

植物营养和施肥

Е.И. 拉特涅尔 著

科学出版社

83715

共本五册

植物营养和施肥

王德林等主编



科学出版社

植 物 营 养 和 施 肥

E. M. 拉 特 涅 尔 著
楊景輝 趙其國 石 華 譯

科 学 出 版 社
1 9 5 6 年 8 月

ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ И
ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ
Издательство Академии наук СССР
Москва, 1955

內 容 提 要

本書總結了近年來植物营养科学所獲得的成果，介紹了新的研究方法，概括地敘述了這門科学的現狀。本書的特点是深入淺出，讀者可由其中了解植物营养科学的基本內容。它可以作為農學院與生物系的学生及農学、農業化学和植物生理學方面的科学工作者的參考讀物。

植 物 营 养 和 施 肥

原 著 者 [苏联]拉特涅尔(Е. И. Ратнер)
翻 譯 者 楊景輝 趙其璽 石 華
出 版 者 科 学 出 版 社
北京朝陽門大街117號
北京市書刊出版業營業許可證出字第901號
印 刷 者 北 京 新 華 印 刷 厂
总 經 售 新 華 書 店

1957年8月第一版
1957年8月第一次印刷
(京) 0901-10-353

書号：0509 印張：4 1/2
開本：787×1092
字數：87,000

定价：(9)0.50元

目 錄

为農業服务的植物营养学說	1
植物体中的礦物質及其生理意义	6
植物体中的化学元素及其对植物生長与發育的意义	6
氮与氮肥	8
磷及磷肥	14
硫及其在肥料中的含量	22
鉀鈣鎂及鉀鈣鎂肥	24
鉄及微量元素。微量肥料	30
農作物消耗礦物質的范围	39
土壤中的植物营养与肥料施用	41
自然界中植物营养物質的來源。土壤肥力及其起源	44
自然界中植物营养物質的循环及其意义	43
根际微生物及其与植物生命活动的关系。細菌肥料	51
微生物在植物营养中的作用	54
土壤吸收能力及其在植物营养中的作用	61
植物营养的土壤条件及植物对这些条件的适应	68
土壤中养分的缺乏。生物地球化学区和生物地球化学地方性病。 肥料的意义	74
土壤中有效性养分的計算法。植物营养及其需肥率的鑑定	84
提高肥效的途径	90
参考文献	104

为農業服务的植物营养学說

苏共中央九月全会(1953)指出,國民經濟最重要的任务在於迅速地繼續發展重工業,以使農業所有部門达到急剧的高漲。

这个任务,基本上应该通过猛烈提高農作物產量与旨在生產粮食而在新的地区內开垦生荒地与熟荒地的途徑來解决。

除加强農業生產的綜合性机械化与提高農業技術的一般水平以外,集体農庄与國营農場內最大限度地利用和正确地施用礦質与有机肥料,也应该在提高農作物產量中起巨大的作用。

苏联不同土壤-气候帶內科学机关的多年試驗与廣泛的農業实践也都証实了这种措施作为提高農業生產率决定因素之一的意义。先進的集体農庄与國营農場,早已用系統地施用礦質与有机肥料的方法保証在自己的土地上獲得了高額而穩定的產量。但是,还不是所有集体農庄与國营農場都出現有这种利用肥料的情况。由於不正确地解釋和千篇一律地应用草田農作制,並由於教条主义地对待我國某些偉大學者的遺產,所以对肥料尤其是礦質肥料的意义常常沒有給以足够的評價,从而削弱了对其正确利用的重視。

苏共中央二、三月間全会(1954),在其決議中向地方党組織、苏維埃与農業机关要求不应再輕視作为進一步提高產量重要工具的有机与礦質肥料的施用。

党和政府拟定了關於加强聚積地方性肥料(厩肥、泥炭、石灰等)以及急剧增加礦質肥料生產的措施,以進一步提高農業肥料的供应。

苏共中央九月全会(1953),責成化学工業部与冶金工業部在

1954—1963年間增加礦質肥料生產力至1959年的16,500,000—17,500,000噸(按假定單位換算)和1964年的28,000,000—30,000,000噸。肥料工業發展的這種速度,遠遠超過任何資本主義國家內肥料的生產,它要求我們堅決地克服對肥料在提高產量中的作用的過低評價。同時,也推動我們更廣泛地傳播作為施肥科學基礎的正確的植物營養知識。

