涉及固氮作用。

引 言

准确地度量根围细菌的固氮速率已经证明是困难的。一些报告指出:栽培植物的根际会发生可与豆科根瘤匹敌的迅速的氮素固定作用,但大部分研究人员对这种比较有疑议。涉及到的一些问题近来已有人评论过 (Van Berkum 和 Bohlool 1980年)。

虽然如此,在一些情况下,用非共生菌接种,植物生长还是大大增加。最近以色列报道的结果特别有趣 (Cohen 等 1980年)。显然,象近来以色列研究者和先前别人报道的一样,通过简单而又廉价的处理即使产量大幅度增加,那么继续进行研究以弄清有关的生物现象也是很合适的。有一些氮素固定,这也是合情合理的,¹⁵N 试验明显地表明了这点 (Ruschel 等 1978年, Rennie 1979)。不管怎样,有利的反应完全依赖于植物对于由细菌固定的氮的同化作用,这样的假定似乎是微妙的,特别由常发生的迅速的处理反应看来,更有点微妙。

Brown (1974) 和 Barea 和 Brown (1974) 指出:细菌产生植物促进激素就可解释用 *Azotobacterspp* 接种的植物的反应。我们已经提出的一些资料表明:用一个 *Azospirillum* (Gaskins 和 Hubbell 1979年) 品系接种高粱栽培种,也有类似情况。用一个 *Ps-eudomonas* 品系处理马铃薯块茎,增加了马铃薯生长,提高了块茎产量,得出结论认为:

这种有利的影响是由于接种的细菌抑制了其它对马铃薯有害的根际细菌的生长 (Burr 等 1978年)。有利的植物反应发生时, 也许还有许多别的尚未查明的反应单独或综合起作用 (Gaskins 1980年)。

本文报道一些为获得更多的关于促进植物生长的植物和有益根瘤菌间相互作用的资料而进行的一系列进一步实验的结果。

方 法

植物接种:

将 *Digitaria decumbens* cv. Pangola 和 Transvala 植物种在温室木架上含有 3.01 的砂壤土的花盆里。供接触的细菌悬液用如先前描述的 (Gaskins 和 Hubbell 1979年) 方法培养、冲洗和施用。刈割 *Digitaria* 植株土表 6 厘米, 添加 20 毫升细菌悬液 (10^8 个细胞/毫升), 然后添加水分到使根系充分饱和。*Sorghum bicolor* 植株在枝条出现 7 天后用同样程序接种。接种程序按 7 天间隔进行三次。在实验结束前的 65 天期间, *Digitaria* 刈割三次。*Sorghum* 植株生长 40 天, 然后除去顶部并且称重。没有确定乙炔还原速率, 因为实验早期, 与细菌处理还无关系。

根系溶解产物的研究:

高粱植株限菌培养在 50×300 毫米的玻璃管中, 玻璃管中装填有不锈钢支柱, 靠此不锈钢柱保持种子在营养液上。根系生长进入 50 毫升 $1/4$ 强度的 Hoagland 矿质养份溶液中。生长三周后, 收获植株并称重, 冷冻溶液以备后来分析。通过 Penosulfuric acid 方法确定碳水化合物, 氨基酸用茚三酮方法确定, $0.1N$ NaOH 滴定确定有机酸。为了讨论起见, 将结果数据结合起来考虑, 以提供用作根际细菌能源的总的还原碳水化合物的估计。也利用 Martin (1976) 提出的“根系溶解产物”这个术语, 没有把由功能细胞分泌的植物代谢物和衰老的根毛或别的细胞的破碎而损失到溶液中的那些物质区别开。

生长激素的效应:

附加实验中, 高粱幼苗种在含 0.5 公斤砂子的小花盆里, 每天用 $1/4$ 强度的 Hoagland 溶液浇灌。用植物生长素, 激动素, 赤霉素或这些生长激素的组合和杀死的 *Azospirillum* 细胞处理植株。种子开始形成 20 天后, 通过比较收获的植株重量来确定处理效应。

结 果 和 讨 论

植株接种:

本实验中, *Digitaria* 植株对接种表现出高的敏感性。通过接种大大增加了干重产量 (表 1)。不管怎样, 高粱幼苗对接种的敏感性低。通过用活菌接种, 它们的最后重量减少 20% 多。这个发现与先前的实验 (Gaskins 和 Hubbell 1979年) 形成鲜明对照, 在先前的实验里, 相同的栽培种 (Funk's G522) 对 *Azospirillum* 接种有正的反应。*Digitaria* 定是营养繁殖, 在接种前已建植四月。植株是盆缚的 (root-Bound), 它们的状况与田间草皮相仿。另方面, 高粱植株刚自种子繁衍而来, 做为一个幼年植株, 在别的条件有利, 营养限制的情况下, 可迅速生长。对细菌处理的相反反应认为是由于生长条件的不同所致, 而非由于实验植物间的遗传差异引起。

