



农作物的追肥

阿夫多宁教授著

农业出版社

農作物的追肥

阿夫多宁教授著

王月蘭譯

馮兆林校

农业出版社

内 容 提 要

本書首述农作物需要追肥的理論，次述追肥的效力及施肥技术，最后分述各种作物的追肥方法及肥料用量，可供农业研究工作及农业院校师生参考之用。

Профессор
Н. С. Авдонин
ПОДКОРМКА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
РАСТЕНИЙ
Государственное издательство
Сельскохозяйственной литературы
Москва—1954

根据苏联国立农业书籍出版社
1954年莫斯科俄文版本译出

农 作 物 的 追 肥

〔苏〕阿夫多宁教授著

王 月 蘭 譯
馮 兆 林 校

*

农业出版社出版

（北京西总布胡同7号）

北京市書刊出版业营业許可証出字第106号

中华书局上海印刷厂印刷 新华书店发行

*

850×1168 耗1/32·8 7/16 印張·4 插頁·201,000字

1957年8月第1版

1958年10月上册第4次印刷

印数：9,301—15,300 定价：(9) 1.20 元

統一書号：16144.113 57.7, 原財經京型

目 录

序	4
前言	5
一、植物的生長發育和追肥	11
植物对营养物質的吸收	15
播种前施用全部肥料,不能利用植物的潜在能力	22
植物在不同的生長和發育阶段,对于肥料和环境反应的感应性	26
关于植物在生長期的营养水准的变化	27
植物营养的临界期和最高效率期	33
临界期	35
最高效率期	38
依植物成長为轉移的各类肥料的作用	45
依植物成長为轉移的各类磷肥的反应	47
在各生長阶段施用的肥料的特殊作用	60
按外表的性狀診斷营养物質的缺乏	69
二、輪作中的施肥制度	86
三、追肥的效力及施用的技术	113
追肥用的肥料种类和形式	122
追肥时的施肥方法和肥料复土的技术	128
矿物肥料溶液的制造	130
追肥所用的施肥机具	135
根外追肥	143
四、各种作物的追肥	154
糖用甜菜的追肥	154
谷类作物的追肥	172
秋播作物的追肥	173
春播作物的追肥	194
棉花的追肥	203
亞麻的追肥	217
大麻的追肥	224
多年生牧草的追肥	228
蔬菜作物的追肥	236
参考文献	254

序

作物的追肥，是作为一个新的农业技术方法而与农业先进者运动的开展同时进入了社会主义农业实践的(1935—1936)。

关于作物追肥的问题，在这个时期中发表了相当多的科学论著、生产用的书籍和小册子。1939年曾经发表了作者的名为“作物追肥”的书。书中综合了社会主义农业先进工作者和为这新的农业技术方法奠定理论基础的那些科学研究机关的初步工作总结。很明显，在当时为了写成本能照顾到土壤和气候条件而说明一切作物追肥的理论根据和实践介绍的指南书，是缺少实验资料的。

在“作物追肥”一书发表以后的几年中，各集体农庄和国营农场都积累了不少施用追肥的经验，同时各科学研究机关也获得了一些新的试验资料。

因此，作者认为综合到目前为止所累积起来的有关作物追肥的试验材料是必要的。

在编写这本书的时候，曾利用了許多科学研究机关的资料和社会主义农业先进工作者的丰富经验，以及作者本人的研究成就。

这是供农业专家使用的书籍。在实践方面，它可以供集体农庄和国营农场的广大积极分子们应用。

前 言

在作物生長期內的施肥就叫作物的追肥。

在作物生長期內施用肥料，具有悠久的历史。如古羅馬的學者普利尼（Плиний），早在紀元前對於這個問題就曾經這樣寫過：“播種應當在施用過肥料的土壤上。如果這個田間施肥錯過了，還有另一種方法：即在播種後培土前，將制成粉末的禽糞，和種子一樣地撒播下去。”

在生長期內施用礦物質肥料，是在上世紀末葉開始的。

瓦格聶爾（П. Вагнер）是主張在播種後施用礦物質肥料的最初的宣傳者之一。他用以下的話論證了他自己的分期施用氮肥的主張：“因為硝酸態的氮不能和土壤化合，所以它能借着雨水而滲入到深的土層中，那麼，在施肥上就應當使作物能很迅速的吸收這些肥料。”

