

植物的根外追肥

Э. И. 沙康棋 編

科学出版社

植物的根外追肥

Э. И. 沙 康 棋 編
陈 耕 陶 譯

科 学 出 版 社

1958

Э. И. Шконде и др.

Внекорневое питание растений

Изд. Иностранной Литературы, Москва, 1956

內 容 提 要

本書系苏联沙康棋同志編譯世界有关根外追肥材料的一本論文集，內容涉及根外施肥的理論基础、农作物的根外追肥、果樹的根外追肥、植物根外施肥的現代設備等問題。本書原文出自英美雜誌者，在譯成中文时多根据原雜誌翻譯，出自中文雜誌者，則照录原文。本書可供农学、生物学科学与教学工作参考。

植物的根外追肥

〔苏〕Э. И. 沙康棋編

陈 耕 陶 譯

科学出版社出版（北京朝陽門大街117号）

北京市書刊出版業營業許可証出字第061号

北京西四印刷厂印刷 新华書店总經售

*

1958年4月第一版

1958年4月第一次印刷

（京）0001-3,086

書号：1098 印張：8 9 16

开本：850×1168 1/32

字數：211,000

定价（10）1.40元

目 录

緒 論	1
-----------	---

I. 根外施肥的理論基础

从叶部施入营养物質	5
从叶面吸收以 P^{32} 标记的一磷酸鉀 底研究	33
在叶部噴撒的或施入土壤肥料中的氮素、磷素和鉀素之 間的相互作用	74

II. 农作物的根外追肥

叶部施肥实际否?	101
通过叶部的植物营养	106
叶部从噴撒营养液中, 吸取氮素、磷素和鉀素的作用	109
影响菸草植物用叶部吸收 N^{15} 标记的尿素底若干因素	125
植物地上部分对氮的吸收和氮在植物活体内貯存的时期	138
叶部內磷素的吸收和运轉	148
过磷酸鈣的噴射試驗	154
从禾谷作物和飼料作物的叶部施入尿素溶液	160
通过叶部噴霧施入磷素	161
洋葱对从土壤施入的和从叶部噴撒的錳素, 和对从土壤 施入的其他微量元素底反应	163
硫酸錳对西紅柿叶部吸收尿素速度的影响	168

III. 果樹的根外追肥

应用放射性磷作为示踪者, 来研究苹果树和果子, 从叶部 噴撒和从土壤施入的肥料中, 磷素的相对吸收作用	173
--	-----

成年麦克音陶希苹果树对叶部噴撒尿素的反应·····	189
噴撒在桃树上的尿素底吸收作用·····	199
木本植物主莖和枝条底营养吸收作用·····	203
柑桔叶部噴撒尿素的縮式脲毒性·····	206

IV. 其他各种問題

应用放射性錳素研究植物和土壤的关系·····	209
供給叶部的液体肥料·····	223
作为植物营养用的濃縮溶液肥料·····	224
植物根外施肥用的現代化設備·····	233

緒 論

为了提高各种农作物的产量及提高农产品的质量,最有效的措施之一是广泛地应用肥料。因此,研究化学工业部门所生产的、日益增加的全部矿物肥料的合理利用方法,並把这些方法应用到生产中去,是有很大大意义的。

有前途的施肥措施之一是通过根外植物营养。近年来人們对这个方法,發生了異乎寻常的兴趣,說明了根外营养特别是在一定的条件下,是給作物以补充营养的唯一方法。

植物的根外施肥,和在土壤中施肥比較起来,有一系列的有利条件,如能依賴於一定的气象条件及土壤条件,也能依賴於植株本身的生育情况,来調节植株的生長和發育;降低肥料的損失和提高肥料的效率;战胜因某种营养要素不能吸收而引起的生理功能失調的病症,並有利於战胜各种农作物的一系列傳染性疾病。这个措施,能在不良的土壤条件下,避免那些植物所必須的营养物質和土壤起化学的或生物学的結合;因而保證了植物获得营养。此外,不論任何植株的密度和高度,根外的叶部施肥都可应用。

