

农业用矿石

И. И. 鮑克 著

地质出版社

农业用矿石

(地质学原理和找矿标志)

И. И. 鲍克 著

齐耀光 译

地质出版社

1958·北京

И. И. БОК

АГРОНОМИЧЕСКИЕ РУДЫ

(основы их геологии и поисковые признаки)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

АЛМА-АТА 1955

本書是作者給哈薩克礦冶學院地勘系學生講授的講義。書中詳盡地介紹了各種農業用礦物原料的利用的特點和找礦預測標志。

本書可供地質工作者和農業、畜牧業工作者參攷。

农业用矿石

著者	И. И. 鮑克
譯者	齊耀光
出版者	地質出版社
	北京宣武門外永光寺西街3号
	北京市書刊出版業營業許可證出字第050号
發行者	新華書店
印刷者	天津人民印刷厂

印数(京)1—1,400册

1958年3月北京第1版

开本31"×43" $1/25$

1958年3月第1次印刷

字数 150,000字

印張6 $18/25$

定价(10)0.90元

目 錄

原 序	4
緒 論	5
農業用礦石研究史	10
磷酸鹽礦物原料	13
磷灰岩	15
海相沉積磷灰岩	18
陸相磷礦	33
藍鉄礦和泥炭	43
磷灰石	46
鉀礦物原料	52
鉀鹽	52
鉀鹽的岩鹽礦床	54
現代鹽湖中找鉀鹽的可能性	61
用于農業目的的鉀的其他來源	62
氮礦物原料	68
鎂肥原料	75
石灰質肥料原料	85
硫和硫酸态肥料	90
微量元素——栽培作物一定品質的刺激物	102
硼	103
錳	107
銅	112
鋅	115
鈷和鎳	117
鉬	121
其他微量元素	122
供土壤化学改良的礦物原料	132
防止土壤侵蝕和改良土壤結構用的礦物原料	145
畜牧業用礦物原料	154
参考文献	162

原 序

本書系根据給哈薩克礦冶学院（阿拉木圖）地勘系学生講授的加选課程講義寫成的。

这門課程是根据苏共中央9月全会的決議而列入地勘系学生教学大綱的。其目的在于提高学生在農業用礦石地質学方面的知識水平。所謂農業用礦石，就是直接或間接用于農業生產中的礦物原料。如所周知，農業对各种礦物原料有其独特的要求，这种要求与其他工業部門的要求常常是根本不同的。把这門課程列入教学大綱，目的是为了使未來的地質工程師們了解：農業生產中使用礦物原料的特点，某些礦產在農業中使用的可能性及其找礦預測和評價标志。

講授这門課程時曾編寫了提綱，以后提綱曾根据農業礦物原料地質学，生物地球化学，農業化学和生物化学某些参考文献的有关資料作了修改和补充。最后兩節寫得不全，因为本書主要是供地質工程師，其次是供采礦和选礦工業部門工程技術人員之用。因此，編寫本材料时，与其着重指出什么是这种或那种農業用礦石，还不如着重指出如何簡單而迅速地鑑定它們，对礦床進行評價，因为什么是这种或那种農業用礦石，無論勘探人員或地質人員是都知道的。为了正确評價这种或那种農業原料礦床，本書簡單地介紹了農業原料在農業化学中的作用及其使用条件。

緒 論

苏共中央9月和2—3月全会关于農業問題的決議是党和苏联人民为爭取社会主义農業的高漲，为进一步巩固我國經濟，为爭取最大限度地滿足苏联人民物質需要而奋斗的战斗綱領。

苏共中央全会決議規定，在最近2—3年为居民生產丰富的食品，为輕工業和食品工業提供丰富的原料。这个真正的歷史性的綱領是苏联人民在苏联共產黨領導下以忘我的劳动实现共產主义建設偉大計劃的不可分割的組成部分。

甚至我國國外敌人也承認这一任务的宏偉及其在苏联完成的巨大意义。比如，英國“民族周刊”雜誌在評論苏联共產党和苏联政府关于苏联農業和日用品生產進一步高漲的決議时，把这个決議叫做“俄國的經濟炸彈”。这种評論的意思是：苏联人民的福利的不断增長，归根結底必然会使其他各國人民相信社会主义制度比資本主义优越。