從引句中明白指出：在生長期內的施肥，意在避免氮素因淋溶而受到損失。此時必須注意到：德國的降水量常達到很高，而當時主要氮肥曾經是智利硝石。

現在播種後施用氮肥（硝石）的意義在於把氮素“從手里放入口里”。根據這一點，瓦格聶爾就提出了分期施用硝酸態氮素。

關於施用磷肥和鉀肥的時期，瓦格聶爾則持有與施用氮肥不同的看法。他估計到磷肥和鉀肥不能從土壤中流失，便建議在播種前施用這兩種肥料。

在這裡所敘述的瓦格聶爾的思想，在西歐的農業實踐中獲得

了颇为广泛的应用。

基别尔梯尼 (Джибертини) 施肥制是在播种后施用氮肥的一个新的阶段。按基别尔梯尼的方法, 磷肥和钾肥完全在播种前施入; 在播种前仅仅要施用一部分氮肥, 而大部分氮肥是在生长期內分次施用。第一次施用氮肥是在小麦仅仅生長了 3—4 个叶子的时候, 其后繼續施用直到抽穗期終了为止。当时, 基别尔梯尼因为考虑到意大利的温暖气候, 所以不仅在秋季和春季而且在冬季期內也施用了硝石。他共計使用了 7—8 次追肥, 每次一公頃施用 30—75 公斤的硝石。这种多次而多量的以硝石作为追肥来施用, 就叫作“硝化”。

基别尔梯尼施肥制比較瓦格聶尔的建議已經是前进一步了。

基别尔梯尼施肥制的缺点就是它限定了在播种后的施肥仅仅用硝石。

由于基别尔梯尼施肥制是为意大利的温暖气候条件而制定的, 所以它的广泛应用就受到了局限。因此在法国和西欧的其他国家利用这种施肥制时, 在播种后施加硝石的次数就减少到 2—3 次。

因此我們看到西欧国家, 除秋播作物的耙地及中耕时的行間松土以外, 一般在播种后施用氮肥是不复土的。

和西欧相比, 美国播种后的施肥很少利用。

在播种后施用矿物質肥料, 我国和西欧同样是在上世紀的末叶开始应用的。在上世紀九十年代中, 許多制糖工厂的农場里, 曾經沿着糖用甜菜的幼苗撒布硝石。为了进行这一作業, 曾利用所謂“手推独輪車”, 这种独輪車就是帶有轉动軸的箱子。轉动軸的作用是粉碎和拋出硝石。但是这种手推独輪車並沒有成就, 因而逐漸地絕跡了。

关于播种后施肥問題的試驗研究, 在我国是从十九世紀的末

叶开始的。

1895—1897 年，在捷列布欽斯克試驗場，曾經研究了將硝石撒布于燕麦幼苗所获得的效果。在这些試驗中，將硝石撒布在幼苗地表上，使燕麦的收获量每公頃提高了 4.6--6.0 公担。

大多数关于生长期內施肥的試驗，是用糖用甜菜进行的（全俄制糖厂协会的試驗場網——ВОС）。

佛蘭克夫尔特（С. Л. Франкфурт）在綜合全俄制糖厂协会的試驗場網的試驗时，用如下的話說明了試驗方法：因为硝石是容易溶解和不能被土壤吸收的物質，所以很容易从上層土壤中被淋溶出来，一般主張不在播种前施用硝石，而在已發育的植株的地面上施用，因为这种植株能够直接利用硝石，并可防止其流失。

为此目的，从 1901—1906 年間，对于糖用甜菜施用硝石的时期問題已經进行了研究。

在試驗中曾使用二种不同数量的硝石，即一公頃施用 7.5 和 19.5 公担的氮素。这个試驗的實踐任务在于解决在糖用甜菜播种地区条件下硝石施用期的問題。因此，上述的硝石数量，或仅在播种前施用，或在幼苗近旁施用，或者最后在間苗后施用。除了以后进行的輕度的行間松土外，在播种后施用肥料一般是不予复土。