但是这个方法也存在着缺点,其中主要的是:要依賴气候条件,噴撒要耗費很大的劳动,必須应用高濃度的肥料(無填充物)。广大面积应用时,費用很大,噴撒用的航空装备的所費浩繁等。

必須要注意到,像在苏联所作的一样,在外国也做了大量研究工作,来闡明最高效果地应用根外施肥措施的最有利的条件。这些条件和規定應該要根据土壤气候区域的特殊性和不同农作物的本性,来加以研究应用。

關於从植物有机体的地上部分能应用营养物質一事,是在古老时代早已發明了的;那时候已实行过果树或其他各种性質的植

物上噴霧或淋澆營養物質。遠在一百多年以前，像在 1843 年，E. 葛利曾用試驗證明了，植物的莖和葉能應用營養物質的事實。布遜伏在 19 世紀 40 年代，曾噴撒鐵鹽溶液來治療植物葉部失綠病，1868 年 W. 微勃成功地在溫室栽培條件下，應用硝酸鉍作為葡萄藤上的根外營養。在 19 世紀的下半葉，色凡萊葉夫和莫克爾成基，借助於噴撒法和溶液注入樹莖中的方法，來對樹木和一年生植物施肥。色凡萊葉夫並建議了這個術語“根外營養”(1903 年)。

在蘇聯第一個植物根外營養的試驗在 Л. И. 白遼尼西尼考夫院士的實驗室內作的 (M. K. 道芒陶維希, П. A. 山萊維夫), 在吾國 Ф. Ф. 瑪茲考夫和 И. B. 耶科希琴首先進行了大規模的，根外施肥生產試驗；他們和其他學者的很多有價值的貢獻，使這個問題有了正確的判斷。

近年來外國和我們本國的數十個國家，發表了很多論文，促進了關於根外營養的理論及實際工作。在蘇聯有 30 種以上的栽培作物，曾作了這個方法的效率底試驗，研究得最多的有糖用甜菜，棉花，蔬菜類，小麥和多種牧草。

根外營養問題的解決，需要很多科學研究和其他機關的集體工作，由這點出發在 1953 年舉行了根外營養的全蘇聯會議；在這次會議上，討論了 30 篇以上的科學報告；並舉行微量元素的全蘇聯會議(1955 年)，以及施肥技術的會議(1954 年)。

最近在外國也舉行了一系列的會議，這樣就使植物根外營養的方法，獲得了更高的評價。在日內瓦舉行的國際和平利用原子能會議中(1955)，蘇聯和外國的學者，都報告了科學試驗的結果。這些結果，確信果樹和農作物的根外營養，是一種效率很高的有前途的方法。

正確的評價和引用根外營養的方法，只有通過試驗研究結果的積累，才有可能。

在這個文集中，波音唐一篇巨著中，詳細評介了這個問題的外

国文献。

卡韻特爾(奧地利)的工作,致力於研究用 P^{32} 標記的磷酸一鉀,從葉部吸收的問題。她的突出貢獻,是在方法方面,包括有價值具體操作步驟的創造性。

曹爾奈一文,討論用土壤砂石栽培的盆栽試驗底結果,試驗是在英國的洛遜斯頓特試驗站,用了一系列的以氮素、磷素及鉀素為根外營養的處理。在這個試驗中,植株的產量及其營養物質的含量,是和所用的肥料溶液的濃度以及噴撒次數成比例的,在曹爾奈的第2篇文章中,致力於,從根部施入氮素,磷素和鉀素和根外營養之間的,相互作用問題。所用植物是糖用甜菜和蘿卜,著者並比較了根部和根部外營養的效果,並根據這點,討論施入營養物質的利用系數。

台維斯和路卡斯(美國)研究了根外營養,只作為補充根部基肥底效果,根外營養可以有利的把肥料溶液和除莠劑及殺虫殺菌劑配合起來噴撒。

沃克和馬克奧立夫(美國)應用其首創的方法研究了影響煙葉吸收 N^{15} 標記的尿素底因素。

彭謙(中國)一文介紹了用小麦,水稻和棉花所作的田間試驗底結果。用0.5%,2.5%和5.0%過磷酸鹽溶液,不同劑量的處理,以對比排列。和對照相比,小麦產量為130%,棉花146—227%。在水稻田中,每公頃用36公斤過磷酸鹽來噴撒,其效果等於每公頃用360公斤施入土壤。