如苏共中央9月全会決議指出，为了完成農業各个部門高漲的歷史任务，城鄉劳动者必須共同努力。社会主义農業的發展是和苏联城市工人和知識分子切膚相关的大事。勝利地完成这些任务会更加巩固苏維埃制度的基礎，在我國勝利地建設共產主义最重要的条件——工農联盟。

苏共中央全会決議規定采取一些具体的措施，实行了这些措施即可在最短时期內完成所提出的任务。在这些措施中，無論在農業生產方面，或者在供应農業產品的有关工業部門的發展方面，都研究了許多組織上的，農業技術上的和党的政治工作方面的办法。9月全会決議規定的措施中指出，要最大限度使用无机肥料，因为，它对增產農作物和提高畜產品的生產量有重大的影响。9月全会決議中的第9節特別指出，要保証大量積蓄石灰和石膏，以便对酸性土壤施用石灰，对鹼土施用石膏。

化学工業部和冶金工業部提出，在1954—1963年間，无机肥料生產能力到1959年大約增加到1650—1750万噸，到1964年大約增加到2800—3000万噸。

这些数字表明，党認為无机肥料在農業增產事業中，具有多么重大的意义。

* * *

直接作为肥料或經過一定加工作为肥料的礦物原料，以及那些本身虽不是土壤肥料，而只作为改良土壤用的礦物和岩石，統称为農業用礦石或農業礦石。有一些为数不多的、直接用来或作为原料用来提高現代社会主义畜產品生產量的礦物質，目前也算为農業用礦石。本書完全不談有机肥料問題（除煤和泥炭外），只研究名符其实的農業用礦石礦物原料。農業用礦石是農業施用化学肥料的基本原料。关于施用化学肥料，卓越的苏联農業化学家普里亞尼什尼科夫（Д. Н. Прянишников）在1940年寫道：“施用化学肥料是土壤肥力遞增的最主要的条件之一”。

在現代社会主义大規模的農業生產中，用作肥料的礦物和岩石的种类很多。这些礦物和岩石分为下述四組：

一、原肥料原料（大量元素）

1. 磷灰岩、磷灰石、藍鉄礦等；
2. 鉀鹽及其代用品；
3. 无机态氮；
4. 鎂質和鈣質礦物和岩石；
5. 含硫礦物。

二、微量元素——植物發育的刺激物

1. 硼、錳、銅、鋅、鈷等；
2. 鈉和氯；
3. 二氧化硅及其礦物；
4. 藥草等所需的碘和鉄。

我們看到，這張表包括了植物灰中所有的元素。上列的礦物元素

分类并非通用的。在農業化学和生物化学中，其分类稍有不同。

比如，生物地球化学最卓越的代表，維諾格拉多夫（А. П. Виноградов）在1933年提出根据其数量百分数把所有的活質元素划分为下列几組：

大量元素	10^1	——	氧、氫
	10^0 — 10^1	——	碳、氮、鈣
	10^{-1} — 10^0	——	硫、磷、鉀、硅
微量元素	10^{-2} — 10^{-1}	——	鎂、鉄、鈉、氯、鋁
	10^{-3} — 10^{-2}	——	鋅、溴、錳、銅
	10^{-5} — 10^{-4}	——	銀、鈷、鋇、鈦
超微量元素	10^{-6} — 10^{-5}	——	金、銻
	10^{-11} — 10^{-6}	——	汞
	10^{-12} — 10^{-11}	——	鐳、氫（鐳的射气）。

1950年史柯里尼克（М. Я. Школьник）根据1933年后所獲得的新資料提出將植物所必需的所有生命元素分为如下几組：

1. 必需的構造元素——碳、氫、氧、氮、硫、磷、鎂；
2. 生物催化劑元素——鉄、銅、鋅、錳、鈷；
3. 必需的元素，缺少它植物不能發育，——鉀、鈣、硼、鋇，而某些植物尚需硅、鎳、鋁；
4. 放射性元素——鈾、鈾、鐳、銅、氫；
5. 刺激物元素——鈉、氯、砷、鈦、鈷、鎳、碘、溴、銻、鉻、鉍、銻、鈾等。

