

[19]中华人民共和国专利局



[12] 发明专利申请公开说明书

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

A01N 37/44

A01N 33/12 A01G 7/00

C05C 11/00

[21] 申请号 95197919.1

[43]公开日 1998年8月26日

[11] 公开号 CN 1191468A

[22]申请日 95.9.7

[30]优先权

[32]95.6.9 [33]FI[31]952864

[86]国际申请 PCT/FI95/00482 95.9.7

[87]国际公布 WO96/41531 英 96.12.27

[85]进入国家阶段日期 98.1.9

[71]申请人 卡尔特有限公司

地址 芬兰赫尔辛基

[72]发明人 E·派尤 E·维尔塔南 K·朱逊拉

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标  
事务所  
代理人 孙 爱

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 提高作物产量的方法

[57]摘要

本发明涉及用于提高烟草作物产量所外施甜菜碱的用途。根据本发明，甜菜碱尤施用于恶劣的条件下。本发明也涉及经甜菜碱外施处理的烟草作物，烟草作物的叶及其它部分，以及由叶及其它部分所得产物。

## 权利要求书

---

1. 为提高烟草作物产量所外施甜菜碱的用途。
2. 根据权利要求1的用途,其特征在於,甜菜碱于恶劣条件下施用,以提高产量。
3. 根据权利要求2的用途,其特征在於,恶劣条件包括高或低温,干旱,异常潮湿或高盐度。
4. 根据权利要求1至3任一项的用途,其特征在於,所述作物生长于水缺乏条件下。
5. 根据权利要求1至4任一项的用途,其特征在於,甜菜碱施用量为约0.2~40kg/ha。
6. 根据权利要求5的用途,其特征在於,甜菜碱施用量为约3~9kg/ha。
7. 提高烟草作物产量的方法,其特征在於,甜菜碱外施于生长中的烟草作物。
8. 根据权利要求7的方法,其特征在於,甜菜碱施用于生长在恶劣条件下的烟草作物。
9. 根据权利要求7或8的方法,其特征在於,恶劣条件包括高或低温,干旱或异常潮湿。
10. 根据权利要求7至9任一项的方法,其特征在於,所述作物生长于水缺乏条件下。
11. 根据权利要求7至10任一项的方法,其特征在於,甜菜碱在生长季节施用一次或数次。
12. 根据权利要求7至11任一项的方法,其特征在於,甜菜碱与某种肥料或表面活性剂一道施用。
13. 根据权利要求7至12任一项的方法,其特征在於,甜菜碱在生长初期以单次处理方式施用。
14. 根据权利要求7至13任一项的方法,其特征在於,甜菜碱施用量为约0.2~40kg/ha,优选施用量为约3~9kg/ha。

15. 根据权利要求 7 至 14 任一项的方法所制得的烟草作物及其产物。
16. 经甜菜碱外施处理的烟草作物及其产物。

# 说明书

---

## 提高作物产量的方法

### 技术领域

本发明涉及用于提高作物产量的甜菜碱的用途。本发明具体涉及用以提高烟草作物 (*Nicotiana spp.*) 产量的甜菜碱的用途。根据本发明, 尤其可在恶劣条件下提高产量, 干扰生长的恶劣条件包括诸如干旱, 高盐度, 低温, 潮湿或存在环境毒物。本发明也涉及经甜菜碱处理的烟草作物, 烟叶及烟草作物其它部分, 以及由前述制备的产物。