根系溶解产物的研究:

自22天老的植株的根系溶液收集的糖、有机酸和氨基酸的组合总量在3.2和3.6毫克/植株间。植株重175—200克。这些数量虽小但有价值,其与微生物的生长需要量有关联。犹如Barber和Martin(1976)所指出和我们(Gaskins未发表)所证实的一样,植株在限菌条件下比在别的条件下生长缓慢。不管怎样,3周期间,在这些条件下,植株能维持干物质累积速率到正常生长植株达到的70—80%。为了补偿密闭容器中对生长的限制,我们对上述数字二倍以估计正常生长植株的生产性能。

已经发现,高粱植株在生活的后期的总根重高于三周时80—100倍(Gaskins未发表)。若损失到根际的碳水化合物与根重成比例的话,为了估计支持细菌生长的一个典型根系的潜力,附加校正因子100是合适的。假定鉴定出的80%的碳物质是在幼苗生长的最后一周(第三周)产生,运用上面叙述的校正,估计营养良好的植株一周的生产量在3克间。这就是以支持微生物的重要生长速率,但在高度竞争的根际环境中,充其量只有适量部分来源于这种基质的能量利用在把游离氮还原成氨态氮。通常引用的为每消费1克碳源固定的氮为10—30微克(Hill 1978)。在有自由生活的异养生物的地方,从这个过程对能量基质的需要量来看,这个过程远远不足以满足迅速生长的植物对氮的需要量。进而很合理地可假定在这些条件下,固定的氮自微生物生物量中释放是很缓慢的,因为还不知道此过程涉及的微生物能否分泌氨。细菌对氮素的贡献无容置疑,但为了充分完全地解释植物生长反应,在研究中心须考虑别的反应。

生长素的效应:

赤霉素和激动素处理均能增加生长(表2)。对 $10^{-4}M$ 的激动素反应最大,增加干重40%。在包含植物生长素的所有情况下(数据未发表),产量减少。添加杀死的*Azospirillum*,干重也大幅度地增加。这些杀死的细胞显然不能固氮,但证明含有生长激素(Tien等1979年),它们的生长素含量引起表明的干重的增加,这似乎是相当可能的。

结 论

这里叙述的试验结果表明:不管是否发生固氮,在一些情况下,接种处理能大大加速植

表1 用*Azospirillum*培养液接种的*Digitaria*和*Sorghum*的生长

处 理	收 获 的 顶 部 干 重 ^[1]		
	Digitaria		Sorghum
	Transvala (克)	Pangola (克)	Funk's G522 (克)
接种	54.9*	41.6	17.7*
对照	28.8	38.0	22.5

1. *Digitaria* 的产量是在65天期间3次刈割的合重。*Sorghum* 的产量是40天时1次收获的重量。

* 星号标记的平均数与相应的对照差异显著 ($P = 0.5$)

物生长。处理时期的植物状况是确定它们是否发生反应的多种变因之一。进一步努力确定它

们间的因果关系，不应限在固氮研究上，因为别的现象也许同样是重要的。

尽管获取最大的根围细菌的固氮仍是最重要的长期目标，但在研究中也应忽视植物—细菌协同组合的别的潜在利益。由于细菌的存在，提供荷尔蒙刺激素或别的生长因子，提供动员利用养分的酶的活性，提高对有害生物的抗性，充分改善根系生长，在许多情况下，显著地增加植物产量。

表 2 生长激素和 *Azospirillum* 细胞对高粱幼苗重量增加的影响¹

处 理	20 天 后 的 干 重 产 量		
	顶 部 (毫克)	根 系 (毫克)	总 量 (毫克)
赤霉素 $10^{-3}M$	437	217	654
激动素 $10^{-4}M$	515	279*	794
<i>Azospirillum</i>	539	208*	747
对 照	432	136	568

1. 植株在洗净的砂子上生长20天，用1/4强度的Hoagland溶液浇灌。每周施以两次处理，共五次处理。细菌就象文中描述的加以制备，在施用前加热杀死。

*有星号标记的平均数与相应的对照差异显著 ($P = 0.5$)

高洪文 译

饲用豆科牧草生产中 为提高固氮根瘤菌品系的选择

C. HAGEDORN and W. E. KNIGHT

Mississippi State University, Mississippi State, Miss
and USDA-SEA-AR, U.S.A.