按着上述方式所进行的試驗表明：在播种前施用硝石时比以同样数量的硝石施用在幼苗近旁或在間苗后施用时能获得較高的增产量；虽然在后者的情形下，一俄亩的收获量比未施肥的地区已增高了 150 普特。根据这一点，得出了結論：“在播种时施用硝石可以获得最良好的效果”。佛蘭克夫尔特除了利用收获量的数字以外，并观察了土壤中硝酸鹽的移动情况，他曾用以下的話論証了这一个結論：“在南部糖用甜菜栽培地区的情况下，不必担心硝酸鹽向下移动，相反地它們会向上移动和集聚在土壤的最上層，在那里它們是越出了被植物利用的范围之外的。”

全俄制糖厂协会的試驗場網曾在以后的几个業務年度內(1916年以前)研究了在幼苗近旁和在間苗時施用40—60公斤的硝石的情況。如在間苗時期降水量大的場合下施用硝石，所獲得的糖用甜菜根的增產量高于在播種前施用同樣數量的硝石所獲得的增加量。但在大多數的試驗中，在生長期內施用硝石所提高的收穫量是低于在播種前施用同樣數量的硝石所提高的產量。其原因就是在地表上撒布硝石和缺乏夏雨所致。

自從獲得這些結果以後，對於春播作物播種後的施肥研究工作停止了很長的時間。對於秋播作物施用氮肥時期的研究也未曾加以應有的注意。

在諾索夫斯克試驗場(Носовская опытная станция)，曾於1916—1918年進行了關於該項問題的小規模的試驗。試驗的目的在於確定冬黑麥施用硝石的時期。為此目的，曾施用16公斤氮肥(用硝酸鉀)，於秋季及春季施入：即一半在秋天，一半在春天(分兩次施入)。試驗證明：能夠大大提高作物產量的是在春天施用的而不是在秋天施用的硝酸鉀。施用硝酸鉀的其他時期以及其他肥料的效果，則未曾加以研究。甚至連這個關於秋播作物時施用硝酸鉀的正確結論，在農民的實踐中也行不通，因為在沙皇俄國時代谷類作物未曾施用過硝酸鉀。

1927年，在沙基洛夫斯克試驗場(Шатиловская опытная ст.)，對於播種後的施肥進行了再一次的研究。在這個試驗場中，在四年之內(1927—1930)研究了對於冬黑麥、黍、大麻、飼用甜菜、飼用燕麥等各種作物的施肥期。必須注意，當時這種試驗的布置，其主要目的並不是為了研究施肥期。這一點，從這個試驗工作者所規定的試驗方針中即可看出：“試驗的目的是確定在沙基洛夫斯克試驗場的土壤氣候條件下，氮、磷、鉀最少量的比率如何在生長期內發生變化”。在開始試驗時對所提出的問題的答復曾經是“混

乱和矛盾的”。

这些試驗对于施肥期的問題并未給予明确的答复。答复不明确的主要原因之一就是：虽然当时选用了各种施肥法（施用在用行間除草器所开的溝里，用耕种机盖土，以溶液施用），但在生长期內被施入的肥料沒有在应有的程度上被植物所利用。試驗者本人認為：“这些方法中沒有一个可以充分保証应用来达到我們的目的，即所施用的肥料在一定的時間內受植物所支配。”

这些試驗以及制糖厂試驗場網的試驗的第二个重大缺点就是他們仅仅研究了施用少量肥料（7.5—30公斤）的情形下的施肥期，并把播种前的施肥与在生长期內的施肥对立起来。

从1932年开始，烏克蘭的各科学研究机关，全苏糖用甜菜栽培科学研究所（ВНИИСП），全苏肥料、农业技术及土壤研究所（ВИУАА）及其他机构等开始研究所謂“零星施肥”，这种施肥法不同于上述的試驗的是一部分肥料在播种前施入，而另一部分是在生长期內分一次或二次施入。但是在这些試驗中仅仅試驗了少量的氮肥（每公頃30公斤），而且試驗的次数也不多。

因此，在生长期內施肥的特点直到1935年才能归納为以下的几点原則：

1. 在生长期內（西欧）主要是施用了硝酸态的氮肥。这样施用氮肥是为了使它免于被流失。
2. 在生长期內所施入的肥料，不复土或者不完全复土。
3. 在生长期內，每次施肥量很小。用这些試驗来比較播种前施入少量肥料所获得的效果与同等数量的肥料在生长期內施入或零散施入的效果。