在很久以前,我國即已奠定了施肥與植物營養學說的基礎。早在十八世紀后期,即早在正確的、科學的植物營養觀念產生以前,關於施用肥料以提高土壤肥力的問題即已引起了俄羅斯農學思想的先進代表們的注意。在А.納爾托夫、А.巴洛托夫、И.科莫夫的工作中曾對廐肥、草木灰、泥灰石、石灰、石膏、沼泥、塘泥等的施用作過宣傳。在А.巴洛托夫的一篇論文中列舉了53種不同的、適於農業應用的肥料。在18世紀末葉,А.佛敏注意到泥炭在農業中作為肥料的应用,同時他還指出,當時在阿爾汗格爾省農民實踐中存在有從近代觀點看來極為正確的泥炭施用方法——“預先把泥炭用作畜圈中的褥料,並以廐液使之豐富¹⁾”。

在上世紀的80年代,我們在植物營養和施肥方面開始了系統的、極為科學的研究。當時組織了第一次地理性網的田間肥料試驗。И.И.門捷列也夫是這個工作的創始人和思想上的鼓舞者,他非常重視施肥問題,並在這方面擬定了廣泛的研究綱領。

門捷列也夫所組織的試驗,根據當時的條件,只在四個地點進行,而且僅僅繼續三年(1867—1869),但按其佈置的深度、問題包括的廣泛與研究的精確來說,這些試驗乃是对我們在肥效研究方面進一步發展試驗工作的奠基階段。

門捷列也夫的研究涉及到不同農業技術條件下的很多種礦質與有機肥料。例如,這些研究証明,除廐肥作為基肥以外,正在西歐某些國家廣泛實踐中所引用的礦質肥料,也可作為我們提高產量的有

1) 引自“蘇聯農業史料”一書中辛科夫的論文。蘇聯科學院歷史研究所出版,1952。

力工具。

在十九世紀末叶,另一偉大的俄罗斯学者和社会活动家 A. H. 恩格里加尔德特也在植物营养与施肥方面从事过工作。他所拟定的关于施用磷灰土粉特别是配合播种作为提高灰化土肥力極有效工具的車軸草的原理,以及卓越的農学家 A. E. 札依凱維奇大約在同一时期內所拟定的用他提議的复合播种 机条施肥料的科学原理,是繼門捷列也夫工作后在祖國的植物营养与施肥科学發展中第二个重要的階段。

卓越的植物生理学家 K. A. 季米里亞捷夫的科学与社会活动,在这門科学的發展中起了巨大的作用。早在其科学活动的初期,季米里亞捷夫即已直接参加了按門捷列也夫的創議和綱領所組織的上述的第一次田間礦質肥料試驗。在其后的工作中,季米里亞捷夫一直不断地关心植物营养与施肥問題,他促進了这門学科科学研究的發展,在科学實踐中引用了当时新的研究方法如盆栽法,並在这方面進行了廣泛的宣傳。

季米里亞捷夫高度地評價了植物营养科学 对農业實踐的意义,同时他指出:“農业僅僅是由於農业化学与植物生理学才变成了今天这个样子。”

門捷列也夫、恩格里加尔德特、季米里亞捷夫在植物营养与施肥方面的科学遺產,以及他們对开展这門学科的 广泛研究而發出的坚定号召,在 K. A. 季米里亞捷夫的学生 Д. H. 普里亞尼施尼科夫院士的科学活动中得到了最完整的發展和体现。Д. H. 普里亞尼施尼科夫院士是苏联独創的農业化学学派的奠基者,这个学說在國內和远在國外都得到了廣泛的承認。Д. H. 普里亞尼施尼科夫的科学活动是早在革命前开始的,而在偉大的十月社会主义革命后得到了充实,並獲有了特殊的規模和實踐意义,因为这个革命 为科学成就运用於國民經濟开辟了最廣泛的可能性。