安拜杈和拉茲考(德國)用土壤的和用水培的盆栽試驗是有趣味的。

有幾篇論文是介紹關於噴撒含磷素溶液和氮肥及微量元素底效率。

有幾篇論文,則致力於果樹根外營養的理論和實踐的。愛杈特(美國)應用了放射性 P^{32} ,作盆栽和田間的蘋果根外營養試驗,

肯定了从地上部分吸收磷素,比从根部轉运大半倍。

勃拉斯拜克(美国)用尿素作20年树龄的苹果底根外营养。观察到非但提高了果品的产量,并且还改善了它的质量。尿素施入土壤,效率就较小。

同样,科学工作者們(美国)在休眠期的树幹上和支幹上注入标记的鹽溶液,肯定有相当数量的营养能吸收。

萊色尔的論文中,討論了在美国,关于作为植物,根外营养应用的,那些肥料制剂的問題。著者指示了这些制剂的基本要求:快而完全的溶解性,高濃度,很容易配合,容易操作及容易施肥。生产高濃度制剂是最重要的問題,因为缺乏相应濃度的制剂,对在大規模农業生产中应用根外施肥的方法,是个严重的障碍。而我們則非常感觉到不能获得优良的制剂,而且还缺少表面活性性物質取湿润剂。

植物根外营养的实际应用,不可能不和它的机械化問題和專为噴撒应用的机械構造問題相联系起来。因此,在这个文集的最后,簡短地評介了植物根外施肥用的,为英国和美国的基础工业、在市場中所推銷的,那些現代化制备。

我希望,这个文集能有助於农業工作者和科学研究工作者,深入研究在外国所作的,有关植物根外营养应用的試驗工作;以及有助於推广这个領域中的科学研究工作,和在更广大的区域中,在集体农庄和国营农場,应用这个效果很高的植物施肥措施。

9. II. 沙康棋

I. 根外施肥的理論基礎

从叶部施入营养物質

D.波音唐

植物生理学每年評論(Annual Review of Plant Physiology)

5 卷 31—55 頁, 1954

因为有关这个问题的資料是比較零星的,所以評論要从三个主题分別下手:(I)植物对噴撒各种特性营养的反应,(II)影响叶部噴撒营养的吸收和应用底各种因素和(III)决定叶部施入营养实用价值的各种条件。但有些研究工作却必須在三个主题下,重复討論的。这个評論,沒有企圖討論到全部有关的文献。相反地,要討論到的文献,是經過了严格的选择的;以便在本文的有限的篇幅範圍內,对叶部施肥研究的現狀,有个較正确的評價。

(I) 植物对噴撒各种特性营养的反应

微量營養元素

鉄素 过去 30 多年以来,曾試驗过用噴撒含鉄化合物,来試圖治愈,生長在鹼土上和高錳土壤上的,很多农作物因缺鉄而引起的失綠病。

由於瓊生^[1,2]的田間試驗的結果,大規模噴撒硫酸鎂来治愈失綠病,就最早成功地应用在夏威夷羣島的菠蘿蜜植株上。在夏威夷

夷的条件下，菠蘿蜜的失綠病，是由於土壤中^[3]含有特別高的錳素，使鉄素处在不可利用的狀態所造成的，瓊生認識到的这个病症，是和吉尔^[4]在普陶里考所报告过的，大量使用石灰引起的失綠病很相似。瓊生發現(1) 2—8%的硫酸亞鉄($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)水溶液能使失綠病暫時恢复；(2) 幼齡植株比老齡植株，更易遭受噴撒的伤害，因此噴撒过高濃度的鹽类是不安全的；(3) 噴撒一次的有效时期，要看土壤內鉄素的不可利用的程度和植株的营养繁殖情况而有所不同的。例如，幼齡迅速生長着的植株，土壤中非常缺乏可利用态的鉄素和噴撒低温度的溶液等情况下，每月必須噴撒一次，才能使失綠病不会严重發生，而对較老植株，濃度可較高些，那末較長時間噴撒一次也就足够了。