由于所进行的一些試驗沒有得到任何明确的结果，因此也就沒有介紹給我国各集体农庄在實踐中广泛地应用。

在生长期內施肥的新的阶段是在1935年开始的，在那时我国

社会主义农业的先进者开始在集体农庄和国营农场的田地上，在播种后大规模地施用矿物质肥料和当地肥料。

从这个时候起，在生长期内的施肥就叫作追肥。先进者在施用追肥方面的试验获得了辉煌的成就。在糖用甜菜地上施用追肥的先驱者是捷姆钦克(М. Демченко)，阔舍瓦亚(М. Кошевая)，哥纳尖克(М. Гнатенко)及其他社会主义农业的先进者。先进者的经验很快的得到广大农业工作者的响应。于1936年，仅仅在乌克兰一个地方，谷类作物的施用追肥就有大约100万公顷的面积。同年在莫斯科省，曾在116,000公顷土地的谷类作物上施用了追肥。在工艺作物方面是更加广泛地施用了追肥。

1950年，在非黑钙土地带，在1,161,000公顷的面积上曾进行了谷类作物的追肥。我们可以毫不夸张地说，现在是在成千上万公顷的土地上施用着追肥。广泛的生产经验不可反驳地证明了：在提高产量方面，追肥是极端有效的方法和最重要的因素。

在获得高额产量的事实中追肥之所以能起着重大的作用，是由于我国社会主义农业先进者的经验，正如我们所知道的，每公顷收获1,000公担以上的糖用甜菜的世界纪录，就是在广泛应用追肥的情形下所获得的。

很明显，收获量是所有因素的综合作用。为了获得高额产量，必须善于把播种前的施肥与深复土，条施肥料和追肥相配合起来。但是，在获得高额产量的复杂因素中，追肥是起着最显著的作用。

现在恐怕没有计划高额产量而不考虑施用追肥的情形。仅仅这个事实已经足够证明，在我们社会主义农业里的施用追肥，是与西欧在生长期内的施肥有着实质上的区别。以后将要说明，对于“追肥”的概念，我们现在是给予了西欧或美国都未曾知道过的新的内容。

一、植物的生長發育和追肥

在苏联学者們所理解的以及在社会主义农业先进者的实践中的追肥与国外所指的追肥有着根本上的区别。作者和社会主义农业先进者所理解的追肥与国外和我国的試驗机关在斯达汉諾夫运动發展以前(1935)在生长期內的施肥,它們之間的原則上的区别在于如下的基本情况。

1. 在苏联,植物的追肥与植物的生長和發育有着最紧密的联系。苏联学者指出:同等数量的肥料,因施用于植物的期間不同,在肥效上即有显著的变化。在一种情形下,施肥可能沒有效果,而在另一种情形下,則有非常高的效果。随着肥料而施入的营养物質的利用情形,在很大的程度上是决定于植物的生長和發育。我們知道,在国外对于植物的营养从未有过这样的看法。

2. 追肥使植物在生长期內的营养水准及营养物質之間的比例得到調节,也就是說使植物能实现合理的营养体系。下面將說明,植物的营养水准是必然随着成長而改变的。为了获得最高产量,需要看植物的强度营养期,可是它不能出現在發芽后的头几天,因为在这个时期內强度营养对于植物是有害的。除此以外,为了植物的正常發育必須在生长期內改变营养物質之間的比例。如果在播种前施入全部肥料时,就不可能完整地組成适合于植物的营养物質的比例和营养水准 (уровень питания)。追肥解决了这些問題。这就是苏联的追肥与国外的在植物生长期內的施肥的第二个根本区别。

3. 追肥可以帮助增强肥料中有效物質的利用。如所周知,营养物質施入土壤中,可以轉变为使植物不能吸收的状态(生物的,物理化学的,化学的及其他的吸收作用)。磷素特別被有力地吸收。除了在足够湿润和过度湿润地区里的吸收作用外,尤其是在輕質土上,营养物質也可以被淋溶出来(主要是硝酸态的氮)。在秋播作物的田地上这种现象表现得最强。由于播种前施肥的结果,最初时期肥料不能被利用,因为那时植物很小,而到植物大量需要肥料时,肥料的一部已不能被植物吸收。如果在生长期內施肥并行严密的盖土,就可以在很大的程度上消除这些缺点,并且营养物質的利用程度也可以提高。