十月革命后不久,按照党的決議成立了專門的肥料科学研究所。根据 Д. H. 普里亞尼施尼科夫的創議並在他的領導下,肥料科

学研究所在我國各个不同的土壤气候帶內進行了包括 300 个試驗單位以上的廣泛田間試驗。这些試驗在新的、比較廣泛的基礎上繼續了門捷列也夫開始的事業，它們在克服對我國農業有效應用礦質肥料的可能性存在的懷疑態度中起了重大的作用，並提供了令人信服的、以大批無可指摘的材料為基礎的証据，这些証据證明礦質肥料在我國不同地區內對各種農作物特別是如棉花、糖用甜菜、亞麻、馬鈴薯等技術作物具有高度的肥效。正是因為這樣，所以也為擴展我國肥料工業的基本部門與在農業實踐中廣泛運用礦質肥料創造了先決條件。

普里亞尼施尼科夫與其最接近的同事們的著作，他所創造的蘇聯農業化學學派，以及П.С.科索維奇、К.К.蓋得洛依次、А.Н.列別金切夫，營養生理方面的偉大學者Д.А.薩賓寧和許多其他卓越的蘇聯學者等的工作，把我國的植物營養與施肥科學大大地提高一步。

革命以前所存在的植物營養科學發展的很多根本問題，都在革命以後得到了最完全的和最徹底的解決。比如，植物營養與其中所進行的物質代謝過程間的相互關係問題便是如此，由於十月革命後這些問題的廣泛研究，在目前肥料的应用不僅成為達到提高產量的目的工具，而且也在很大程度上成為達到調節其品質的目的工具。其次，如土壤的施用石灰、施用石膏、施用磷灰土等問題也是如此，這些問題主要是從十月革命後我國所建立的土壤吸收能力學說中找到了推動農業實踐的可靠的理論基礎。再次，如評價不同類型的肥料、肥料施用的技術以及創造有關的機器和裝置等等問題，也是如此，而其中評價肥料問題，在很大程度上決定了肥料工業各個部門的發展方向。

這門學科的許多部門，只是在十月革命後才產生，並加以研究的。例如，微量元素學說、植物追肥學說、根外營養學說以及用肥料調節植物發育等學說，便是如此。其中，微量元素學說正在為提高產量與防治植物病害開辟新的途徑，而植物追肥學說曾在獲得各種農作物的豐產記錄中起了巨大的作用，在今天又成為獲得高產而穩定

的產量所必需的条件。

除了研究所有这些最重要的植物营养与施肥問題外,我們也加深了对土壤肥力的实質、發生和進化,以及農作物利用土壤肥力因素的途徑(这种途徑依外界条件与作物的生物学特性而有不同)的認識。

苏联生物科学的另一傑出的代表——B. P. 威廉斯院士的科学活动,在这个知識部門中起了巨大的作用。

威廉斯院士在植物营养科学中的主要功績在於,他特別重視植物营养作为自然界中物質循环的一个環節。在他的学說中,植物营养不是看作孤立的过程,而是看作与植物周圍环境,首先是与生物环境和巨大的微生物界具有密切关系的过程。他認為,調節生物环境,是植物利用土壤肥力中最重要的因子,这种看法对正确評價自然条件下植物营养的特性具有極重大的意义。

威廉斯所提出的以創造和系統恢复穩固的土壤团粒結構及礦質与有机肥料混施的方法來調節生物过程的原理,是在我國很多地区特别是灰化土地地区獲得高產而穩定的產量的農業技術基礎。

苏联的植物营养科学的特点在於,它不是單方面地,而是在廣泛的生物学基礎上發展和形成的。Д. Н. 普里亞尼施尼科夫關於植物营养作为調節有机体中物質代謝的因子的学說,威廉斯与B. И. 威尔納德斯基關於植物营养作为自然界中物質的生物循环因素之一的学說,以及米丘林關於植物营养作为植物形态形成与定向培养的因子的学說,所有这些学說,都是上述生物学基礎的最重大環節。