在噴撒的叶部吸收鉄素后，就在原地固定，很少或不能运输到生長区去，很多种植物的叶部和果实又不能忍受高濃度的鉄鹽溶液。这两个事实，仍然是对遭受了石灰誘發的失綠病而噴撒还可以暫時有效的很多农作物上、大規模地应用鉄素噴撒底严重障碍。这些問題專有很多工作者用各种方法試圖去解决，可用盖斯特和賈帕曼^[5]的一个研究工作来示范說明。用柑桔，柚子和檸檬的遭受了石灰誘發的失綠病底帶叶枝条，作浸液試驗，应用了30种以上的含鉄化合物，各用三种濃度，試了較高和較低的开始pH值。加入或不加入湿润剂，却發現沒有一种处理能完全使失綠病恢复，並且沒有一种处理在浸液以后，是有利於生長的。有些处理比其他处理能有較完全的暫時恢复；但沒有一种比用硫酸亞鉄、濃度每100加侖水內加2磅、溶液酸化、並加入1磅湿润剂(二辛基硫代琥珀酸鈉)更为有效的。浸液試驗的結果，也被用全株果树所作的試驗所証实，在治愈失綠病最有效的那些处理中，可以發現未成熟果皮上，有些腐疽点。

上述的研究和其他的研究工作均指出，植物叶部，虽对含鉄有机化合物和無机鹽类如硫酸鉄比較起来，忍受濃度可能要高一些，

但其失綠病的恢復能力，却同時是較低的。少量的鐵素，像含在殺菌劑和有机化合物（二甲基-連二硫氮甲酸鐵）內的鐵素，對失綠病，沒有什麼恢復能力。目前的興趣是，應用含鐵素的螯形化合物噴撒時，可能有較佳的防治缺鐵症的結果，但直到現在，據著者所知，還沒有發表過這方面的研究報告。

鋅素 張特爾爾^[8,7]在1931年發現，果樹叢葉病，雜色葉病和小葉病，可以用含有鋅素的物質，注射到樹幹中去而治愈。從此就對果樹上的施用含鋅物質的各種方法，展開了廣泛的研究，像和缺鐵素的情形一樣，即使在土壤中施入大量的鋅鹽，往往發現沒有效果或只有部分的防治這種缺鋅症的效果。果樹對鋅素噴撒的反應是不一致的，但大多數種類的果樹，這種噴撒，和用鐵素噴撒防治缺鐵病症比較起來，是更為有效的，並且有效期也長些。派克^[8,9,10]對柑桔的雜色葉病的研究，是果樹種類中有良好反應的例子。從他的研究所得出的以下結果是特別有興趣的。(1)噴撒一次若干種含鋅化合物之任何一種，濃度為100加侖水中，加入以折算成金屬鋅1.15磅或略多時，則可以在1—3年內，完全治愈雜色葉病。在有效含鋅化合物中，有硫酸鋅，氧化鋅，碳酸鋅和硫化鋅等。(2)噴撒鋅素所造成的葉部和果實的傷損，可以用一種沉淀劑來消除，而同時又不影響其治療效果。石灰水，蘇打石灰或石灰硫磺合劑等都是有效的沉淀劑。(3)施用等量的鋅素時，噴撒粉末也是有良好反應的，但卻沒有噴撒液劑那樣具有肯定的效果，並且有效期也較短。(4)用較低的鋅素濃度時，加入一種濕潤劑或一種黏着劑有時候能增進噴撒液的效果，但這並不都是這樣的，當濃度在每100加侖水中，鋅素含量高於0.5磅時，這種濕潤劑或黏着劑的施用，看不出有什麼好處來。(5)在低濃度應用時，在迅速生長期之前噴撒，和營養生長的不活躍期開始時噴撒，比較起來，有效期較長，但濃度到了每100加侖水中，含鋅素1.15磅時，不同噴撒時期，沒有不同的效果。