在生产条件下,作物对于在播种前所施用的肥料中有效物質的利用程度,由于杂草的强力發育而更加减低。这是因为作物在初期發育比較慢(亞麻、黍及其他等)而相反地,許多杂草一般是比較能适应低温和不利条件,它們就能超过作物而能吸收大部分的肥料。

因此,作物对于肥料的利用程度無疑的是要减低。借助于播种前所施入的肥料而發育起来的杂草压制着作物,因而就更加减低肥料的利用程度。除了上述的情形以外,在生长期內施肥时所以能够提高营养物質的利用程度,就是因为在生长期內如果合理的組織施肥,植物就可以發育得良好。而發育良好的植物,自然也就可以更好的利用肥料。

如在最主要的生長时期內供給植物以营养物質时,不仅能大量被植物所吸收,而且也能更有效地被利用,也就是說,植物能以吸收的同量营养物質,比較在其他時間施用的这些物質,可以产生更多的有价值的产品。这也是追肥的原則性的区别。

4. 在国外,于生长期內施用肥料时;主要是施用氮肥。如上所述,零星施用氮肥的目的,是为了避免氮肥被水淋溶流失。苏联的

施用追肥与西欧和其他国家的經驗不同,它不仅施用氮肥,而且也施用其他肥料。

5. 在国外,于生长期內是进行地面施肥。在苏联,在寬行作物中施用追肥时,則复土达相当深度。由于这样处理追肥的結果,苏联已經設計制造了西欧与美国所不知道的追肥机。

6. 按順序在最后但按其意义是首要的追肥的原則性区别在于:它与播种前施用的肥料和其他的綜合因素配合起来,才有可能获得这样的产量,这种产量是在播种前施入全部肥料时所不能获致的。

由于上列的特点,对于我們來說,“追肥”这一概念是充滿了新的內容的,这个內容根本不同于以往所理解的“播种后施肥或零星施肥”。在我国,在生长期內广泛地施用肥料,获得了打破世界纪录的前所未見的收获量,并不是偶然。追肥的重大意义就在于此。

衡量这种方法的正确性的标准,是我国社会主义农业的先进者的广泛的和多年的实践以及苏联社会主义劳动英雄的輝煌成就。

现在如不結合植物的生長和發育来考虑它的要求的改变,就不能供应植物的营养物質。現在已經完全明确:想一次就使植物一生“吃飽”是不可能的。对植物的培养必須与其生長發育协调一致。

我們根据許多試驗材料可以确認,肥料的效果在很大程度上是决定于这些肥料是在那一个生長發育期中給予植物的。同样的肥料,在某一个时期施用时,不能給予任何益处,甚至能减低产量;而以同样肥料在另一时期施用时,就可以获得極显著的效果。本書作者曾經确定了植物生活中的特殊时期,在这些时期內,施用营养物質可以产生异常的效果:在这个时期內施用的肥料不仅在当时

能显然改善植株的生長，而且对于植物有机体以后的生活过程的方向与强度也給予極大的影响。在营养物質的影响下，植物在这一段时间里打下生殖器官生成的基础和構成收获量。

这些时期具有特殊的例外的情形。这些时期多半是和植物的光照阶段相符合。烏克蘭社会主义农业科学研究所的研究人員对于植物营养与阶段發育的关系的問題进行了一系列的科学工作。