摘 要

本文在这里介绍一组提高饲用豆科牧草固氮作用的根瘤菌品系选择方法。尽管饲用豆科牧草是生物固氮(BNF)最有效的成员，但是一般地它们没有适合于根瘤菌有效的根瘤，很少产生或没有持久性。下面将就如何得到适合的根瘤菌品系的选择方法和评价过程予以规定。其内容包括有：(1) 地区生产面积的调查，(2) 品系采集和土壤分析，(3) 品系特性记述，(4) 品系选择和控制法，(5) 品系田间评价。

起初开始是在调查寄生豆科植物的地区。此项工作必须采集土壤和植物样本，了解该地区的小气候和主要土壤类型，而要选择有产生根瘤可能性的地带。每一地带特定采样点的选择，应建立在过去记载和寄主豆科植物的基础上，采集土壤和植物样本用来作为分析和根瘤

分离。从每个点上至少要分离得10个根瘤菌，并用植物感染试验测定该地区的根瘤菌群体的密度。

从生长在本地带的寄生植物栽培中分离有效根瘤菌是最重要的选择原则。帮助选择品系的其他方法，包括生长在酸化环境和耐盐性的田间试验以及在湿润或者极端温度中生存。在田间测定品系性能必须注意根瘤菌品系遗传性，当发现有根瘤时，就可以加以鉴定。对抗生素的抗性或者血清学的都是选择的方法，尽管有这两个方法不是确实无疑的。但是，田间有小区的划分，不免不同品系相互混染，那么逐一品系鉴定才是唯一可进行评价的方法。

设计田间小区至少用4个重复和适量不播种的对照小区。数据记载应包括植物干重、含氮量、根瘤数以及每6—8周期间采集标本的根叶的情况。根瘤占有率测定应在BNF最大生产能力和在生长时间内以及寄主植物的反应的根瘤菌品系中进行。我们认为来自田间试验的品系最好，包括接种在内的或者用某些分配系统作为生产水平的广泛试验来表示的品系。

引 言

饲用豆科牧草是豆科植物生物固氮(BNF)更为有效的农产成员之一。因为有几种饲用品种具有固氮超过它们本身需要的能力，BNF比率可能相当高(吉布桑 Gibson 1977)。这种情况是豆科植物基因型和特定根瘤菌品系之间有效共生的结果，要是没有适合于根瘤菌生存的有效根瘤饲用豆科牧草，既不产生固氮作用又不能持久。农业上对这些饲用牧草栽培的兴趣主要以高产量、抗病力和耐寒性作为选择的目标。近代已把BNF作为饲用牧草育种和选择的唯一指标，都期待着BNF的开发利用。为了得到必要的根瘤菌品系，那么评价和根瘤菌特性鉴定以及寄生植物的选择就成为既定不移的程序。不够标准的方法已经发展到可以完成这个程序，从某些国家证明实用的方法中有很多这样成就的实例。这方面可分为五个项目：(1)地区生产面积调查，(2)品系采集和土壤分析，(3)品系特性记述，(4)品系选择和处理，(5)品系田间评价。本文将简要地论述基本方法，准则和每个项目以及提供作者用一年生三叶草倒子的经验。

地区生产面积的调查

调查，必须包括生长寄生豆科植物的全部面积，并在种植时期进行。目的是保证代表较大面积的全部主要的土壤类型。土壤类型可以在土壤原始资料、地带的基础上划分(Roughly 等人1976)，或者用区域小气候(Hagedorn 1978)。必须以相当大规模，选择有潜在能力的田间试验地，并要熟悉这个地区的寄生植物的历史。

品系收集和土壤分析

特定的取样地应在各重要的分区和特定的农业历史、当前利用状况、土壤类型、排水状况、化学成分的基础上选择。取样应包括的生态：(1)目前占生长优势的寄主植物种类，(2)以前已经利用过的寄主种，(3)从来没有种植过的寄主种。分析土壤物理和化学性质尽可能越全面越好。大多数都是标准的(Black 1965)。重点应放在土壤PH、N、P、K和互换性盐基。当建立试验田的时候，土壤分析应符合晚期肥力需要。

土壤样本必须检查寄生种根瘤上的野生的根瘤菌。无论在口袋或者试管里的植物感染测

定将提供一个适当的估计群体密度 (Vincen 1970)。使根瘤菌分离应从田间植物的根瘤或者生长过植物的土壤原状土柱中 (这些土壤上不存在植物) 提取。从植物感染鉴定试验中可以重新得到一些分离根瘤菌, 稀释后就可离析出很大数量最好的品系来。一个取样点至少应含有可分离10个菌种数, 全部都可以从最健壮植株的根瘤上找到。对根瘤菌和寄主植物数量的资料, 若分析可以产生在维持植物群落生长所需要肥力标准上以及经常出现气候条件应力的类型上, 则其往往是有价值的分析 (1978)。

