

钾的土壤测试 与作物反应

JIA DE
TURANGCESHI
YU
ZUOWUFANYING

ISBN 7-5345-0064-8/S·8

统一书号：16196·301 定价：1.10 元

中国科学院南京土壤研究所 第三次钾素讨论会论文集
国际钾肥研究所(瑞士)

钾的土壤测试与作物反应

谢建昌 范钦桢 等 编译
郑文钦

江苏科学技术出版社

钾的土壤测试与作物反应

谢建昌 范钦桢 等 编译
郑文钦

出版发行：江苏科学技术出版社

印 刷：江 苏 新 华 印 刷 厂

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 3.75 字数 84,000
1987 年 7 月第 1 版 1987 年 7 月第 1 次印刷
印数 1—5,100 册

ISBN 7-5345-0064-8/S·8

统一书号：16196·301 定价：1.10 元

责任编辑 陆宝珠

内 容 简 介

本论文集收集、编译了“第三次土壤钾素讨论会”论文7篇。分别对低地水稻土、牧场、无灌溉条件下钾素的土壤分析和测试方法以及作物对钾肥的反应作了介绍。还介绍了预测钾的需要量，以及阳离子交换树脂袋法在土壤钾素研究中的应用。这些文章具有一定的理论水平和实践意义，可供从事有关科研、教学和肥料推广工作者参考应用。

目 录

低地水稻土的钾素土壤分析和作物对钾肥的反应.....	G.Kemmler (1)
牧场钾的土壤测试和作物反应.....	H.Beringer (8)
预测钾的需要量.....	H.R.von Uexküll R.P.Bosshart(16)
无灌溉条件下钾素的土壤测试和谷类作物的反应.....	C.Pieri R.Oliver (26)
钾的土壤测试和籽粒豆类作物对钾的反应.....	D.Fauconnier (34)
钾的土壤测试和对茶树的反应.....	G.Kemmler (43)
阳离子交换树脂袋法在土壤钾素研究中的应用.....	杜承林(48)

低地水稻土的钾素土壤分析和 作物对钾肥的反应

G. Kemmler

(Buntehof Research Station, Fed.
Rep. of Germany)

一、水稻钾素的需要量

大多数禾谷类作物，吸钾量与吸氮量相同或更高。水稻的吸钾量随产量的增加而提高，如图1-1所示。该资料引自日本和印度 (Matsuo, 1966; Roy 和 Seetharaman, 1976)。因此，在10吨籽粒/公顷的产量水平时，吸钾量大致为270公斤 K_2O /公顷。

本图与在菲律宾所获得的结果相近似。在该地区每公顷收获9.3吨稻谷及8.3吨稻草，共吸收218公斤氮和258公斤钾 (De Datta和Mikkelsen, 1985)；还与中国上海地区三熟制下，总产为10.2吨 (早稻5.4吨，晚稻4.8吨)，水稻吸钾为280公斤 K_2O /公顷相似。

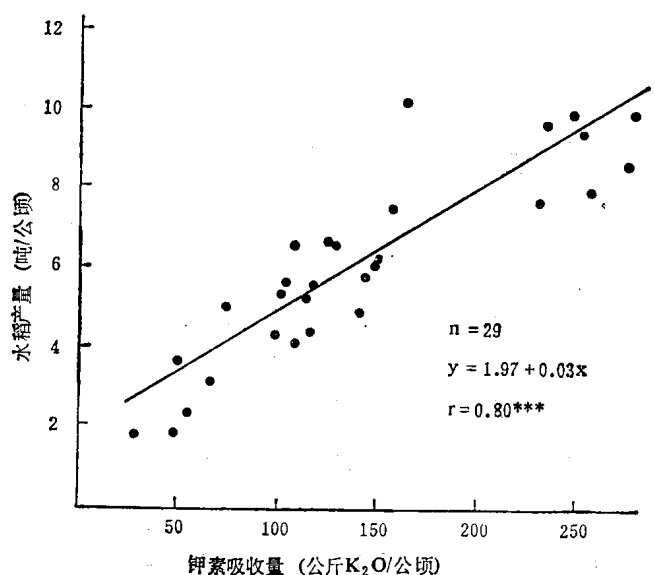


图1-1 在产量增加的情况下，水稻的钾素吸收量

为了生产预期的产量，生长期间的任何阶段中，作物根必须能获取一定数量的养分。在作物迅猛生长的时间里，每天的吸钾量可达到3~5公斤/公顷以上，从图1-2中也可推算出来。图1-2显示了菲律宾的一个正规的氮磷钾长期试验中生长季节内的作物钾素吸收，以及土壤有效钾的降低 (用电超滤法测定) (Wanasuria等, 1980)。