敖維奇金(С. К. Овечкин)研究了春小麦和冬小麦联系其阶段發育对于矿物质营养元素的需要。根据他的試驗，他作出了下列結論：

1. 禾本科植物对于三个主要的矿物质营养元素的最大限度的反应和需要是在通过光照阶段的时期所具有的。

2. “如果植物在春化阶段完成后和在光照阶段內开始攝取营养时，那么加强营养对于产量的構成因素的形成就不因这个阶段的長短而發生影响。

在春化阶段的营养物質，只有在植物能充分攝取它們并在光照阶段能利用它們时，这些营养物質才有利于产量的構成”。

同一个研究所的研究員布里揚 (В. Ф. Бурьян)，根据他用燕麦所进行的試驗得出了下列結論：

1. “在春化阶段缺乏鉀时，結穗莖的数目便要增加。

2. 燕麦从光照阶段开始到开花期終結一直都需要鉀”。

烏克蘭农业科学研究所的其他研究人員也得出了同样的結論。

从以上引証的資料可以看出，植物的营养与其阶段發育是有着联系的。

我們是否可以說，現在我們已經能够按照植物的阶段發育而給予营养呢？可惜我們还不可以这样說。

原因是不少的。首先，并不是所有的發育阶段都為我們所知

道。現在只發現出兩個階段即春化階段和光照階段。而根據李森科(Т. Д. Лысенко)院士的意見，植物還具有其他的發育階段。究竟是些怎樣的階段，它們何時開始和何時完結，我們就不知道。我們對植物營養與其階段發育的關係研究得不够的第二個原因，是在於農業化學家和植物生理學家沒有注意這個問題。

當然，現在我們還沒有掌握到關於植物營養與其階段發育的關係的完全資料。因此，在本書內，將利用各科學研究機關的試驗資料和社會主義農業先進者在植物的各種成長時期施用肥料方面的經驗。

植物對營養物質的吸收

為了解決追肥的實踐問題，必須知道植物在其生長和發育的各時期內都需要那些營養物質並需要多大數量。在這方面，關於植物對營養物質吸收的一些資料，是有着一定意義的。現在，在文獻里有許多可以說明在生長過程中營養物質如何進入各種植物的實際資料，根據這些資料可以確定，該植物在其生活的一定時間內吸收多少營養物質，以及這個植物的營養期繼續多長的時間。

所謂營養期的時間就是植物從外界環境中吸收營養的那一段時期。植物有機體的營養過程是在其整個生活期中進行，但是，它從外界環境中吸收營養的時期並不是發生於整個生長期內。在其發育的初期，植物是從發芽的種子或根莖中攝取營養物質；雖然它們繼續利用在以前所吸收的那些養料元素，但到生長末期，許多植物便停止了自外界環境中吸收營養物質，不但如此，並且許多植物到生長末期發生外滲現象，也就是說營養物質經過根部又回到土壤中去。

因此，按其時間來說，營養時期不能與生長時期一致。按照營

养期的時間或生長期的長度來說,植物之間都有着極大的區別。有
 关这个問題的實際資料列于第1—4表。

第1表 冬小麦对营养物質的吸收(最高量,%)

观 察 时 期	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
早 春	49.6	31.2	45.6
抽 穗 初 期	70.0	64.0	72.1
抽 穗 末 期	80.5	83.5	98.9
开 花 期	95.5	97.7	100.0
成 熟 初 期	100.0	96.5	97.3
完 全 成 熟 期	95.2	100.0	75.6

第2表 大麦、春麦、馬鈴薯的收获量的增長和营养物質的吸收过程

观 察 日 期	1 公頃收获量 (公担)		营 养 物 質 总 量					
			N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	总产量	种子 (塊莖)	公頃 (公斤)	最高量 %	公頃 (公斤)	最高量 %	公頃 (公斤)	最高量 %

大 麦

5月29日	28.24	—	57.26	66.15	21.25	48.58	82.80	67.81
6月17日	68.71	3.37	86.56	100.00	41.13	94.03	142.98	100.00
7月3日	95.18	17.73	71.26	82.32	43.74	100.00	120.43	84.23
7月27日	92.79	31.08	64.52	74.54	40.79	93.27	92.89	64.97

春 小 麦

5月15日發芽	—	—	—	—	—	—	—	—
6月22日	29.33	—	89.59	69.92	21.62	45.81	99.22	71.68
6月14日	76.84	—	97.90	76.40	35.62	75.48	138.43	100.00
8月5日	100.62	8.12	128.14	100.00	47.19	100.00	137.00	98.97
8月28日	103.88	31.83	103.36	80.66	46.85	99.28	81.50	58.87

馬 鈴 薯

5月30日發芽	—	—	—	—	—	—	—	—
6月17日	3.88*	—	50.55	40.48	9.48	29.98	53.18	33.00
7月16日	117.92	—	83.31	66.72	17.07	53.98	88.14	54.69
8月18日	213.34	—	116.46	93.27	28.74	90.89	126.29	78.86
10月5日	306.30	—	124.86	100.00	31.62	100.00	161.17	100.00

* 这表中只列举了馬鈴薯塊莖的重量。