但为了在本書中進行概括，我們只着重討論以肥料和微量元素肥料供給農作物和其他栽培作物的那些元素。所以我們認為，上述的簡略分类可作为本書的基礎。

除肥料外，在苏联的農業生產中，还使用其他礦物原料。

三、土壤化学改良用的岩石

1. 石灰岩（用以施用石灰和作肥料用）；
2. 石膏（用以对鹼土施用石膏）；
3. 用于土壤化学改良的黃土。

四、防止土壤侵蝕的礦物原料

1. 增強土壤粘結性的粘土；
2. 泥灰岩；
3. 用于加固流砂和其他目的的瀝青質乳濁液和石油淨化廢料（膨潤土）。

最后还需划分專門的一組岩石和礦物：

五、提高畜產品生產量的礦物原料

1. 飼用白堊；
2. 飼用磷酸鹽；
3. 飼用鹽；
4. 作为醫療原料的吸收性粘土；
5. 用于畜牧業中的微量元素。

上表只包括礦物原料的主要种类。因为大多数礦物原料不是采出就可使用，而要通过化学、冶金和其他工業部門制成產品再使用，所以实际上，農業生產中所用的礦物原料种类要多得多，但是研究所有的礦物原料并不在本題範圍之內。对上述所有農業礦物原料变种最重要的要求是价格低廉。農業用礦石价值最大的要素之一是送到消費地区的運輸費用。由此可知，農業生產中使用農業礦石主要条件就是便宜——礦石尽可能用于当地，或者至少要最大限度地接近產地，这样可以避免远途運輸所需的过額費用。当地產的農業礦物原料，像石灰岩（施于酸性土壤）、石膏（施于鹼土）和其他便宜的和大量消耗的原材料，具有特別重要的意义。但是，就是高价的复雜的農業肥料，農業原料產地和加工区也必須最大限度接近消費区。这是農業原料开采和加工的布局 and 規劃的最重要的总趨勢。



瓦西里·米哈依洛維奇·謝維爾金
(1765—1826)

罗蒙諾索夫的学生和地質礦物学研究工作的繼承人。他的无数研究工作奠定了俄國关于農業用礦石的学說和土壤学的基础。謝維爾金 (В. М. Севергин) 关于農業用礦石和土壤学方面所發表的最重要的論文有：“磷灰岩質量鑑定試驗” (1798)、“薩馬拉和叶卡捷林堡近郊鈣磷質岩石” (1805)、“論經濟礦物学和土壤改良” (1809)、“关于耕作業方面土壤物理性質的一些意見” (1821)、“耕作業礦物学或作为土壤肥料的礦物質的礦物学” (1823)

農業用礦石研究史

貧瘠土地对各种有机和无机肥料的需要，顯然在很久以前就發生了。早在卡頓（Катон）“論耕作業”一文中（紀元前二世紀）就已談到了用廐肥作土壤肥料。在古埃及曾使用过綠肥——羽扇豆不收割，用土掩盖而制成。骨灰和骨粉肥料在相当晚的时期才开始使用。以后，每年收穫所帶走的养料在土壤中必須回復的思想逐渐形成一种学說。季米里亞捷夫（К. А. Тимирязев）寫道……：“关于必須回復的学說，无论如何縮小其意义，也是科学最偉大的成果之一……”。19世紀，秘魯的鳥糞和智利的硝石开始大量輸出，此后，在同一世紀的后五十年代，开始用農業用礦石（主要是磷灰岩）制造人工肥料。

俄國在很古时期也已开始使用有机肥料和灰份。至于磷灰岩，薩莫依洛夫（Я. В. Самойлов）証明，早在英國、法國和加拿大开始用这种肥料之前，俄國就已开始使用了。

在苏联，農業用礦石原料來源研究的奠基者是罗蒙諾索夫的学生和事業的繼承人——謝維尔金（1765—1826）。

1798年發表了他的文章“磷灰岩質量鑑定試驗”，1805年——“薩馬拉和叶卡捷林堡近郊的鈣磷質岩石”。“論經濟礦物学和土壤改良”一文（1809）是现代礦床学中農業用礦石一節的基礎。