品 系 特 性 记 述

检验生长在本地区栽培寄主植物分离品系的效率是很重要的。评价也应包括任何来源的其他根瘤菌品系。在效率试验中当检查相同寄主的不同栽培种的时候, 这些易变的根瘤菌通常会产生很大的变化。隔离菌种的有效比率可以建立在干物质产量任意标准的基础上并在两个取样点上 (1978) 和在一种寄生植物基础上 (Caldwell 1981) 检验。

可利用很多技术做进一步的鉴定以最有效的分离菌种。此目的是在筛选品系, 这些品系将用于田间品系选择。过程也许包括生长在酸化基质中、耐盐性、湿润和极端温度下、以及取样点的无菌土壤原状土柱 (Keysey 和 Munns 1979) 中。土壤分析经常用于为那些在原田野土壤生存适应状况的选择的决定。在有效和适应生存的基础上, 应发展每个品系的比率。这个比率会降低适合于田间试验品系的数量。

品系选择和控制

为了在田间确定品系性能需要测量寄生植物根瘤占接种体品系的比率。由于外地和本地土生的根瘤菌之间在某些习性上都会有些差异, 所以我们必须鉴别这些品系。血清学 (文森特 1970) 和抗生素的抗性 (Daris 1962) 已得到最广泛地应用, 用饲用豆科植物抗生素已引起了更多的注意, 这是由于血清学起交叉反应的缘故。抗生素的广泛范围似乎是适合于根瘤菌的标志 (Br-ockwell 等人 1977、哈格唐 1979_a、Schwinghamer 和达德曼 1973), 虽然每个检定标记保留物以通过植物并随时间和适应性来保存。自从变异体选择可以避免以来, 抗品系必须素抗性本质是一个有前途的技术 (约西 Josey 等人 1979)。血清学方法, 如免疫扩散, 这能区别有密切关系但又是不同性质的品系 (罗伯茨 Roberts 等人 1980), 尽管这样方法不易适应大量根瘤的分析。如果寄生植物是一年生植物, 这方法可能成为不是基本的品系标记法。如果自生植物群丛是在栽培植物品系以后最终将使品系混杂, 而且各个品系分别鉴定是进行评价的唯一方法时, 这是不顾预防而采取避免田间小区相互传染的缘故。

品 系 田 间 评 价

为了多数目的应把要评价的品系放在肉汁培养基里生长, 在肉汁中增添无菌、中性 pH 泥炭, 然后混和粘附剂 (阿拉伯树胶) 一起倒在种子上。即使试验田的土壤酸度不太高, 应照例用石灰处理种子并使之形成小球。最好的处理方法是每一个小区至少有 4 块地播种同一品系。尽管随机组合设计是经常采用的方法, 但是, 为了使品系间达到最小相互传染, 每个对照组不随机方式是必要的。如果横跨这个小区的田间试验地的土壤没有很大变化时它是可用的 (文森特 1970)。未接种的对照小区一般至少安置在几米远的地方, 应由 (1) 不施

肥, (2) 施肥, (3) 加氮素肥料组成 (哈格唐1979b)。两个小区之间和各地块边缘可种植非豆科植物。每6—8周期间采集样本一次, 各品系的资料应有干重、植物含氮量、根瘤数以及根和叶发育阶段 (Knight 和 Hollowell 1973、文森特1970)。根瘤菌占有率的试验作为时间的函数去决定这些因素对任一品系的影响。应适当地剪割全部小区并在补播的植物群丛中保持良好, 以条件至少3年评价品系的持久性。在品系之间经常地可发现很大差别, 这些差别与单株植物和小区产量都有相应关系。三叶草的根瘤菌品系能够供给最高的共生效果至少占寄生植物根瘤的75—80% (哈格唐1979)。包括接种在内, 我们认为来自田间培育的品系最好, 这可能是地区性分布生长的缘故。尽管这样会产生许多问题, 须提高用较多接种体比一个品系更好的能力。商业化的牧场主可以参加品系推广, 但是为一个特定地区安排就地生产是完全符合要求的。

杨恩忠 译 黄和赞 校

豆科牧草的光合产物供应和固氮作用

P.M.MURPHY

Agricultural Institute, Johnstown Castle Research Center,
Wexford, Ireland

摘 要

豆科牧草光合产物供应影响N素固定, 这早已熟知, 作物达到最大产量所必需的能量供应出现亏缺, 可能因豆科固N系统释放 H_2 这一耗能过程而加剧 (重)。关于豆科牧草象白三叶 (*Trifolium repens*) 固N过程中能量损耗方面的有价值的资料比较少。目前工作的着重点是确定豆科牧草碳水化合物供应如何影响 N_2 固定和 H_2 的释放。