必須着重指出，並不是所有的果树种类，都对叶部噴撒鋅素，有如此滿意的反应。苹果和梨对濃度較高的硫酸鋅（100 加侖水中溶解 25 磅），噴撒在嫩芽才要开放之前的休眠枝幹上，有較好的反应。应用休眠期噴撒法，也可以避免叶部和果实受害的危險，这在苹果和梨树中，要比柑桔类果树更危險些。甜櫻桃和胡桃对任何一种噴撒处理，一般都沒有良好的反应，所以就用法射处理^[7]。

銅素 若干种多年生植物的缺銅病症，一般能用噴撒法取得滿意的防治效果。狄克基、特洛斯道夫和哈密尔頓^[12]用缺銅的幼年桐树所作的研究和福祿^[13, 14, 16]在弗罗列达州用柑桔作的試驗，可以說明果树对噴撒的反应。在桐树的研究中，观察到用銅素-石灰混合液在早期生長季节中，噴撒一次，其濃度为 100 加侖水中溶解硫酸銅 8 磅，以 $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 計算，石灰 8 磅，以 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 計算，即能在同年內的全部营养生長期中，預防缺銅病症的發生。較低濃度的銅素-石灰混合液噴撒，只能暂时控制缺銅病症，而不能安全地渡过全部生長季节，每 100 加侖水中溶解硫酸銅 1 磅而沒有相当量的石灰加入时，会引起叶部受害。在用柑桔的研究中，原著者报告說，在开花之前 30 天，噴撒銅素-石灰混合液可以防止营养器官缺銅病症的發生，並在同年內增加了果实的产量，增加了果实的大小和質量。

从以上的研究和其他的研究中，明显地指出，叶部能很快吸收硫酸銅，並能运输到生長区和可能运输到花部和果实中。即使使用低濃度噴撒，銅化合物也能引起叶部受毒害一点，和鋅鹽的情况是很类似的；並且用消石灰的作用，使銅化合物沉淀在叶部表面上，以避免受到毒害一点，也是和鋅素相似的。

錳素 像缺銅病症一样，果树的缺錳病症是很容易用叶部噴撒硫酸亞錳（ $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）来防治的。派克和蕭斯維克^[15]在加利福尼亞州和肯波与福祿^[16]在弗罗列达州均观察到，噴撒一次硫酸亞錳，其濃度为 100 加侖水加入 2—4 磅，一般能使柑桔叶部

的失綠病完全治愈並能在同年的以後生長期中，預防病症的重發。再介紹三種果樹的應用情形，那勃拉鳴卷和蕭斯維克^[17]用缺乏錳素的柑桔的研究和伍特勒立淇與麥克拉底^[18]用蘋果和桃樹的研究，他們觀察到用低濃度硫酸錳噴撒，能治愈這些果樹已發生的失綠病並能控制在同年中失綠病的發生。一般說來，葉部對硫酸錳噴撒的忍受量，看來較大於鋅素或銅素噴撒，因此每 100 加侖水中溶解 2—5 磅硫酸錳的濃度中，是否需要加入沉淀劑消石灰，是值得懷疑的。有一件有興趣提到的事是：在弗羅列達州，從土壤中施入硫酸亞錳，硫酸鋅和硫酸銅，是較優於噴撒施用的，但卻不是因為從土壤施入有同樣的效果，或是因為危險性較小，而是因為噴撒施入時，有利於害虫甲蟲的發育。而甲蟲的發生隨着就需要用杀虫劑來防治^[19]。在落葉樹中，休眠期噴撒錳素來防治缺錳病症，看來沒有噴撒鋅素來控制缺鋅病症那樣有效。