### 背景

生长的环境和条件显著影响作物的产量。优化的生长环境和条件通常伴随优质高产。在不良生长条件下, 质量和产量随之恶化。

作物的生理性质优选地由培育方法控制, 既可为传统的培育方法, 也可作为诸如基因重组的方法。

迄今, 已开发有几种不同的有关培育技术的解决方法, 用以改善生长条件并提高作物产量。对本领域的技术人员, 在适宜的生长地点选育相应的作物是不言而喻的。在生长期, 可通过机械方法保护作物, 如各种薄纱或塑料, 或是在温室中培育作物。为提高产量, 通常使用灌溉和肥料。表面活性剂也常与农药, 保护剂和矿物质同时施用。表面活性剂提高了物质向植物细胞的渗透, 因此提高并增加了上述试剂的效果, 同时也降低了其对环境的有害作用。可是, 培育技术中各种不同的方法常常是费力和不切实际的, 其效果也有限 (温室大小有限的, 薄纱提供的保护有限, 等等), 更由于这些方法在实施时的规模庞大, 相应的成本也昂贵得多。目前, 尚未见有经济可行的化学解决方法, 用以保护作物免受恶劣环境条件的影响。

不同作物对干燥的敏感性不同, 但对于作物的产率而言, 水的供应比其它任何环境因素更重要。通常使用灌溉足以保证水的供应。可是, 灌溉与

健康和环境问题密切相关，例如水资源的极度下降，水质的恶化和农用土地的恶化。据实地计算，世界上约一半的人为灌溉土地受涝害和盐化的侵害。这一的问题的严重性及其涉及的范围具体体现在，世界上有 255,000,000 公顷灌溉土地，它们占全世界水消耗的 70 %。仅在美国，主要在 18 个西部州地区和该国的东南部就有超过 20,000,000 公顷的灌溉地。这些地区仅用于灌溉的水耗量就占全部水消耗的 83 %。另应注意的是，灌溉水的用量逐年增加，尤其在工业国家。除此而外，灌溉的另一缺点是成本高。

作物在干燥条件下的产出能力，也即作物对干旱的敏感度，取决于作物的种类。如对烟草类作物，其嫩叶对干旱十分敏感，故在水供应有限及蒸发高的地区或季节，就不能经济有效地生产烟草。

另一个严重的恶劣因素是土壤的盐度。能用不同的方法定义土壤的盐度；根据通常的定义，如土壤中可溶盐分的含量达到足以干扰所培育作物中几种作物种类的生长和产量时，则曰土壤已盐化。最常见的盐是氯化钠，但与盐水的来源和盐的溶解性有关，其它盐也以不同的组合方式存在。

对于生长在含盐地的作物，从有负渗透压的土壤获得足够的水是困难的。高浓度的钠和氯离子对作物是有害的。另一问题是矿物的缺乏，这出现在钠离子与所需钾离子竞争的场合，然而，对于细胞生长，需要渗透调节和 pH 稳定。尤其当钙离子浓度低时会出现此问题。

作物的产出能力及其对土壤盐度的敏感性也与作物种类有关。盐生植物需相对高的氯化钠含量以保证最优生长，而甜土植物对盐的耐受性低，甚或在盐浓度已较低时其生长也受显著抑制。对同一培育作物种类，不同的培育品种之间甚至也有大的差异。同一作物种类或同种培育品种对盐的耐受性也随诸如生长阶段有变化。在低的或中等盐度时，甜土植物的较慢生长并不以特殊征候的形式（如萎黄病）显现，但表现出作物生长迟缓，叶的颜色较正常为黑。而且，叶的总面积下降，二氧化碳同化作用降低，且蛋白质合成受到抑制。

一定的程度上，作物能适应恶劣的条件。这种能力与作物种类密切相关。由于前述恶劣条件，某些作物开始产生一种称脱落酸（ABA）的生长激素，借以封闭作物的气孔，因而减小恶劣条件的伤害。可是，ABA 对作

物的产出能力也有不利副作用。ABA 引起例如叶，花和不成熟果实坠落并抑制新叶子的形成，这自然导致产量的下降。

业已发现，恶劣的条件尤其是水的缺乏会导致某些酶活性的严重下降，如硝酸盐还原酶和苯丙氨酸解氨酶。另一方面， $\alpha$ -淀粉酶和核糖核酸酶活性增加。至今未见有基于这些发现保护作物的化学解决方法。