生长在周围环境因子被控制条件下的植物, 调节光周期或调节大气中 CO_2 聚集量可使根瘤能量供应发生变化。这些不同的处理效果对 N_2 固定和 H_2 释放的影响可以借助于完整的正常植株和带有根瘤的根段 (部) 来进行测定。

正常的 S100 白三叶 (在恒定温度 $20^\circ C$) 的光诱导固N作用的昼夜变化与最初的光周期长短有关。光周期短 (6 小时) 的植物表现出有昼夜变化。当光周期为14小时时, 植物在整个白天和黑夜保持恒定的固N比率。这些植物的固N率是光周期为6小时生长的植物在光周期阶段固N率的两倍, 而且这一差别与根瘤组织增加密切相关。两种光照处理在光周期阶段, 特殊活动 ($n \text{ moles } N_2(C_2H_2)/mg \text{ nodule/hr}$) 是相似的。带根瘤的根段的特殊活动在两种不同光处理下表现出有昼夜差异, 光周期长的植物对于光的反应更为敏感。

短光周期下生长的植物相对于固定的 N_2 所释放出的 H_2 要比长周期植物释放的 H_2 为多。

处理后几天进行测定, 大气中充足的 CO_2 供应对许多豆科牧草的固 N 作用没有多大影响。充足 CO_2 供应三周以后, 活动/植物生长都加倍。这些活动的加强和植物生长加倍都与根瘤组织增加相联系。但特殊的 N_2 固定并不受影响。

可以推断, 光周期长短和植物体的完整性是光诱导下固 N_2 出现昼夜差异的重要的决定因素。光合产物供应限制根瘤产生而不是影响 N_2 的固定。(per se.) 从相对于固定的 N_2 所释放出的 H_2 来看, 短光周期的植物降低了固 N 效率。

这些结果表明: 豆科牧草在光照和黑暗时期能够利用植物体中储存的碳水化合物来维持恒定的固 N 比率。光合产物供应不限制根瘤菌的活动。消耗植物体中储存物的所有因子都可以降低黑暗时的固 N 率。由释放 H_2 引起的能量损耗即使在 Carbon-stressed 植物中并不降低。

引 言

光合作用作为豆科牧草固 N 能源的重要性人们早以熟知。1976年 Hardy 和 Havelka 阐述了能量供应限制大豆的 N_2 固定, 促使人们对于豆科牧草光合作用与 N_2 固定的相关性进行更深入细致的研究。目前的研究, 主要是为了更好地了解豆科牧草的光合产物供应对 N_2 固定的控制作用。不同的光周期处理和增加大气中 CO_2 聚集量可以改变固 N 根瘤细菌的有效光合产物供应。

固 N 需要能量的另一原因是与根瘤释放 H_2 有关。豆科牧草 N_2 固定与 H_2 产生的密切关系的资料发表以后, 人们认为: H_2 释放表明了固 N 系统中严重的能量损耗。Schubert and qvans (1976) 的工作说明: 不同的根瘤组合释放的 H_2 差异很大。这主要取决于是否存在吸收氢化酶。具有重要意义的 H_2 再循环在有色根瘤中并没有报导。本文就 C 的供应和 H_2 释放的关系进行了研究。

方 法

将植物种植在周围环境条件被控制的花盆里, 盆里放有石英砂 (perlite), 并配有一定的营养液。通常采用 14 小时光周期, 用 26000-IX 光照射, 昼夜温度分别控制在 20°C 和 15°C 。植物用有效的根瘤菌 Rhizobium 品系接种。当植物生长 8—12 周时, 正值植物营养时期进行所有的分析。

通过对生长六周以后的植物进行两种不同的处理来研究光周期对植物 N_2 固定的影响。一种处理是继续维持 14 小时的光照, 而另一种处理, 则把光周期减为 6 小时。两周以后, 用乙炔还原法分别测定完整植株和带有根瘤菌的根段(部)的 N_2 固定。仅有带有根瘤的根段来测定 H_2 的释放。

生长了六周的植物在 14 小时光周期处理时保持充足的大气 CO_2 水平供应 (1200ppm), 再在三周后进行测定这种处理对 N_2 (C_2H_2) 活动的影响。