从分蘖末期到抽穗的关键生长阶段，即使暂时中断钾素供应也可能影响水稻产量（von Uexküll,1976）。

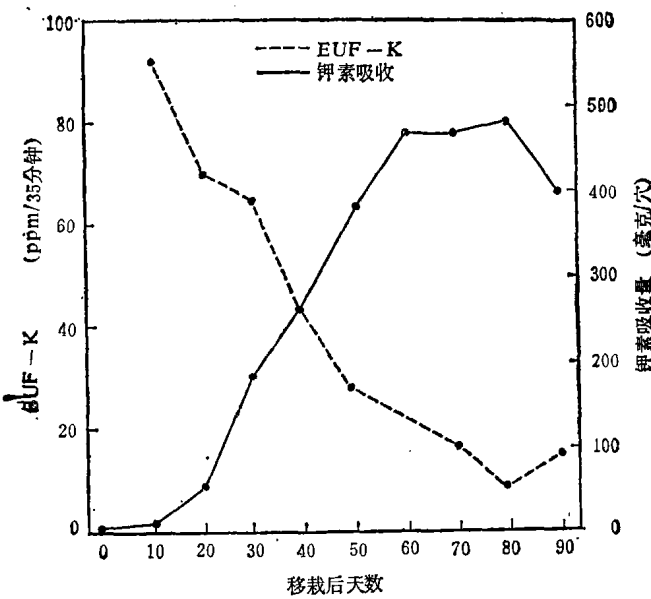


图1-2 水稻生长期间土壤速效钾(EUF)的降低和水稻的吸钾量
(根据Wanasuria等, 1980改绘)

为满足水稻的营养需要，农民制定施肥方案时，必须考虑多种因素，例如：(i) 养分的有效性及其在土壤中的动态；(ii) 预期产量水平下养分需要量；(iii) 养分的再循环；(iv) 肥料养分的利用率。

在这篇论文中，中心议题将是钾的有效性和需要量。

二、土壤分析结果的判断

首先，对上述因素中的第一个因素(养分有效性)是有疑问和分歧的。许多国家土壤分析资料随手可得，但是要判断和校正这些数据是很困难的。表1-1概括了一些通用的土壤分析

土壤钾素分级标准
(毫克K/100克土)

等 级	速效钾 (1MNH ₄ Ac提取)			缓效钾(1MHN ₃ O ₃ 提取)
	印 度	东 南 亚	中 国	中 国
极 低			<3.3	<16.6
低	< 5	<5.9	3.3~6.6	16.6~33
中 下		5.9~11.7		
中	5~12.7	11.7~17.6	6.6~10	33~66
中 上			10~13.3	
高	>12.7	17.6~23.4	13.3~16.6	66~100
极 高		>23.4	>16.6	>100

(资料来源：印度：FAI, 1986；东南亚：Kawaguchi和Kyuma,1977；中国：Lu,1981)。

结果的分级标准。根据土壤“有效钾”(速效钾)小于5~6毫克/100克土分级为“低钾”,大于13~18毫克/100克土为“高钾”。在低钾土壤中,施钾效果是明显的,而高钾土壤则无效。在教科书中我们找到一些相关性的例子。

然而,事实上有许多肥料试验结果不符合这种规律。在斯里兰卡(表1-2)联合国粮农组织肥料计划提供的资料,就是近期大量事例中的一例。在那里,钾肥用于高钾土壤(变性土)比用于低钾土壤(铁铝土)的效果更好。

表1-2 不同土壤上水稻对施钾的反应* (斯里兰卡)