另外也发现，在恶劣的条件下，某些含氮化合物和氨基酸（如脯氨酸和甜菜碱）在某些植物的生长区域积存。先有技术的文献讨论了这些累积物的功能和意义。一方面认为，这些产物是恶劣条件的副产物，因此对细胞有害；另一方面推测，它们可保护细胞（Wyn Jones R. G. 和 Storey R 著。植物抗旱生理学及生物化学 [The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants], Paleg L. G. 和 Aspinall D 编辑，学术出版社 [Academic Press], Sydney, Australia, 1981）。

Zhao 等(植物生理学杂志 [J. Plant Physiol], 1992 年, 卷 140, 页 541 ~ 543) 描述了甜菜碱对苜蓿细胞膜的影响。用 0.2M 的甘氨酸甜菜碱喷洒苜蓿种苗，之后从基底中连根拔除种苗，洗去土壤并暴露于温度  $-10^{\circ}\text{C} \sim -2^{\circ}\text{C}$  下 1 小时。然后解冻种苗并在潮湿沙地上种植一星期，其间，存活作物的再生长明显。甘氨酸甜菜碱明显地改善苜蓿的寒冷稳定性。在  $-6^{\circ}\text{C}$  的冷处理效果尤其明显。所有在  $-6^{\circ}\text{C}$  冷处理一小时的对照样均死亡，而用甘氨酸甜菜碱处理的种苗却有 67% 存活。

Itai 和 Paleg (植物科学通讯 [Plant Science Letters], 1982 年, 卷 25, 页 329 ~ 335) 描述了脯氨酸和甜菜碱对水缺乏的大麦和黄瓜恢复的效果。作物生长在经冲洗的沙地中，为了造成水缺乏，连续四天在营养液中加聚乙二醇 (PEG, 4000mol 重量)，之后让作物在收割之前恢复四天。在水缺乏的第一天或第三天，或是紧接收割之前，向作物的叶子喷洒脯氨酸和/或甜菜碱 (25mM, pH6.2)。据对大麦的观察，在缺乏之前或之后提供甜菜碱未见效果，而在缺乏结束时所加的甜菜碱却有效；脯氨酸无效。对黄瓜，未见明显的促进效果；相反，发现甜菜碱和脯氨酸均有不利作用。

可见，旨在区分甜菜碱和脯氨酸对作物效果的实验产生了相反的结果，故此，相应的结果没有商用价值。

## 发明简述

本发明的目的是寻求一种部分代替人为灌溉的方法，与此同时，保证产品的质量和产量。本发明的另一目的是，寻求在其它恶劣条件（如常与干燥相关的高盐，低温等）下也可保护作物的方法。而且，进一步的目标是，找到在正常条件下不使用会消耗环境资源或危害环境的方法但可增加产量的方法。

与本发明相关的一个令人惊讶发现是，可通过外施甜菜碱大幅提高烟草作物的产量。已发现，甜菜碱在恶劣的条件下对提高产量有效，并且，没有如 ABA 副作用那样的有害效果。

故此，本发明涉及可提高烟草作物产量的外施甜菜碱的用途。根据本发明，外施甜菜碱在正常和恶劣的条件下均可提高烟草作物的产量。

本发明进而涉及经甜菜碱外施处理的烟草作物的烟叶，及所述烟叶在烟草工业产品中的用途。

本发明还涉及提高烟草作物产量的方法，在该法中，甜菜碱外施于生长中的烟草作物。

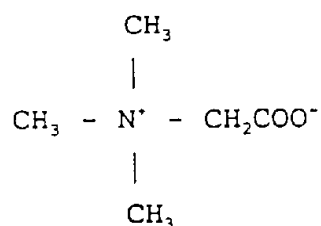
甜菜碱经一个或几个连续的处理步骤施用于作物上。施用能通过例如喷洒完成，并且在必要时，与诸如肥料等一起喷施。根据本发明施用的甜菜碱输运至植物细胞，并于细胞处积极地调节细胞的渗透平衡，也参与其它的细胞代谢过程。用甜菜碱处理的细胞即或当遭受外部的恶劣因素时也更有活力。