硼 葉部噴撒硼砂或硼酸，是防治多種果樹和菜蔬的缺硼病症底有效措施。例如，阿斯基和契吞頓^[20]報告說，蘋果樹由於缺硼引起的內心木栓化病症。用水合硼砂 8 磅，溶在 100 加侖水中溶液，噴撒一次即可治愈。這種噴撒，使 3 月以後所結的果實中，含硼量提高到未噴撒的 4—5 倍。希爾^[21]宣稱，在加拿大，生長在混礫土壤上的芹菜底初期缺硼症，可以很快地用下法防止其發展：即在作物長到 $\frac{1}{3}$ 到 $\frac{1}{2}$ 成熟時，在每 100 加侖杀菌劑噴撒液中，混入硼 2—3 磅。這種方法比將硼砂施入土壤中為有效。

② 因為對多年生植物來說，硼在土壤中的濃度，過低即感不足，略高即有害，兩者的變異幅度是很狹的，因此，特別是在酸性土壤中，最好從土壤中施入硼素肥料的量，要低一些，並且每隔若干年施入一次。在紐約，商業經營的蘋果園，硼素的補充，採用每隔三年，從土壤中施入硼砂一次的方法。波利爾和其同事^[22]作了從土壤中一次中等施入硼素量和兩次噴撒硼素兩者之間的殘效底比較研究。指出土壤處理在隨後的一年中，對葉部和果實的硼素含量，

有較大的影响。但在处理的同年,却以噴撒的有較大的影响。这样看来,叶部吸收硼素和运输到果实中的速度可能是很快的。但一次噴撒的效果却不能帶給下一年度。

鉬 直到現在所能肯定的营养原素中,鉬是需要量最少的一种。但也已經在若干种作物內,發現了缺鉬病症,斯梯华特和利奥那特^[23]發現柑桔呈現了缺鉬病症后,噴撒一次鉬酸鈉,濃度为每100加侖水中加一英兩,即有良好的反应。处理能使3—4个星期之內,有斑点的叶片重新呈現綠色。他們並宣称,噴撒在树的下半部的鉬素,看来很少能运输到柑桔的树的未噴撒的頂部去的。

大量营养元素

誠然微量营养元素和大量营养元素的区分是完全抽象的,这样区分还是值得討論的;在本文中分开來討論,只是說明以上所討論的那些营养元素,植物所需要的量比以下要討論的那些营养元素的需要量,是較為微小的。

氮素 在过去几十年中,如何应用叶部噴撒的途徑,来供应多种作物所需氮素量的相当部分底問題,已作过深入的研究。哈密尔顿,巴尔密特和安特遜^[24]等在紐約的三个苹果园的工作中,用硝酸鈉,硝酸鉀,硫酸銨和尿素等分別加入到硫磺,砷酸鉛和消石灰配制成的杀菌杀虫混合液剂中,在早期生長季节中,噴撒了4次,他們报告說,用每100加侖藥液中加入硝酸鹽5磅或略多时,即有严重的叶部燒伤。8磅硫酸銨加3磅消石灰仍然引起叶部的伤害。在低濃度並在噴撒液中用消石灰时,可以免除伤害,但硫酸銨和氫氧化鈣之間所起的作用,可以在叶部表面釋放出氨,因此就不可能希望植株对氮素会有良好的反应;而結果也确是沒有。每100加侖用尿素5磅加消石灰1磅的噴撒,並沒有發生伤害,並且和未噴撒的比較起来,叶內有較高的叶綠素含量和全氮量等結果,較高的濃度有时也会發生叶部损伤。

費萱和其同事^[25, 26, 27]的随后研究工作, 肯定了在几年的时期中, 应用三次尿素噴撒, 濃度为每 100 加侖水加 5 磅尿素, 噴撒时期为剛开花后, 每間隔 1 星期噴 1 次, 能使果树得到充足的氮素效应, 生長相当茂盛和相当高的生产力。叶部施肥和早春从土壤施肥的效果比較起来, 他們發現叶部噴撒的效果, 当用等量的氮素时, 在增进果树生产力方面, 相等於或略超过土壤施肥。中等濃度的尿素叶部噴撒, 在开花前或略晚一些噴撒时, 往往在阻止果实产生紅色一点上, 比在早春从土壤中施入尿素, 要好一些。但是仲夏期的尿素噴撒, 却显著地降低了果实紅色的产生。費萱^[27]得出的結論說, 尿素噴撒的初期氮素效果, 表現得較快, 較大和有效期較短於春季土壤施肥所得的效果, 从尿素噴撒所引起苹果叶部伤害情况的一般观察中, 指出最容易受害的是幼齡的發育中的叶片, 当尿素和水溶性的和苛性的杀虫或杀菌剂如石灰硫磺合剂, 二硝基或有机汞的制剂混合时, 也容易产生叶部伤害。