土 壤	试验次数	土壤速效钾水平 (毫克当量/100克土)	稻谷产量(吨/公顷)			在K ₈₀ 下的反应	
			K ₀	K ₄₀	K ₈₀	公斤稻谷/公顷	公斤稻谷/公斤K ₂ O
铁 铝 土	9	0.19	3.46	3.75	3.92	454	5.7
冲 积 土	157	0.33	4.23	4.54	4.87	642	8.0
淋 溶 土	377	0.41	4.18	4.43	4.78	601	7.5
变 性 土	25	0.65	4.59	5.15	5.76	1169	14.6

* 在60公斤N/公顷和40公斤P₂O₅/公顷基础上进行。
〔资料来源:联合国粮农组织(斯里兰卡)肥料计划,1986〕。

但是,即使我们不考虑铁铝土和变性土(因为这两种土壤可取的试验数据较少),在冲积土和淋溶土上施钾效果也是显著的(14~15%, 7.5~8公斤稻谷/公斤K₂O)。在印度和斯里兰卡,根据他们土壤的平均钾素状况(0.33毫克当量=12.9毫克K/100克土, 0.41毫克当量=16.0毫克K/100克土)可划入“高钾”等级。

最近菲律宾报道了一个更为注目的事例(表1-3)。在两种粘粒含量相似,但粘土矿物不同的土壤上施钾,水稻的反应正如表1-3所示,在低钾的Cabantuan土壤(0.14毫克当量=5.5毫克K/100克土)上施钾没有反应,但在高钾的Laguna土壤上(0.4毫克当量=15.6毫克/100克土),施钾增产非常显著。其原因是粘土矿物不同。尽管Laguan土壤具有足够的速效钾,但是缓效钾较低,因此,施钾有助于提高土壤溶液中的钾离子(溶液钾)浓度,因而对于提高产量实际上是有效的。另一方面,Cabantuan土壤不仅速效钾低,而且其蛭石类的粘土固钾能力强,固定了肥料中的钾,因而施肥并没有增加土壤溶液中钾离子的浓度。为克服固钾作用,

表1-3 粘土矿物类型不同的两种土壤上水稻对钾肥的反应

土 壤	速 效 钾 (毫克当量/100克土)	粘 粒 含 量 (%)	钾 固 定 量 (%)	粘土矿物类型 (单矿物)
Laguna	0.40	49	5	X-射线非晶矿物
Cabantuan	0.14	50	63	蛭石

土 壤	籽 粒 产 量 (克/盆)		增 产 (克/盆)
	不 施 钾	施 钾*	
Laguna	51	80	29
Cabantuan	65	67	2

* 相当于75公斤K/公顷。
(资料来源: Bajwa, 1985)。

必须施入很高量的钾肥。然而，具有高度钾素缓冲能力的土壤，保证了在低溶液钾和低速效钾水平下钾素的连续供应，这也解释了在K₂O处理中水稻高产的原因。

通过这些试验结果，可以得出以下结论。在判断土壤分析结果和肥料试验时，如果不考虑到土壤的粘粒含量和粘土矿物组成，那么根据土壤分析所作的全球性的施肥方案，是毫无意义的。

三、粘粒含量及其组成的重要性

砂性土壤不固定钾。在蛭石、贝得石和膨胀伊利石(水化云母)为主要粘土矿物的粘质土壤中，观察到钾的固定和高的缓冲能力。蒙脱石为主的固钾作用较小。高岭石和X-射线非晶粘土矿物几乎不固钾。粘粒部分的有机质会增加土壤阳离子交换量，但没有特定的固钾位，因此不能固钾(van Diest, 1978; Bajwa, 1981; Sparks和Huang, 1985)。

因此，在相同速效钾水平下，含高岭石类粘土矿物的土壤中，土壤溶液的K⁺浓度将比较高；含有伊利石类粘土矿物的土壤中则比较低。这两类土壤正如图1-3 (Grimmer, 1979)所示，粘粒含量几乎相同。砂质土壤与粘质土壤相比，砂质土壤溶液中K⁺的浓度将比较高。