根据本发明，经甜菜碱处理在经济上是有利的，并且增加的产量也具有经济效益。由于处理与其它喷施一起完成，它不会明显增加工作量，并且不需要在机械，设备或空间方面进行新的投资。另外值得注意的是，甜菜碱为无毒的天然产品，对产品的质量无不利影响。甜菜碱也是存留在植物细胞中的稳定物质，因此有长期的效果。

## 发明详述

甜菜碱指完全 N-甲基化的氨基酸。甜菜碱是在植物和动物的代谢中有重要功能的天然产物。最普通的甜菜碱之一是甘氨酸衍生物，其中的三个甲基与甘氨酸分子的氮原子连接。这种甜菜碱化合物通常叫甜菜碱，甘氨酸

甜菜碱或三甲基甘氨酸，其结构式如下所示：



举例而言，其它甜菜碱包括丙氨酸甜菜碱和脯氨酸甜菜碱，有报道，该两碱可预防诸如鸡的脱键病。在 Wyn Jones R. G. 和 Storey R 所著《植物抗旱生理学及生物化学 [The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants]》（ Paleg L. G. 和 Aspinall D 编辑，学术出版社 [Academic Press]， Sydney, Australia, 1981 ）一书中有甜菜碱的详细介绍，该出版物此处也一并引入作为参照。

甜菜碱有一个两极结构且含几个可在酶催化反应中供出的具化学活性的甲基。大多数有机体能合成少量甜菜碱，用于例如甲基功能，但这并不能显著增加甜菜碱的生成量和贮存量，以抗御恶劣的外界条件。甜菜碱积存的最为习知的有机体包括 *Chenopodiaceae* 族作物（例如糖甜菜），某些微生物以及海洋无脊椎动物。在这些有机体中，甜菜碱积存的主要原因可能是甜菜碱起渗透质的作用，因而保护细胞免受渗透压力的影响。当条件需要时，例如在高盐或干燥时，这些作物和微生物中的甜菜碱主要功能之一是增加细胞的渗透能力，防止水分损失。与许多盐不同，甜菜碱与酶高度相容，因此细胞和细胞的细胞器中的甜菜碱的含量可以高，但不对代谢有任何有害作用。另外也发现，甜菜碱对大分子的运动有稳定作用；它改善酶和细胞膜的热阻以及对离子的耐受性。烟草作物细胞中一般并不贮存



甜菜碱。

甜菜碱能从例如糖甜菜中用色谱法提取。甜菜碱可为 Cultor Oy , Finnsugar Bioproducts 的市售产品, 后者系结晶脱水甜菜碱。其它甜菜碱产物包括诸如甜菜碱一水化物, 甜菜碱盐酸盐和粗甜菜碱液, 均可得自市售并用于本发明的目的。

根据本发明, 外施甜菜碱以提高烟草作物的产量。根据本发明, 尤其在恶劣的条件下, 外施甜菜碱以提高烟草作物的产量, 即作物遭受周期性或连续的外部压力之时。这样的外部压力因素包括例如干燥, 高温, 高盐, 除草剂, 环境毒物, 等等。例如, 外施甜菜碱处理遭受恶劣条件的作物, 可提高作物对条件的适应性并使其生长潜势持续更长, 因而提高作物的产出能力。甜菜碱是存留在作物细胞中的稳定物质。故此, 甜菜碱的有益作用是长效的且只因植物生长所致稀释而逐渐减少。

虽然本说明和权利要求使用术语“甜菜碱”, 但显而易见, 可根据本发明采用几个不同的甜菜碱。还应注意的是, 此处所言甜菜碱为通用名词, 包括各种公知的甜菜碱。

甜菜碱以一次或几个连续的处理步施用于烟草作物, 单剂施用为优选。用量根据烟草培育品种以及生长阶段确定。举例而言, 有效用量为每公顷约 0.2 ~ 40kg 甜菜碱, 相应地, 优选用量约每公顷 3 ~ 9kg 甜菜碱。此处给出的量是建议性的; 因此, 本发明的范围包括此处所述工作方式下有效的所有用量。