结 果

光周期的影响

整株植物的 N_2 固定。在光周期为 14 小时下生长的植物, N_2 固定没有昼夜变化 (见图

1)。接受6小时光照的植物（光周期为6小时），在黑暗时， N_2 固定降低，但在重新恢复光照后， N_2 固定又明显增加。由于植物对光的这种反映特性，尽管植物活动在短光周期时减少50%以上，但用两种光处理的植物有相似的特殊 N_2 固定作用，植物活动的降低与相应根瘤组织减少相伴随。

根段的 N_2 固定，根段 N_2 固定型式不同于整株植物的 N_2 固定（见图2）。从图中可以看出，两种处理方法中特殊活动都有昼夜变化。根段在14小时光照处理下，特殊活动随着光

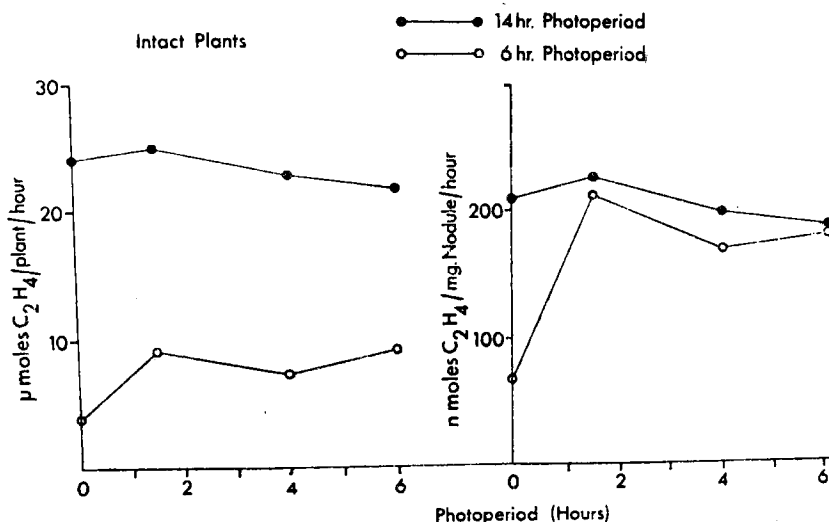


图1 光周期在恒定温度（20℃）下对于完整S100白三叶植物种 N_2 固定的影响

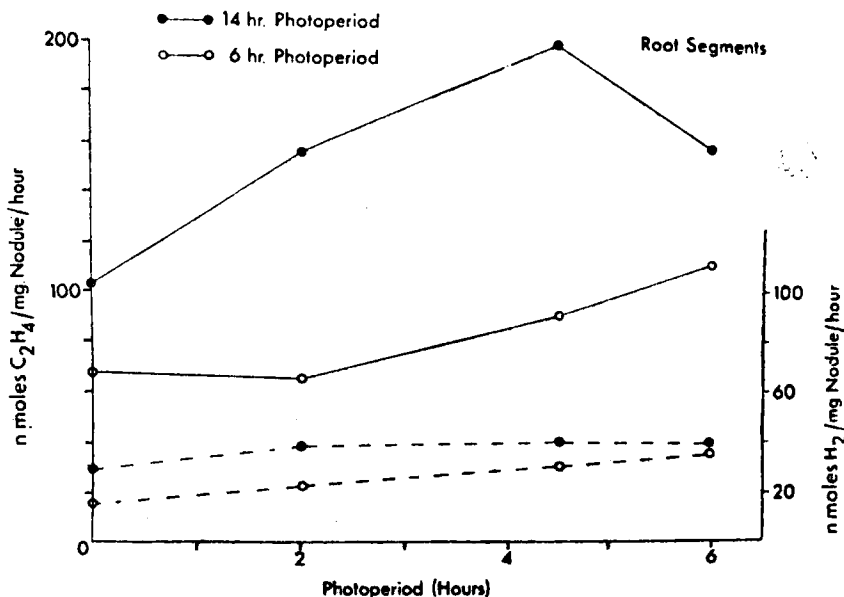


图2 光周期对带有根瘤菌的S100白三叶根系在恒定温度（20℃）时 N_2 固定和 H_2 释放的影响。

周期时间的延长可以增加与整株植物活动相近。可以看到, 6 小时光周期处理的根段样品对于光照反应要低的多, 并且特殊活动一直保持很低。

根段 H_2 的产生, 图 2 的结果表明: 随着光周期加深 (延长) H_2 生产增加。 H_2 生产量增加恰与 $N_2(C_2H_2)$ 固定比率增加相吻合。产生的 H_2 与还原的 $N_2(C_2H_2)$ 的比率在光周期短的植物中, 增加数量远远超过了 14 小时光照下植物产生 H_2 与还原 N_2 的比率。