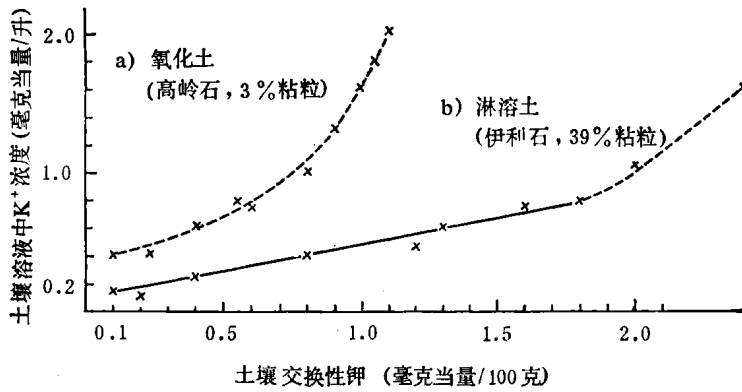


图1-3 两种不同粘土矿物类型的土壤中，当速效钾增加时土壤溶液中K⁺浓度的变化

由此可见，交换性钾的临界水平，在不固钾的土壤(砂土、有机质土、含有高岭类粘土矿物的土壤)上，其值较低；在固钾土壤(具有蛭石、贝得石或者伊利石为主的粘土矿物)上，其值较高。土壤中交换性钾浓度超过临界水平时，施钾就没有效果。

假如土壤分析是作为施肥建议的基础，那么在任何情况下，必须通过肥料试验来加以校正调节。

四、土壤分析与作物反应的研究

印度农业研究委员会(ICAR)统一的土壤测试-作物反应相关性研究计划是一项特别值得注目的计划。在其多项活动中，有一项特别令人感兴趣(Velayutham, 1984)：(i)在面积足够大的试验中建立肥力梯度；(ii)在各级肥力水平上，不断提高试验养分的施用量；(iii)在获得反应曲线的基础上，根据不同的产量指标，计算出不同土壤测试水平的最佳施肥量。

为进一步阐述ICAR计划的结果，图1-4列示了土壤情况各异的四个地区，按产量指标为

每年 6 吨稻谷/公顷所计算出的钾肥施用方案(Randhawa和Velayutham, 1982)。

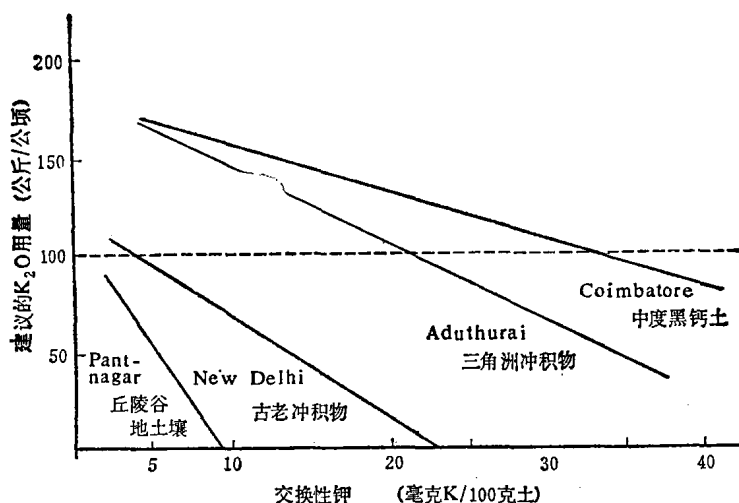


图 1-4 根据印度农业研究委员会土壤分析-作物反应相关性研究计划, 在印度四个地点按产量指标每年 6 吨谷物/公顷的施肥方案 (引自Randhawa和Velayutham, 1982)

土壤测定含量为 10 毫克 K/100 克土时 (1/NH₄OAc 法) 的建议施肥量: 在 Pantnagar (丘陵谷地土壤) 为零公斤, Coimbatore (中度黑钙土) 大约为 160 公斤 K₂O/公顷。速效钾都是 20 毫克 K/100 克土的土壤上, New delhi 的建议施肥量近似于零, 但在 Coimbatore 则需要 130 公斤 K₂O/公顷。虽然在资料中没有阐述土壤粘粒含量及组成, 但是可以推测 Coimbatore 的中度黑钙土和 Aduthurai 的三角洲冲积土属于固钾土壤, Pantnagar 的丘陵谷地土壤没有固钾能力。查阅一下图 1-4, 沿着水平虚线, 我们可发现当 Pantnagar 和 New Delhi 的土壤分析结果低于 5 毫克 K/100 克土, 以及当固钾的 Coimbatore 土壤的分析结果大约在 30 毫克 K/100 克土以上时, 建议的施肥量都约为 100 公斤 K₂O/公顷。在印度, ICAR 土壤分析与植物反应的概念仍然有所争议。土壤学家认为, 有关土壤养分动态的基本数据不足, 而且计算十分复杂。另一个评论指出了土壤养分耗竭的危险性。在 ICAR 其他的研究计划中的一项长期肥料试验, 虽然施钾量参照土壤分析而定, 但是几乎在所有情况下, 钾素平衡总是亏损。