甜菜碱的施用可采用任何适合本发明目的的方法。甜菜碱可与其它植物保护剂, 杀虫剂或养分, 如杀真菌剂和尿素或微量养分, 分别或一道施用。甜菜碱易于通过喷雾施用。向叶喷施甜菜碱及其它可能的试剂为优选方法, 这较根部施用方法的响应更为迅速。然而, 也存在与该法有关的不同问题, 如外皮较厚的叶的穿透浓度低, 憎水表面的干涸, 雨水的冲刷, 溶液的快速干燥, 以及叶的损害。为克服这类问题, 有必要考虑采用其它方法施用甜菜碱。

根据本发明, 优选使用甜菜碱的水溶液。

根据本发明, 处理的时间可改变。如果以单个处理步施用甜菜碱, 处理通常在生长早期完成, 例如叶片初绽之时。如以几个连续的处理步施用,

最后一次喷雾优选在开花早期或在气象预报有恶劣气候时进行。

根据本发明施用甜菜碱处理后，大大地提高了作物的产出，例如作物的数量和质量。根据本发明的处理经济合理，并且产出的增加具有经济效益。本发明表明，合理施用甜菜碱后烟草的产量增加30%以上，举例而言，约合2~7kg/ha。还值得注意的是，产量大幅提高后，质量并无劣化。相反，此处有证据表明，产量增加源于叶的湿重及表面积增大，也源于叶的成熟早并且均匀。

根据本发明，既可在正常条件下也可在恶劣条件下提高烟草作物的产量，恶劣条件除包括干旱外，还包括诸如与干旱有关的高盐度，高温，等等。另应注意的是，本发明也可使烟草作物生长在先前认为是不适于栽培的土壤上，因此，使得贫瘠的土地也可用于传统作物（如土豆，谷物，豆类等）的栽培。

本发明将在下面的实施例中进一步详加描述。实施例仅供例示本发明，它们在任何情况下不应该被认为限制本发明的范围。

#### 实施例1

在春季和夏季进行了两次试验，以考察不同浓度的甜菜碱对烟草的影响。

春季试验在芬兰的Helsinki大学的温室中进行，地处北纬60°13，东经24°57使用完全随机设计。试验中使用48个盆，每盆栽一株作物。在夏季，进行了重复试验，采用与第一次试验相同的原料作物及方法。仅有的不同是，第二次试验诱导水缺乏的时间较第一次试验提前3周。生长5周后的烟草（*Nicotiana tabacum*, cv. Samsung）种苗移植于黑色、底部开孔的塑料盆（475mL，直径11cm）内，后者含蛭石和泥土，体积比为1:1。各盆以适度的水浇，直至植株长到12周，48cm高，且平均叶数为17。随后，令植株遭受水缺乏，相应pF值为2.9，这也是温室所处的地理条件，相当于土壤中的水分占土壤重量的36%；诱导水缺乏时每24小时施水17mL。再后，除去端部细芽进行间苗，以激发叶的膨大。目视叶下垂症状表示已达pF2.9，这也作为保持相应状态的一个指标。

肥料配剂NPK6:4:6（Kemira Oy, Vaasa, Finland）在移植两周后施用，每两周施一次，用量50kg/ha，直至完全覆盖。虫卵由Bladafum II

( Bayer ) 控制, 后者含 11.6% 氯化钠作为活性组分。以 4 个钠灯 ( 400W, AIRAM, Oy Airam Ab, Finland ) 进行光照 17 小时, 这相当于平均最大日光温度 28 °C, 光合活性辐射 ( PAR )  $434 \mu\text{molm}^2/\text{s}$ 。夜间平均温度为 12 °C, 相对湿度波动于 42% ~ 45% 间。