苏联研究者在進一步地發展和充实所有这些从不同角度說明同一現象的学派,並克服植物营养問題的研究在國外所經常出現的狹隘觀念。苏联研究者由於应用新的研究方法,如在研究植物营养的許多重要过程中產生有極好結果的示蹤原子法,而在植物体的这个最重要机能中揭露出愈來愈新的規律,並利用这些規律來進一步改善施肥方法,以便最大限度地提高肥料的效果。

植物体中的礦物質及其生理意义

植物体中的化学元素及其对植物生長与發育的意义

不久以前,我們对存在於植物組成中化学元素的种类的知識是不完全的,这是因为在研究植物組成时所应用的分析方法不够完善的緣故。由於分析化学,特别是顯微化学的迅速发展,試剂与水分淨化方法的完善,而重要的是由於新的研究方法——光譜分析法、極譜分析法、X光攝影術、放射綫攝影術及其他一系列方法廣泛的应用於实践,这样就使我們曾有可能大大地增多了包含於植物体中化学元素的种类,据 A. П. 維諾格拉多夫院士所証实,在目前我們可以認為,植物(及一般的有机体)在其本身的組織与器官中含有一定数量的現代所有已知的化学元素,並且也含有所有已知的安定的(穩定的)与自然衰变的(放射性的)同位素。

除大量含於植物中的元素,即所謂大量元素(氧、氫、碳、氮、磷、鉀、鈣、鎂等)以外,在植物体中尚包含有种类甚多而为量極少——从十万分到千億分之几,甚至比这还少的元素。这就是所謂微量元素(硼、錳、鋅、銅、鉬等)及超微量元素(硒、汞、鋇、銻等)。

为了獲得植物組成中不同化学元素含量的某些概念,茲引証 A. П. 維諾格拉多夫院士工作中的平均材料,这些材料乃根据不同植物的多次分析結果所得。

植物体中化学元素的含量

(佔干物質%)

氧.....	70	鋁.....	$n \cdot 10^{-4}$
氫.....	10	鉻.....	$5 \cdot 10^{-4}$
碳.....	18	鈾.....	$1 \cdot 10^{-4}$

矽.....	$1.5 \cdot 10^{-1}$	鉀.....	$5 \cdot 10^{-4}$
鋁.....	$2 \cdot 10^{-2}$	銻.....	$< 10^{-4}$
鈉.....	$2 \cdot 10^{-2}$	鎳.....	$5 \cdot 10^{-5}$
鐵.....	$2 \cdot 10^{-2}$	銅.....	$2 \cdot 10^{-4}$
鈣.....	$3 \cdot 10^{-1}$	鋅.....	$3 \cdot 10^{-4}$
鎂.....	$7 \cdot 10^{-2}$	鈷.....	$2 \cdot 10^{-5}$
鉀.....	$3 \cdot 10^{-1}$	硼.....	$1 \cdot 10^{-4}$
鈦.....	$1 \cdot 10^{-1}$	鉛.....	$n \cdot 10^{-5}$
磷.....	$7 \cdot 10^{-2}$	砷.....	$3 \cdot 10^{-5}$
氮.....	$2 \cdot 10^{-1}$	銻.....	$n \cdot 10^{-5}$
錳.....	$1 \cdot 10^{-3}$	鉬.....	$2 \cdot 10^{-5}$
硫.....	$5 \cdot 10^{-2}$	硒.....	$n \cdot 10^{-7}$
氟.....	$1 \cdot 10^{-5}$	鎘.....	$n \cdot 10^{-5}$
氯.....	$n \cdot 10^{-2}$	碘.....	$1 \cdot 10^{-5}$
鋰.....	$1 \cdot 10^{-5}$	汞.....	$n \cdot 10^{-7}$
鋇.....	$1 \cdot 10^{-1}$	鐳.....	$n \cdot 10^{-14}$