五、钾素平衡

在 Pantnagar 有一个印度农业研究委员会的长期试验。试验地最初测定值大约是 6 毫克 K/100 克土, 施钾量是 45 公斤 K₂O/公顷, 与 1971~1982 年度所获得的平均产量 (5.90 吨谷粒/公顷) 多少相对应。但在此时期始终发现钾素平衡为负值。根据对已收获作物的分析 (每年水稻、小麦、牛舌豌豆饲料轮作) 和每年的施钾量, 发现在 100% 氮磷钾处理下每年钾净移走量达 254 公斤 K/公顷或 300 多公斤 K₂O/公顷 (Nambiar 和 Ghosh, 1984)。尽管根据土壤分析和作物反应相关性研究施用了肥料, 试验土壤前十年的损失仍超过了 3 000 公斤 K₂O/公顷。

这应该反应出土壤钾素状况降低。但是土壤分析表明, 在施钾小区用 NH₄OAc 提取的钾增加了。这一矛盾如何解释呢? 在土壤中, 耕作层的交换性钾仅仅是作物有效钾的指标之一。

作物根系能够伸到土壤的较深层，并从那里吸收钾。有些钾可能随灌溉水进入土壤。但作物吸收的大部分额外的钾，将来自原有的非交换性钾，这已在Pubjab农业大学的灌溉小麦和玉米的长期试验中得到了证实(Ganeshamurthy和Biswas, 1985)。

因此，在评定土壤钾素有效性时，中国科学家将速效钾(NH_4OAc 提取)和缓效钾或非交换性钾(HNO_3 提取)都考虑在内是合理的。

为避免可能发生的土壤养分状况的耗竭，按土壤测定所作的施肥方案必须根据作物在一定产量水平时所吸收的养分量进行调整。如果稻草参与再循环，由于它含有被作物吸收的绝大部分钾，那么土壤钾的耗竭问题不会那么严重。然而，在那些籽粒和稻草全部从田间取走的国家，由于在集约种植下钾素连续移走，如不通过无机肥料和有机肥料把所需的钾归还给土壤，那么确实有土壤肥力退化的危险。

六、结 论

水稻吸收钾素是可观的。在产量为 6 吨稻谷/公顷的水平下，吸收量达130~160公斤 K_2O /公顷 (Kemmler和Hobt, 1985)。植物从施用的肥料和土壤本身，及有机物再循环的自然供应的结合中，获得最佳的营养。在评价土壤钾素有效性时，不同的水稻生产国采用不同的土壤分析方法。在中国，速效钾的测定用 NH_4OAc 法，缓效钾用 HNO_3 提取法。

土壤分析结果的描述，必须考虑到粘粒含量和粘土矿物类型。在同一速效钾水平下，砂土与粘土矿物以蛭石或伊利石为主的粘土相比，砂土溶液中 K^+ 的浓度较高。

结合一定的产量指标，根据土壤分析和作物反应的相关研究结果，即可提出施肥建议。然而，通过这些研究结果计算出的钾肥用量，可能不足以保持土壤肥力水平。土壤钾素的恶化，靠测定速效钾是不可能发现的，但是通过测定缓效钾的变化是可以发觉的。

为了获得高产，又要避免土壤钾素耗竭，钾肥用量加上存在于有机肥或作物残茬再循环中的钾，必须能与作物吸收的钾相当。

表1-4 为高产水稻品种建议的肥料计划表(公斤/公顷)

季 节	预 期 产 量	肥 料 用 量		
		N	P_2O_5	K_2O
干 旱	4 000	60~80	30	30
	5 000	80~120	50~60	50~75
	6 000	110~140	60~75	60~90
	7 000	120~160	75~90	80~120
	8 000	130~180	90~120	100~150
湿 润	3 000	20~40	0~30	0~30
	4 000	30~50	30~40	30~40
	5 000	50~75	50~60	50~75
	6 000	75~90	60~75	75~100