充足 CO_2 供应的影响

增加 CO_2 供给水平, 短期内对 N_2 固定效果没有影响。充足 CO_2 供应三周以后, 活动/植物都大大增加; 这种活动增加与相应的根瘤组织增加相伴随 (见表 1)。尽管这种效益在豌豆中可以增大, 但对于任何豆科牧草特定的 N_2 固定数量并没有增加。

表 1 长期 (3 周) 充足 CO_2 供应对于豆科牧草 $N_2(C_2H_2)$ 固定与根瘤组织的影响

	周围大气中 CO_2 浓度 350ppm			大气中充足 CO_2 供应 1200bpm		
	$N_2 (C_2H_2)$		根瘤重量	$N_2 (C_2H_2)$		根瘤重
	a	b	c	a	b	
豆科牧草						
Blanca	13	225	290	21***	232	449***
S100	12	277	264	19***	203	373**
Hungaropoly	16	242	330	24***	284	426***
苜 蓿	10	356	145	16***	244	225
Pea(cv Meteor)	18	192	191	37***	266**	278***

表 1 注释: a) μ 克分子数 C_2H_4 /植物/小时

b) n 克分子数 C_2H_4 /mg 根瘤/小时

c) 干重 (mg)

* $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$

讨 论

完整白三叶植株的试验结果表明: 在 14 小时光周期生长的植物, N_2 固定没有昼夜变化。在这样的情况下, 保留在植物体中的储存碳水化合物对于维持植物在整个白天和黑夜有恒定的固 N 比率起着重要的作用。在短光周期情况下, 植物体内储存物耗竭, 光合产物供应受到限制, 黑暗时期 N_2 固定就减少。生长在两种光周期处理下, 带有根瘤的植物根段 (部), 在不进行光合作用时, 根部固 N 活动减弱, 同时, 植物体不断分枝是干扰碳水化合物供给根瘤的另一因素。这些结果, 尤其从光周期为 14 小时光照植物中得到的试验结果完全说明了植物根和枝中贮藏物对于维持黑暗阶段 N_2 固定所起的作用。从而, 光周期长短和植物体的完整性是决定白三叶光诱导 N_2 固定是否出现昼夜变化十分重要的因素。

大气中充足的 CO_2 供应增加了根瘤组织和植物的固 N 作用。 CO_2 对根瘤固 N 作用没有很大的效果, 豌豆例外, 在豌豆中, CO_2 充足供应可以增加根瘤重量, 加强特定的固 N 活动。这些结果揭示了不同的豆科作物和豆科牧草对于充足 CO_2 供应的反应有所不同, 它说明, 豆科牧草光合产物供应只影响根瘤的增生, 由此来限制固 N 作用。(或光合产物供应限

制 N_2 固定是通过影响根瘤的增生而间接发生作用的)。增加光合产物供应可使植物获得更多的根瘤组织而不影响每个根瘤的固N活动。

短光周期植物相对于固定的 N_2 所释放的 H_2 比长光周期植物释放的 H_2 要多。短光周期植物受碳水化合物的制约 (The short-photoperiod plants were carbon-stressed), 正如观察到的 N_2 固定的昼夜差异所证实的那样。在短光周期条件下, 光合产物供应受到限制, 由释放 H_2 所引起的能量损耗率要比14小时光照下植物的能量损耗大的多。因此, 建议通过降低 H_2 的生产来保存光合产物受限制下的带有专一的植物—根瘤菌的白三叶根瘤的能量是没有什么事实根据的。

刘富渊 译

紫花苜蓿、百脉根 和红三叶共生氮的固定

G.H. HEICHEL, C.P. VANCE, and
D.K. BARNES USDA-SEA-AR and University of
Minnesota, st. Paul, Minn, U.S.A.

摘 要

饲用豆科植物紫花苜蓿 (*Medicago sativa* L.)、百脉根 (*Lotus corniculatus* L.) 和红三叶 (*Trifolium pratense* L.) 在轮作中生长, 能为后作物提供廉价的氮素。主要因为缺少符合要求的方法, 所以我们进行了多年生饲用豆科植物的管理群落季节性固氮的少量测定。因此, 才有了固氮怎样随作物生长发育、产量性能和天气条件而变化的较少知识。固氮数量的测定对选择适宜的豆科植物在轮作中的利用和了解正常管理作物群落中的强制固氮是重要的。我们的目的是比较紫花苜蓿、百脉根和红三叶在连续两年田间条件下固氮类型和论述共生性能与干物质产量、叶面积和降雨量的关系。