關於植物体中各种化学元素对植物(及一般的有机体)的作用与意义的研究,是目前植物营养(以及动物营养)科学最重要的与高度發展着的部門之一。

卓越的俄罗斯学者 B. И. 威尔納德斯基院士最先認定,在地球上的生命現象中起特殊作用的,不僅有大量元素而且也有微量与超微量元素。他的这种概念,变成了这个科学部門的基础。随着時間逐年的進展,在地球上我們將發現越來越多的、有时甚至是沒有預期的事实。由於含在植物組成中已知元素种类的增加,乃使得闡明其在植物生命中的作用与意义的任务变得愈加复雜而广泛;而按照所有化学元素來解决此項任务,尚需花費不少的時間与精力。虽然如此,在目前,我們还是可以把一些古老的概念認作是歷史的財富,这种古老的概念認為:对植物正常生長与發育所必需的,除开四种所謂“有机元素”——氧、氫、碳与氮外,僅还有其他六种化学元素——磷、硫、鉀、鈣、鎂、鐵。但是大量盆栽試驗令人信服地确証,上述元素不

能滿足植物正常生長与發育的需要。这些試驗是在較現代化的葯剂技術基礎上進行的,此种葯剂技術使我們有可能完全淨化試驗所应用的葯剂与去除蒸餾水中極少量的雜質。植物对其他化学元素的需要性,視植物种的特性,种子中某些微量元素的貯量,环境条件——即环境反应(pH),各种离子在溶液中的比例,植物水分的供应,以及环境的物理因子如温度、光度等,而有不同程度的表現。在目前,植物對於硼、錳、銅、鋅、鉬的需要性,獲得了最完全而确切的証实,这些微量元素已經应用於農業,而且在很多情况下對於提高農作物產量与產品的品質具有重大影响。此外,还累積了証明植物在任何情况下也需要極少量其他元素的事实。这些元素是:鋁、矽、鎂、鈣、鎂、鈉、天然放射性元素——鐳、鈾,也可能包括砷、氟、碘、鎳等。

当培养液中全部去除上述很多营养元素,特別是表中第一排列举的元素时,植物即表現出特殊的病征,而当其去除其他元素特別是表中后排的元素种类时,則不表現任何病害,不过,用这类元素供給植物能明顯地改善其生長与發育。我們在該情况下所談到的只是關於这些元素对植物的有益性,而關於它們对植物無条件的必需性問題,还須予以進一步的闡明。

科学不斷發展不僅將能証实植物体中毫無例外地存在着所有目前已知的化学元素,而且也將証明,如同B.И. 威尔納德斯基院士学派的設想一样,所有这些元素都具有巨大的生物学意义。

現在我們簡單地談談几种最主要的礦物营养元素对植物的意义,然而,同时也应注意到,在目前甚至對於每种大量元素的意义尚未充分地加以揭露,因此对許多微量元素僅只是开始進行闡明而已。

氮与氮肥

氮對於植物及一般地對於地球上所有生物的意义,首先決定於它存在於蛋白質組成中。蛋白質是原生質最重要与最富代表性的部分,就是說,是所有植物、动物、或微生物細胞的生命基礎。

複雜的蛋白質分子是由很多不同的氨基酸組成的。这些氨基酸

的形成,沒有氮是不可能的。因此,氮在蛋白質中的含量很大,它佔蛋白質重的 16—18%,並視其中各种氨基酸的配合而有不同。

氮對於植物体的重大意义,还決定於它的一定部分存在於叶綠素的組成中。綠色植物極其重要的机能如光合作用,乃与叶綠素的存在有关。

最近,对維生素在植物或动物有机体的生命中的作用賦予極大的意义。而且,其中很多維生素,特別是其中組成極丰富的乙种維生素——硫胺素(維生素 B_1)、核黄素(維生素 B_2)、吡醇素(維生素 B_6)、汎酸、菸鹼酸等,都含有氮,缺少氮則它們將不能被合成。这种情况也在一定程度上为酶所具有,酶是有生命的細胞中物質代謝全部过程最重要的調節器。为了強調氮对酶在植物中合成的必需性,必需指出,所有的酶按其化学本性看來,都是屬於蛋白物質,这种物質大部与非蛋白部分即所謂輔基相結合。