从1804年开始，在莫斯科、嘉桑和哈尔科夫各大学中，成立了“礦物学与農業”教研室，發展了農業礦物学原理，因为，就是当时的上層官僚人物也开始充分理解到每年收穫所帶走的礦物質在土壤中回復的必要性。不过，不久之后，这个教研室便改为耕作業教研室了。但是，以后在俄國各大学中，無論是農業化学基礎或礦床学中農業一節的研究工作仍然是繼續發展的。此后在高等農業学校也开始研究这类問題（从1816年开始）。

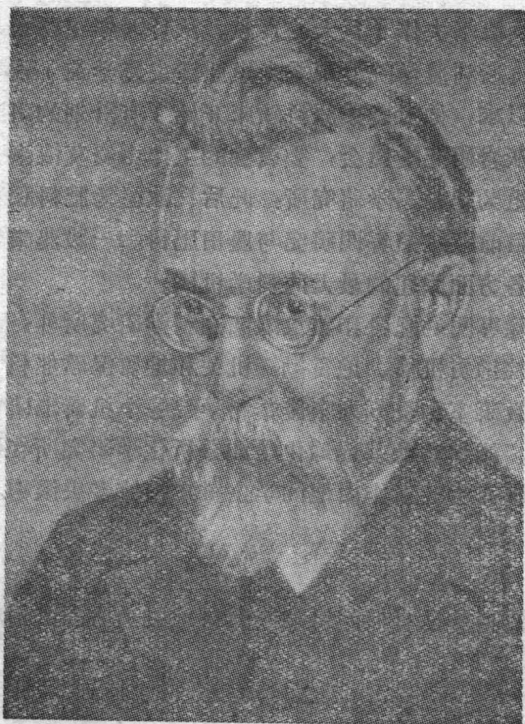
在農業用礦石科学的發展中，生物化学的奠基者維爾納茨基（В.

И. Вернадский 1863—1945) 及其学生和事业的繼承人薩莫依洛夫 (1870—1925) 的生物化学著作有特別的意义。在農業用礦石学說的發展中，薩莫依洛夫作了巨大的貢獻。从1906年在國家最大的高等農業学校——莫斯科農學院 (現季米里亞捷夫農學院) 礦物学和地質学教研室工作以來，他对農業原料礦床开始了有計劃的研究工作。1908年成立了磷灰岩研究委員會，委員會的工作由薩莫依洛夫領導。1919年委員會改組为肥料科学研究所，此后又改組为肥料和殺虫滅菌剂科学研究所，目前，这是專門研究与農田肥料和一般農業生產施用化学肥料有关的各方面問題的最大的科学機構。

目前，除專門的肥料和殺虫滅菌剂科学研究所外，苏联和各加盟共和國科学院地質機構、地質勘探机关和地質保礦部科学研究所以及高等學校各教研室和全苏列宁農業科学院各个機構也研究農業用礦石的地質問題。維爾納茨基地球化学和分析化学研究所在研究生物地球化学問題，研究所的工作由他的学生維諾格拉多夫領導。

* * *

下面討論目前已有的肥料礦物原料地質学方面的材料。



弗拉基米尔·依万諾維奇·維爾納茨基
(1860—1945)

化学和生物地球化学的奠基人。發表了許多有关生物地球化学作用独成一家的研究著作，其中有“生物圈”著作（1926）。在最后二十年的生涯中，他几乎專献身于生物地球化学的發展。維爾納茨基在生物地球化学方面的著作，目前为維諾格拉多夫所發展。这些著作不僅对地球化学和礦床学本身有意义，最近農業化学和生物学也开始利用这些著作