氮素的固定是用 ^{15}N 同位素稀释法测定的, 豆科植物氮的同位素成分用质谱仪测量并与没有固氮作用对照的多年生禾本科植物作对比。

播种当年种间在第一次收获中, 从共生范围内得到植物氮的比率由27%到50%, 而第二次收获的比率从66%到80%。紫花苜蓿 ($15.9gN/m^2$) 季节性固氮比红三叶 ($11.9gN/m^2$)、百脉根 ($10.6gN/m^2$) 都高些。从种间单株产量和各次收获量中表明固氮都有显著变化。

在第二年第一次收获中从共生范围内得到氮的比率由0%到62%, 而第二次收获的比率从32%到60%。紫花苜蓿是唯一收割三次的品种, 它从共生中得到的氮为35%。紫花苜蓿的季节性固氮 ($17.1gN/m^2$) 仍比红三叶 ($9.8gN/m^2$)、百脉根 ($7.6g/m^2$) 都高些。紫花苜蓿对中夏过多降雨比百脉根和红三叶更加敏感些。

在一个季节的基础上，紫花苜蓿是产量最高的品种，单位面积固氮比最低产量的百脉根更多些。在单株的产量上，固氮与产量的关系并不密切，因为生长季节早期高产从共生得到的氮比生长季节晚期低产量得到的氮少些。

这些结果清楚地表明固氮能力随饲用豆科植物种类不同有明显地变化。固氮也随经营管理影响植物生长发育的环境因素和总氮量的不同有明显变化。

引 言

在美国中央北部，饲用豆科植物是耕作制度中的重要组成成分，它们是肉用牛和奶牛重要的饲料来源。随着氮肥的价格不断的增加，人们对多年生饲用豆科植物在轮作中成为氮的廉价来源的作用很感兴趣。少量报导了多年生豆科植物在管理群体中季节性的固氮性能是有效的。固氮如何随作物生长发育、作物产量高低和天气条件的不同而变化也少有了解。本报告主要寻求多年生豆科植物最有效的利用即在轮作制度中成为氮素的来源。该项研究工作目的是比较紫花苜蓿、百脉根和红三叶连续种植两年的固氮作用并论述固氮季节性变化与干物质产量和降雨量的相关性。

方 法

把萨拉纳克 Saranac 紫花苜蓿、卡罗尔 Carroll 百脉根 和阿林顿 Arlington 红三叶种在行距为18厘米 2×10 米的小区中，随机完整组合排列为4次重复。种植藜草 (*Phalaris arundinacea*, L) 和苇状羊茅 (*Festuca arundinacea* Schreb) 作为非固氮对照。试验小区位于明尼苏达州大学罗斯特试验站的波特拜伦 (Port Byron) 河边淤积肥沃土壤上。

在播种前10天，在每个小区中央的一平方米副区上，用含有0.42克 ^{15}N (来自 $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) 和0.6克氮 (来自 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) 的350毫升水溶液均匀地喷洒。施同位素后，在13厘米以上的土壤中即立彻底混合，而且要轻度地灌水。第二年四月中旬，用喷雾器将含有同样数量同位素的水溶液喷到宽2厘米深15厘米的沟里，这样一行行植物在副区中就被建立起来了。溶液彻底湿润了沟的两壁和底部，随后用土把沟填平以防止铵原子挥发。用 ^{15}N 同位素稀释法全年都能测定固氮量 (米奥利菲 MeAuliffe 1958、李格 Legg 和斯洛格勒 Sloger 1975)。

作物群体的固氮以单位土地面积固氮 (Nf) 或者从共生中得到植物氮的比率 (Nsy) 表示。用 Nsy (总 N 量/ m^2) 可以计算 $\text{Nf}(\text{gN}/\text{m}^2)$ ，总氮量是干物质的总产量或者是牧草产量和氮的浓度， $\text{Nsy} = 100 - 100[(\text{豆科植物过量原子 } ^{15}\text{N}\%)/(\text{对照种过量原子 } ^{15}\text{N}\%)]$ 。在播种当年，全部在标准开花时期收获两次。第二年，紫花苜蓿收获三次而其他豆科植物只收获两次，其次在当地介绍实践情况。从每次收回来的牧草中分析它的总氮量，继冷凝凯氏蒸馏法之后用质谱仪分析过量原子 ^{15}N 。采集生长邻近副区的无标签植物样本，把植株和根两者分开测定它的总氮量。这种技术计算牧草地上部分和正株植物的固氮值可得到校正。

结 果

播种当年从两次收获的牧草总产量可看出各品种间有显著差异 ($P < 0.01$)，紫花苜蓿为 $655\text{g}/\text{m}^2$ 、红三叶 $595\text{g}/\text{m}^2$ 和百脉根 $496\text{g}/\text{m}^2$ 的干物质。品种间单株收获的牧草产量也