(资料来源: von Uexku ll, 1976)。

十年前, von Uexku ll(1976)为高产水稻品种建议的肥料计划表(表1-4), 和联合国粮农

表1-5

斯里兰卡水稻施肥方案 (公斤/公顷)

土壤类型	预期产量	肥料比例		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
铁铝土	4 000	70	60	60
始成土	5 000~			
强风化粘磐土	6 000	100	70	70
强淋溶土	5 000~6 000	100~120	80	60
岩成土	6 000	120	80	80
变性土	7 000	120~130	80	80
淋溶土	6 000~			
冲积土	7 000	120~150	80	80

(资料来源: 联合国粮农组织肥料处, 斯里兰卡, 1986)。

组织肥料计划署, 1986年推荐给斯里兰卡的水稻施肥方案非常相似。

将表1-4和表1-5的施钾方案, 与图1-1的钾素吸收数据综合绘于图1-5。它显示出了, 建议施肥量或有机物再循环, 以及来自土壤和灌溉水的钾, 是如何满足了增产时钾的需要量的。这一图表非常概括, 并不能反映个别试验中得出的吸收数据。但它表明了, 在 7 或 8 吨稻谷/公顷的产量水平下建议的施钾量 (不管显得有多高), 仍将不足以防止土壤钾素的耗竭, 除非施入大量的有机态的钾。定期的土壤分析, 监测土壤速效钾和缓效钾状况, 有助于判定施钾量是否适当。

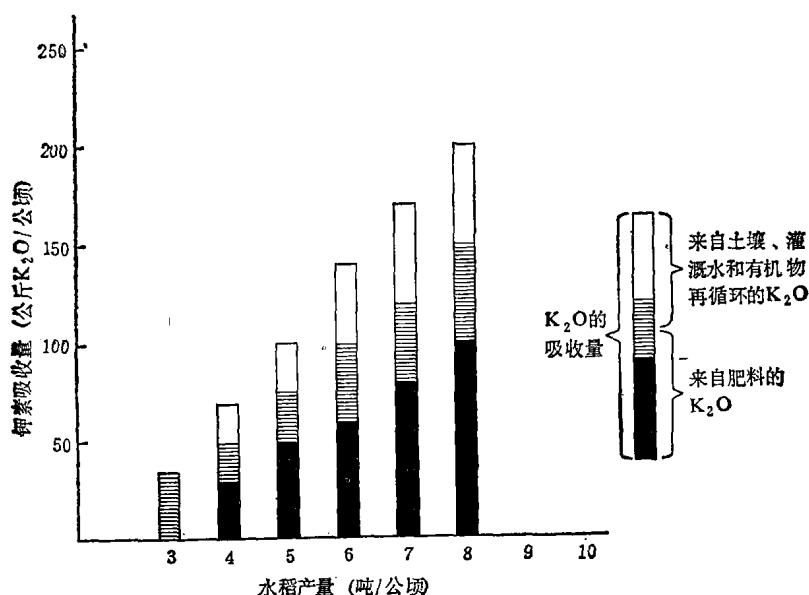


图1-5 通过肥料、有机物再循环和自然供应来满足水稻的钾素需求

(杜承林 译)

牧场钾的土壤测试和作物反应

H. Beringer

(Büntehof Agricultural Research Station of
Kali und Salz AG, Fed. Rep. of Germany)

一、引言

科学家和农民们十分注重主要粮食作物，从而使许多国家都有幸地达到稻米、小麦、玉米等自给自足。然而农民需要生产多样化。那么，如果人们反映出对肉乳产品有日益增长的需求量，如果有足够的适于耕作的土地，还有什么比畜牧业更有吸引力呢？

在中华人民共和国，共有3.3亿公顷所谓的牧区，其中只有5000万公顷可说是具有前途的牧场(V. Sydow, 私人通讯)。发展这一潜力是中国1985年通过的牧场法的目标。牧场法案旨在通过农民长期的合理管理，达到保护牧场以及牧场的农业利用。