氮也存在於原生質与細胞核最重要的組成部分的核酸內,而核酸是以核蛋白即核酸与蛋白質化合的化合物的状态包含於其中的。

植物內很多其他的有机化合物——各种磷脂、生物碱、很多配醣类——也在其本身組成中含有氮素,沒有氮它們便不能在植物体中形成。

在上述植物体内的含氮有机化合物中,蛋白質處於优势地位,通常佔植物中全部氮素的很大一部分。蛋白物質从种子萌發的最初阶段开始,即已参与了伴随着植物生長与發育同时發生的物質代謝的各种不同过程。突出地面的植物生長器官內原生質的結構蛋白質,它是在种子發芽后的最初阶段依靠种子中的貯藏蛋白質所形成的。其后,在植物表面進行了光合作用时,蛋白質的形成則主要依靠从体外所進入的氮素。同时,正如 A. A. 尼啓波罗維奇及其同事們的研究所証明,在一定条件下,除碳水化合物以外,甚至蛋白質也可能是光合作用的直接產物。

在植物整个生命过程中,其所包含与重新形成的蛋白質發生着不断的变化:参与普遍的物質代謝作用,部分的蛋白質同时被分解而

再重新組成。在不久以前，人們还認為，这种强烈参与代謝作用的，基本上僅是貯藏蛋白質。而今天，苏联研究者们(Ф. Б. 屠尔欽与其同事们)，由於利用示踪氮而成功地証實了，原生質的結構蛋白質态氮，与叶綠素态氮一样，也同样具有巨大的变化性与迅速的更新性。

用氮营养植物，在自然条件下，主要是通过吸取陰离子 NO_3^- (硝酸态氮) 或陽离子 NH_4^+ (氨态氮) 的方法來實現的。在相当小的程度上，植物也吸取陰离子 NO_2^- (亞硝酸态氮)。这些氮的礦質化合物，在進入植物时進行着一系列極為复雜的变化，这些变化進入最終階段时，氮的化合物即包含於蛋白質的組成中。Д. Н. 普里亞尼施尼科夫院士在其著名的研究中曾揭露了，这种变化与种子萌發时含氮物質的变化，具有相同的實質。

Д. Н. 普里亞尼施尼科夫的工作証明：無論从外界环境所吸收的氮的形态怎样，無論其为硝酸态、亞硝酸态或氨态氮，总之，在植物利用的最初階段，在硝酸鹽与亞硝酸鹽的情况下，都将还原为氨。这种氨，在酶的影响下与有机酸相結合，形成合成蛋白質所必需的大氨基酸組。

對於这种过程更为詳尽的研究，使我們有可能确定氨基酸在植物体中形成的途徑。曾經查明，進入植物中或在其中所形成的氨，它首先僅与某些(二羧基的，即具两个羧基的)有机酸如反-丁烯二酸、2-氧丁二酸、膠酳酸相結合。这些酸在植物中則形成原生的氨基酸、天冬氨酸与麥氨酸，它們的氨基仍在特殊酶的影响下轉移到各种不同的其他有机酸上，形成蛋白質組成中所有其余的氨基酸。

不久以前，曾認為植物体内蛋白質合成的最重要过程所謂氨基轉換作用，是在叶体内實現的。然而，通过濾紙色層分析法——一种有效的化学研究新方法——的应用証明，根部是在植物体中强烈地实现这种作用的第一个“工作室”。

实际上，借助於从少量液滴中將其所含物質以个别的斑狀或帶狀析出至濾紙上的方法証明，在割断很多植物近根基部的莖后，由此莖所分离出的液体即所謂“伤流”或莖出液，可以發現其中具有各种