诱导水缺乏一天后, 以甜菜碱 ( Finnsugar Bioproducts, 芬兰 ) 处理植株。所用甜菜碱浓度有二: 甜菜碱水溶液 ( L ) 0.1M 以及甜菜碱水溶液 ( H ) 0.3M。水溶液 ( C ) 供对照。采用人工操作的喷雾器, 向每一植株施用 20mL 溶液, 叶的上面及下面均完全润湿。

每一植株的叶的总数在收割时记录, 叶子分为绿色 ( 绿叶占总数的 80% 以上 ) 和黄色。每一植株的总叶面积 (  $\text{dm}^2$  ) 也于收割时以手提式 LI-COR 面积仪 ( Model LI-COR 3000, LI-COR Inc., Lincoln, NE, USA ) 测定, 而且, 测得面积为绿叶和黄叶的总面积。

经甜菜碱处理后第 16 天, 测定叶的湿重及干重, 其时, 叶自茎上取下并记录其湿重 ( kg/株 )。叶遂于 50 °C 下干燥 20 小时, 又于干燥器内冷却, 因计得其干重 ( kg/株 ) 及干基含量。

在施用甜菜碱之后第 24 小时, 4, 10 和 16 天, 以下面方式测定作物的甜菜碱含量。取 5 片最顶端的叶片, 在流动的冷水中冲洗, 溶解并除去粘附的甜菜碱晶体。随后干燥叶片并于液氮中捣碎, 再放入低温管中并将低温管贮藏于盛有液氮 ( -196 °C ) 真空容器, 待以 PHLC 法测定甜菜碱含量 [Rajakyla 和 Paloposki, 色谱杂志 [J. Chromatography], 1983 年, 卷 282, 页 595 ~ 602]。

结果以 MSTAT-C 程序进行统计学方差分析。

因施用甜菜碱, 烟草植株的湿重在两试验中也均有增加。试验 I 中, 以 0.1M 甜菜碱水溶液 ( L ) 处理后湿重增加 10%; 而在试验 II 中, 经同样的处理, 湿重却较对照样 ( C ) 增加 30%。以 0.3M 甜菜碱水溶液 ( H ) 处理后, 试验 I 和试验 II 中湿重分别较对照样增加 13% 和 20%。。结果示于表 1。

表1 甜菜碱对水缺乏烟草叶湿重的影响

试验	处理*	平均湿重 (g/株)	% 对照样
I	C	68.3	100
	L	75.4	110
	H	76.9	113
II	C	38.9	100
	L	50.3	130
	H	46.6	120

表注: \* C=对照, L=0.1M 甜菜碱, H=0.3M 甜菜碱;  $\alpha$ -水平 0.05 下 LSD=3.70。

两试验中叶的湿重产生显著差异的原因在于, 试验的时间控制不同。试验 I 终止于移植后的第 10 周, 植株的总寿命为 15 周; 为使水缺乏与快速生长阶段相匹配, 相应地, 试验 II 的终止时间提前了 5 周。后一情形下, 甜菜碱的处理效果最佳。

因施用甜菜碱, 烟草叶的干重在两试验中也均有增加。试验 I 中, 以 0.1M 甜菜碱水溶液 (L) 处理后干重增加 8%; 而在试验 II 中, 经同样的处理, 干重却较对照样增加 32%。以 0.3M 甜菜碱水溶液 (H) 处理后, 试验 I 和试验 II 中干重分别较对照样增加 16% 和 25%。两试验产生差异的原因同样在于试验的时间控制不同。结果示于表 2。

表 2 甜菜碱对水缺乏烟草叶干重的影响

试验	处理*	平均干重 (g/株)	% 对照样
I	C	11.3	100
	L	12.2	108
	H	13.1	116
II	C	6.8	100
	L	9.0	132
	H	8.5	125