以生产規模試用尿素噴撒作为苹果的氮素肥料后, 就推广到其他作物上了, 香蕉, 菠蘿蜜, 甘蔗, 桃, 葡萄和柑桔。並且也推广到某些菜蔬作物上了, 如香蕉和菠蘿蜜方面, 已在中美洲和夏威夷地区广泛应用, 而且看来是很有前途的实际应用, 但却缺少有关这些作物的發表过的科学报道。在有关用航空噴撒甘蔗的施肥过程的一个报告中, 亨拜尔和亨琛^[28]指出, 在甘蔗地內封行以后, 对甘蔗噴撒較濃的尿素溶液, 即能使叶部迅速增加全氮量和叶綠素含量。这种增加, 和可对比的土壤处理, 比較起来, 要迅速得多。航空噴撒和土壤处理之間的早期差别, 只能持續 4 个星期或更短的时期, 这个时期的長短, 和甘蔗植株生長活潑性呈反比的关系。一次噴撒每英亩 67 磅氮素之多也不会造成伤害, 只要在噴撒时植株持有高的含水量, 这和紐約州內的苹果树, 最高安全施用量每英亩約为 15 磅是不同的。尿素噴撒是否能造成增产的結果, 看来要依据: 植株最初的氮素营养状态和噴撒时土壤中剩余的有效氮

素含量等来决定的。

一般說来,研究者的經驗中,用尿素噴撒桃和葡萄的效果是很失望的或者無法下結論的。維勃介尔,柏忒斯和哈維斯^[29]报告了在乔治亞州的福特流域所作的二个桃品种的試驗。在剛开花后,噴撒尿素3次,濃度为100加侖水中加入5磅,沒有表现出显著的反应来,不管是果树的一般生育情况或是叶部全氮素含量,都沒有什么变化。伯洛斯特^[30]在加利福尼亞州用桃树作的試驗中,宣称在非常缺氮的情况下,用濃度为每100加侖水中溶解5磅尿素的溶液,噴撒6次之多还是沒有反应。布洛克和本遜^[31]虽然取得了直接的証据,說明桃树叶部确能在温室栽培的条件下,从噴撒液中吸取氮素;但他們却依旧沒有获得,三次噴撒溶液濃度为100加侖水中加5磅尿素后,对在果园条件下,果实的产量或其成熟期,有任何影响。用拉勃路斯卡葡萄所作的試驗,也得了类似上述的結果。馬克和沙利斯^[32]用康考特葡萄作試驗,注意到叶部噴撒尿素后能增加叶綠素的含量,但弗萊敏和阿道范尔^[33]却观察到,在仲夏噴撒一次或二次尿素,濃度为每100加侖水中加5磅,沒有能使葡萄蔓增生長势或产量,試驗用的果园是很好地管理着的並且在土壤中施入了足够的含有氮素的商品肥料。

从南部加利福尼亞州的三位研究者的初步报告来判断^[34,35,36],檸檬和柑桔的叶部能有效地吸收所噴撒的尿素,並且和可以对比的通过根系施肥的处理比較起来,噴撒的效果,以叶部增加氮素含量的速度來說,是更为快些的。在温室条件下栽培的幼齡果树,尿素噴撒会刺激其生長。6次噴撒尿素而使叶内含氮量增加25%的情况下,能結果的柚子和柑桔果树所产的果实,其質量沒有受到可以測定得出来的变化。这种噴撒,有时候会使叶部受害;以重量計超过1%濃度时,濃度愈高,則頂部和叶緣發黃和腐疽性愈严重。依墨特和克林克^[37]首先建議噴撒液中加入蔗糖,能減輕或消除这种伤害,但同时尿素的吸收也被降低了。