磷酸鹽礦物原料

到目前，磷酸鹽礦物原料的代表包括磷灰岩、磷灰石、藍鐵礦以及泥炭和含磷的鐵礦和錳礦。其中最重要的是各種天然磷酸鹽。

磷酸鹽礦物几乎是栽培農作物的土壤中的磷酸的唯一補充來源。每收穫一次穀物，根果植物和塊果植物，每收割一次干草，每收割一次任何的栽培作物，從土壤中吸出數千噸呈灰份元素狀態的磷。這些磷包含在穀粒、種子、堅果、果實、根、塊莖以及莖和葉中。小麥穀粒的灰份几乎有一半（47.9%）是由磷酐組成。在玉蜀黍和亞麻的顆粒中，磷酐的含量也大致相同。在馬鈴薯、糖用甜菜和飼用甜菜的灰份中，磷酐達12—17%。植物所吸收的磷酸在土壤中天然恢復進行得非常緩慢，并且一般來講，不施用磷肥，實際上是很少恢復的。因此就產生了反動的土壤肥力遞減論，因為土壤中磷的充分含量是土壤肥沃最重要的條件之一。同時，如所周知，任何一種植物灰份元素，也不像磷那樣，收穫後從土壤中被大量吸出；土壤中任何一種元素的天然恢復也不像這種元素進行得如此緩慢。這就使耕作土壤中磷的含量逐漸地愈加減少，最後使其中的磷終於貧乏，因而必須施用磷酸鹽肥料，使土壤中磷的必需儲備逐漸地被補充。

土壤需要磷化合物肥料在很早以前就為人知曉。比如，如所周知，早在西班牙人來到南美洲之前，印加人已經使用鳥糞作耕田的肥料。在英國，自古以來，骨粉就一直作為最常用的磷肥。據歷史記載，英國商人曾收買過在來比錫戰役中死亡的人、馬的骨骸（1813年10月16日—19日，死亡14萬餘人），後來，他們將骨運到自己的海島，加工製造骨粉，用作土壤的肥料（齊托夫[А. Г. Титов]1940）。在西歐，偉大的農業化學家李必赫（Ю. Либих）（1803—1873）的著作發表後，磷肥的使用量特別有所增長。

磷是極典型的有機元素。缺少它，植物就不能發育，因為它是細胞

胞核复雜蛋白体必需的組成部分。但是植物根只能从土壤溶液中吸收磷，即吸收呈离子形态的磷。关于是否有可能用所謂的接触法利用不溶解形态磷的問題尚未解决，只有某些植物(羽扇豆、蕎麥、白芥等)能从正磷酸鋁和三价鉄类型的难溶解化合物中吸收磷。但是耕作土壤中溶解形态的磷酸通常很少，大部分磷酸包含在鋁和氧化鉄磷酸鹽类型的不溶解的穩定化合物中。所以，目前的問題在于，对耕作土壤不是一般地供給磷，而是須施用在土壤具体的条件下能溶解的磷化合物；或者使土壤中造成一种环境：使已有的磷的穩定形态能破坏而变为溶液；或者能破坏施用的难溶解形态的磷化合物肥料。

在苏联，用于加工成農業肥料的各种磷酸鹽的开采量愈來愈多地增長着。苏联中央9月全会決議通过后的不久的將來，各种磷酸鹽的开采量更应突变地急驟增長。目前，磷酸鹽不僅用來增產農作物，有时也用來提高割草用地和牧場的生產量和用作農畜的加餵飼料，特別是养魚时的加餵飼料。

目前，施于土壤中的磷酸鹽有不同的种类。其中最重要的有如下几种：

磷礦粉或粉碎至80網目大小(0.18公厘)的磷灰岩(含磷酐不低于16%可加工成其他級別肥料；含磷酐不低于8%可直接用作肥料)。在北方酸性土壤中，磷礦粉溶解快，易为植物吸收。在南方鹼性土壤中，磷礦粉变成溶解形态較慢，并且过去曾認為完全是不适用的。但是不久以前在烏克蘭淋溶黑鈣土区所作的試驗(肥料科学會議論文集，1951)証实，在甜菜种植区，用磷礦粉可成功地代替三分之一的过磷酸鹽。在苏联許多地区，如用小型設備組織磷灰岩的磨碎生產时(在農業机器拖拉机站和農業机器拖拉机修理厂)，磷礦粉可作为地方性的肥料。