氨基酸的明顯含量(圖1)。这一事实証明,原來根中所形成的很多氨基酸,已由根部轉移至植物的地上部分了。

因此,在合成氨基酸时進一步所要利用的氨,它的形成,是蛋白質在植物中开始合成的最先階段。另一方面,Д.Н. 普里亞尼施尼科夫的研究証明,氨也是蛋白質在植物中分解时(如在种子萌發时)分解的最終產物。这些事实,給了我們提出如下原理的根据,即氨是植物中含氮物質代謝的“首与尾”(即开始与結束),因为,由進入的礦質态氮合成为氮的有机化合物是从氨开始的,而这类化合物在植物中的分解也以氨的產生为結束。

然而,氨在其含量增高时,也与对动物一样,將对植物發生不良影响。它在植物体中的聚積能引起氨的毒害作用。植物可借其所具有的性能來避免这种毒害影响,这种性能便是,在碳水化合物有充分貯存或供应时,轉变过剩的氨为对植物無害的化合物(天門冬素,谷氨醯胺)。Д.Н. 普里亞尼施尼科夫,在其早期的工作已經揭露了这种化合物作为植物中氨的貯存形态的生理意义。

天門冬素与谷氨醯胺在植物有机体中,与尿素在动物有机体中具有同等的作用(氨的过剩對於动物有机体也有不利影响)。尿素的形成,是动物体中氨的消毒形态。在消



圖1 南瓜莖出液中氨基酸的色層譜。用数字标示从莖出液中分离出的个别氨基酸:1. 胱氨酸;2. 氨基己氨酸;3. 天門冬素+天冬氨酸;4. 絲氨酸;5. 氨基乙. 酸;6. 麥氨酸;7. 丙氨酸;8. 酪氨酸;9. γ -氨基丁酸。

毒态氮的進一步轉化方面,动物与植物間所存在的区别僅在於:动物体中的尿素随尿排出体外,而植物中的天门冬素态及谷氨酰胺态氮易於重新分离,並在有利的条件下,又能重新参与導致蛋白質合成的氮素代謝过程。

在Д.Н. 普里亞尼施尼科夫及其学生与繼承者們的研究中,揭露了植物体中含氮物質代謝的所有有关方面,並确定氮在此代謝中的作用与意义,这不僅具有理論的意义,而且也具有重大的實踐意义。按照Д. Н. 普里亞尼施尼科夫的譬喻說法,这种研究提供了氮素工業中新的方向以“生活經驗”,並从而使氮素工業由合成硝酸來制造氮肥过渡到以氮的合成为主。

在目前,硝酸銨主要是用作氮肥,它同时含有氨态和硝酸态氮。純氨态氮(主要为硫酸銨态),以及在少数情况下純硝酸态氮(主要为硝酸鈉态),它們的应用也具有一定意义。

虽然植物能良好地吸收氨态与硝酸态氮,然而在实际上,这些类型中的每种氮,它們在植物体中均具有其本身的特性,这种特性,在应用它們的时候,是應該予以考慮的。硝酸态氮的活性較大,它能較快地滲入根內,而迅速地对植物發生作用。然而正因其有較大的活性,它在一定的条件下能很快地自土壤中淋失。因此,在秋季施用硝酸态或硝酸銨态氮是不利的,为使其达到有利的目的以施用氨态氮为佳。相反地,当植物需要加入迅速滲入根中的追肥时,則最好施用硝酸态或硝酸銨态氮。

由於植物体中氮的某些过剩積聚对植物發生的有害作用較之硝酸鹽为大,所以在早期生長条件下对植物加强氨态氮的供給时(如播种时用条施法施用氨态氮),就需要謹慎小心,而特別是在播种缺乏碳水化合物的种子时。在此处,施用高質量的氨态氮肥是有危险的,因为加强氮進入那些叶部器官尚未壯大和种子內尚未貯存足够碳水化合物的种苗,是会引起不良結果的。一般地說,在植物發育的初期階段,特別是从种子萌發到出現第一片真叶时,適當的氮素营养基是对其最有利的。