表注: \* C=对照, L=0.1M 甜菜碱, H=0.3M 甜菜碱;  $\alpha$ -水平 0.05 下 LSD=0.59。

试验 I 中, 经 L 和 H 处理后, 叶的总面积较对照样增加 14% 和 12%; 而在试验 II 中, 经同样的处理, 却较对照样增加 35% 和 26%。结果示于表 3。

表 3 甜菜碱对水缺乏烟草叶的总面积的影响

试验	处理*	平均叶面积 (dm <sup>2</sup> )	% 对照样
I	C	34.4	100
	L	39.1	114
	H	38.6	112
II	C	6.9	100
	L	9.3	135
	H	8.7	126

表注: \* C=对照, L=0.1M 甜菜碱, H=0.3M 甜菜碱;  $\alpha$ -水平 0.05 下 LSD=0.76。

因施用甜菜碱, 收割时, 水缺乏烟草植株的绿叶数目降低。试验 I 中,

经 L 和 H 处理后，收割时的绿叶数目分别降低 3% 和 5%；试验 II 中，经 L 处理后，收割时的绿叶数目降低 5%，而 H 处理后绿叶数目降低 20%。结果示于表 4。

表 4 甜菜碱对水缺乏烟草绿叶数目的影响

试验	处理*	平均绿叶数目 (个/株)	% 对对照
I	C	38.25	100
	L	37.25	97
	H	35.75	95
II	C	20.50	100
	L	20.00	95
	H	16.25	80

表注：\* C=对照，L=0.1M 甜菜碱，H=0.3M 甜菜碱； $\alpha$ -水平 0.05 下 LSD=1.37。

较高的甜菜碱含量有利于提高烟草的成熟程度。因快速且均匀的成熟可减少收割次数，故而可降低总成本。

在所有试验中，所用甜菜碱约有 13% 被叶吸收。试验 I 中，经 L 和 H 处理后，吸收率分别为 14% 和 13%；试验 II 中的相应结果为 12% 和 11%。若使用表面活性剂，所吸收甜菜碱的比例还可提高，如此则甜菜碱的用量相应降低。对 C，L 和 H 处理，吸收比分别为 0:1:3，完全与所施甜菜碱的浓度相对应。甜菜碱在植物的叶组织中高度稳定；16 天后，经 HPLC 测定，已吸收甜菜碱依旧存留 50%。结果示于表 5。

表 5 水缺乏烟草植株的甜菜碱含量

试验	甜菜碱处理后天数	处理结果均值 (% 湿重)		
		C*	L*	H*
I	1	<0.01	0.13	0.35
	4	<0.01	0.13	0.49
	10	<0.01	0.18	0.48
	16	<0.01	0.17	0.47
II	1	<0.01	0.22	0.65
	4	<0.01	0.21	0.59
	10	<0.01	0.16	0.44
	16	<0.01	0.11	0.31

表注: \* C=对照, L=0.1M 甜菜碱, H=0.3M 甜菜碱。

由以上结果显而易见甜菜碱外施后的有益作用。除增加叶的湿重及干重外, 甜菜碱施用后也促进叶的早熟及均匀成熟。同时发现, 甜菜碱在叶组织中是稳定的, 这表明其对所处理作物的长效保护作用。

### 实施例 2

以实地试验重复实施例 1 中所述的试验, 甜菜碱施用量为 3kg/ha 和 9kg/ha。实地试验按传统的烟草种植方式进行, 每公顷生长约 50000 株。经培育后, 收集烟草叶并称重, 随后于空气中干燥至湿度约 15%, 再次称重。烟草叶的产量见表 6。

表 6 施用甜菜碱对烟草叶产量的影响

甜菜碱 ( kg/ha )	湿产量 ( kg/ha )	干产量 ( kg/ha )
0 ( 供对照 )	665	565
3	720	610
9	770	655

可见，甜菜碱对产量的影响甚大。采用较小的剂量产量增加约 8%，较高剂量下产量增加高达 16%。