过磷酸鹽是將磷礦粉用硫酸处理制成的酸性磷酸鈣(單金屬的和双金屬的)。在处理过程中，一部分鈣生成硫酸鹽。最近，过磷酸鹽制成顆粒形态，它的肥效有明顯的提高。

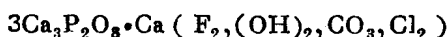
重过磷酸鹽——也是酸性磷酸鈣，但已完全是單金屬形态，不会补充生成硫酸鹽形态，用硫酸处理磷礦粉制成。

热制磷肥 將磷灰岩与鹼性鹽(碳酸鈉、硫酸鈉、鹼金屬硅酸鹽)一齐燒結制成。由于燒結作用,有效磷酸含量(鹼金屬磷酸鹽)增高25—30%。

磷肥除上述最主要的变种外,还有很多其他种类(沉淀磷肥、鎂热制磷肥等)。最近制造复雜肥料——氮磷肥(磷酸銨肥料)和各种鉀氮磷肥、鎂氮磷肥和其他肥料的趋势正發展着。这些肥料的肥效要比單一成分的肥效大得多。

磷 灰 岩

磷灰岩乃是一种岩石,它由磷灰石結晶礦物或非晶質磷酸鈣組成,通常混有某种数量的石英碎粒、粘土顆粒和其他礦物。磷灰石是正磷酸結晶的(六方晶系)三鈣鹽,含一定数量的氟化鈣(氟磷灰石)或氯化鈣(氯磷灰石)以及氫氧化鈣(羟磷灰石)或碳酸鈣(碳磷灰石)。有时这些礦物同时含有氟化鈣和氫氧化鈣,此时叫做細晶磷灰石(碳磷灰石)和庫爾斯克石;在沉積的磷灰岩中。这些礦物有最大的意义。細晶磷灰石非晶質变种叫做膠磷礦。但是电子顯微鏡法最新研究証明,膠磷礦并不是非晶質的,虽然就其構造來說,它的晶体極端細小。沉積磷酸鹽主要礦物的公式大致为:



这一公式表示磷酐的近似含量。磷酸鹽的質量通常以磷酐衡量,其含量自42.4%(羟磷灰石)至34.5%(庫爾斯克石)。在天然礦物中,氧化鈣的理論含量自47.5%至50%,但由于局部为鋇(鋇磷灰石)或有时为鈉(鈉磷灰石)置換,实际上氧化鈣的含量要小一些。

布申斯基(Г. А. Бушинский)(1952)指出,磷灰石礦物晶胞由42个質点或离子構成。因此,磷灰石每个变种化学式係数等于42。他提出下列最常見的磷灰石变种的化学成分簡表。

但是由于天然磷酸鹽因含石英砂和海綠砂、粘土等雜質而貧化,所以天然磷灰岩所含的磷酐和鈣要比上述的理論数值低得多。如有时将上述理論含量应用到實踐中,那么这只是为了理解,用人工分离——

礦 物	磷 酐	氧 化 鈣	碳 酸	氯 化 鈣	氫氧化鈣
氟磷灰石	42.29	50.03	—	7.74	—
輕磷灰石	42.40	50.23	—	—	7.37
碳磷灰石	35.97	48.31	4.46	—	11.26
細晶磷灰石	37.14	48.52	3.54	7.07	3.73
庫爾斯克石	34.52	47.57	5.35	7.91	4.50

理想上的純磷酸鹽礦物所謂的次生富集方式，可獲得這樣的質量的精礦。

目前，磷灰岩礦床分成下列的成因組，類型和變種（包括沉積的含磷鐵礦和錳礦）。

一、海相沉積磷灰岩

1. 層狀地槽型礦床

2. 地台型礦床

(1) 未經成岩作用的礦床：

磷酸鹽介殼砂和砂岩；

骨角礫岩和其他岩石；

動物糞岩。

(2) 經成岩作用的礦床：

結核礦床；

非結核礦床；

含磷鐵礦和含錳鐵礦。

(3) 次生礦床——礫石、礫岩等。

二、陸相磷灰岩

1. 原生礦床：

(1) 鳥糞及其變種；

(2) 陸相沉積中骨及其碎塊的堆積。