这些有潜力的草原由于在过去自然的(侵蚀)或人为的因素(把作物养分转移到耕地中去)，肥力已大有减退。因此，恢复或改善土壤的生产力是牧场管理的前提。

二、土壤测试与作物反应中牧场的特征

牲畜可以用单纯种植的草料饲养或在牧场上放养。牧场即生长有禾本科和豆科牧草的草场。饲料作物通常包括在耕地的轮作中，轮作所需的肥料量取决于轮作中最需要，最有收益的作物。鉴于大多饲料作物是豆科作物，能从大气中获得它们所需的氮，人们常常错误地期望饲料作物靠前茬作物残留下来的肥料就能生长。因此，有关饲料作物的“土壤测试与作物反应”课题将把饲料作物作为轮作中重要作物来探讨。

(一)牧场的农业特征 牧场的情况在许多方面差异很大。牧场上有多年生的单子叶和双子叶植物。根系分布，特别是在地表10厘米的土壤中，相当密集而且持久。从而，养分向根表面迁移(质流，扩散)的距离较短，因为，也可以说，根是长在养分源里的。草皮下面的表土可以认为是根际土壤，那里养分耗竭的程度可以是很大的(Beringer, 1985)。但不同牧草吸收养分的能力不同，因此，要确定土壤养分状态必须按照最需要养分的品种(一般是豆科作物)来衡量。

牧场的另一个特征是，牧场不仅要高产和低投资，而且禾本科和豆科牧草必须能忍耐不利的土壤条件和恶劣的气候条件(盐，土壤酸性，雨季和旱季)。牧草必须在放牧和收割之后，有强大的再生能力。

(二)牧草的质量要求 除了产量之外，草场的质量也是确定所需土壤肥力水平的非常重

要的因素。牧草的适口性和消化性应该是强的，而且碳水化合物(能量)和蛋白质之间的比例应该是平衡的。所有这些参数很大程度上取决于生长阶段。嫩叶富有蛋白质，易消化，而老叶含有较多的粗纤维和鞣酸，可口易消化物质较少。表 2-1 阐述了在禾本科与豆科混种和放牧牲口的偏食性方面，草场管理的重要性。现选择哥伦比亚排水性能良好的热带稀树草原为例来阐明，不了解当地植被结构，生长阶段和草场管理以及牲畜的需求和生产力，原则上是无法探讨草场“土壤测试与作物反应”的。

表2-1 在先前不同放牧频率和载畜量的条件下,豆科牧草山马蝗与禾本科须芒草,臂形草和大黍混杂的牧场中豆科牧草比例的变化

前 几 年		现 在			
放牧频率	载 畜 量	在牧场的天数		在牧场的天数	
		1	5	1	5
周	公斤干物质/(100公斤体重·天)	豆科牧草可获取量		进食的豆科牧草量	
4	8	38	51	0.5	27.1
	4	29	39		
	8	9	13		
8	8	4	6	0.0	34.4
	4				

如果在豆科山马蝗(*Desmodium ovalifolium*)与禾本科的须芒草(*Andropogon gayanus*)、臂形草(*Brachiaria decumbens*)和大黍(*Panicum maximum*)混种的牧场上,每隔四周,而不是象以往那样八周放牧一次,豆科植物比例可达29~38%。而不是原先的4~9%。其原因也许是,如果能长得很高的禾本科牧草,因经常放牧而保持很矮小,豆科牧草的争光力就改善了。在5天的放牧期间,牲口明显地偏食禾本科牧草。从牲畜胃内草料比例中可以看出这一点来,豆科牧草略小于0.5%。由于偏食禾本科牧草,在放牧期间草场内豆科牧草比例增加了,从而胃内的比例也相应增加了。

关于草场的矿物质含量,体重500公斤的奶牛,日产乳量20公斤需要的矿物质质量,见表2-2。象联邦德国那样的国家有几十年的施肥历史,牧草能满足放牧牛群的钾磷需求。牧草最佳生长状态时,其干物质中含氮量达30~40克/公斤,粗蛋白质含量18~25%,此时牧草磷、钾的需求量分别是4~5克P/公斤干物质和30克K/公斤干物质(Arnold,1978; Prins等,1985)。

表2-2 放牧期间奶牛对矿物质的需求量和供应量

	需 求 量*		供 应 量*		牧草干物质中的含量**	
	(克/天)		(克/天)		(%)	
			范围			范围
P	52	69	39~115		0.49	0.28~0.82
Ca	85	65	28~174		0.47	0.20~1.24
Mg	22	22	7~108		0.16	0.05~0.77
K	90	449	204~952		3.21	1.46~6.80
Na	30	10	1.5~44.4		0.07	0.01~0.32

* 假设每头牛产奶20公斤/天,进食14公斤干饲料/天。

** 联邦德国213个牧草样品的普查。

(引自Werner,1959)。

然而在这样的草场条件下和这样的牛奶生产率时，牧草中钙、镁特别是钠的浓度往往低于最佳浓度。牧群中有时出现低镁血，繁殖率低，其原因据分析是 $K/(Mg + Ca)$ 比 >2.2 以及 K/Na 比 >40 (Mayland和Grunes, 1975; Günther, 1978)。近年来有不少证据表明，牧草中离子比例失调必须改善，但必须是通过补充所缺养分(Mg, Na)，而不能采取降低施钾水平的方法，这会影响牧草生长和产量的。荷兰的科学家们在他们具体的牧草饲养试验中发现了最大干物质产量所需要的N/K比率，并绘制出牧草中不同N、K浓度配比时低镁血-安全镁浓度的计算图表(图2-1)。图表表明，牧草生长最快时，其含氮、钾量分别需要2.8%和 2.8~3.0%；这时的牧草含镁量至少是0.15%。如含氮量高了，例如4.4%，(嫩草，高施氮量)，能获最高产量的含钾量应是3.6%，那么牧草的含镁量应是0.27%，才能预防产奶牛群发生低镁血病。

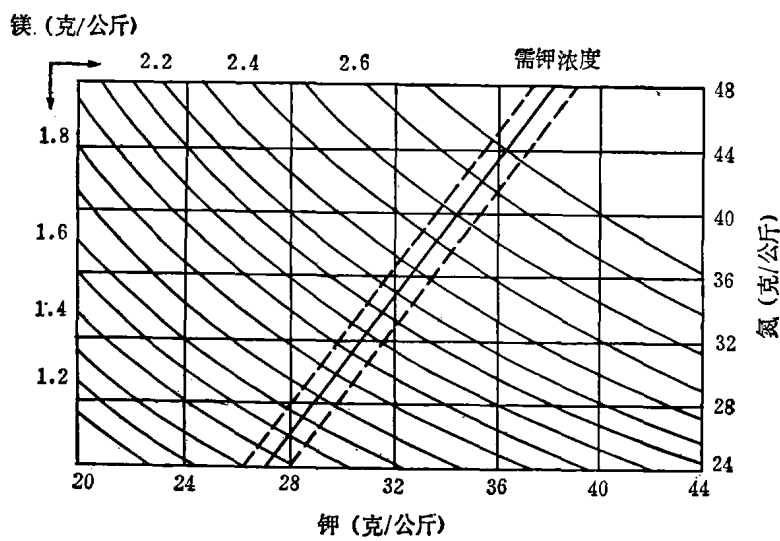


图 2 - 1 牧草中不同氮钾浓度配比时，低镁血 - 安全镁浓度的计算图表。
最佳 N/K 比例区显示了最高干物质产量所需的最低钾浓度
(根据 Arnold, 1978 改绘)

低镁血的病因与镁再吸收量低有密切联系，这与在春季放牧和冬季室内圈养的情况略有不同(表2-3)。新鲜牧草富含蛋白质和钾，但钠、镁含量较低。特别值得注意的是镁的再吸收量降低了，只达春季日粮含镁量的10%。Kubel (1982)近来的研究成果表明，只要在日粮中掺入钠，绵羊的镁再吸收量可从0.77克镁/天增加到0.95克镁/天。在保持唾液pH值方面钠的作用很重要。在缺钠的情况下，牲畜唾液中保持有较多的 K^+ ，从而引起胃中 K^+ 浓度过高，妨碍了胃壁对镁的再吸收。因此，在牲畜的日粮中添上足够的 Na^+ (少量盐)以及在牧草矿物质

表2-3 冬季日粮和春季嫩草的成分(%干物质)
(Martens, 1981)

	冬 季	春 季		冬 季	春 季
蛋白质	13~18	20~30	Na	0.2~0.4	0.05~0.2
纤维	18~25	<20	Mg	0.2~0.4	0.1~0.2
K	1~2	2~4	消化性镁%	25	10