

化学肥料

使用知识小丛书

磷矿粉

魯 櫓 編 著



中国工业出版社

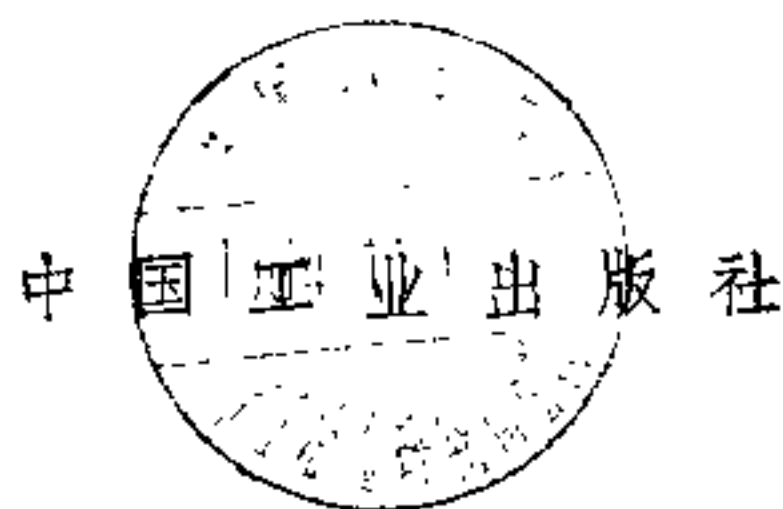
65.25441
777

化学肥料使用知识小丛书

磷 矿 粉

魯 櫓 編 著

3k 606/1



这本书是化学肥料使用知識小丛书中的一本。书中讲述了什么是磷矿粉、磷矿粉为什么可以直接作肥料施用、磷矿粉对不同土壤和不同作物的肥效，以及合理施用磷矿粉的方法等。

本书作者魯樸同志研究磷矿粉肥效多年，积累了国内外施用磷矿粉的不少資料，书中所讲述的内容也比较切合我国目前实际。稿成之后，化工部图书編輯室还请孙善义同志作了第一次加工，潘灼南同志进行了第二次加工和全书整理工作，最后由作者复核定稿。

本书可供农村人民公社的干部、知識青年閱讀，也可供从事农业研究和教学人員参考。

化学肥料使用知識小丛书

磷 矿 粉

魯 樸 編 著

化学工业部图书編輯室編輯(北京安子門外和平北路四号樓)

中国工业出版社出版(北京區朝陽路丙10号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ ·印张 $1 \frac{1}{16}$ ·字数 14,000

1964年10月北京第一版·1964年10月北京第一次印刷

印数0,001—13,140·定价(科一)0.10元

統一书号：15165·3184(化工-283)

化学肥料使用知識小丛书介紹

目前 我国广大农村已广泛使用了各种化学肥料。由于化学肥料的品种繁多，性质、肥效、使用方法等都各不相同，为了使广大农村干部和农村知識青年得到必要的化学肥料知識，能够正确掌握它們的施用方法，以充分地发挥各种肥料的效用，我們組織編写了这套化学肥料使用知識小丛书。

这套小丛书中，除有一本綜合介紹化学肥料使用知識的“化学肥料的使用”外，还按每一品种（如硝酸銨、硫酸銨、碳酸氫銨、尿素、氨水、过磷酸鈣、鈣鎂磷肥、磷矿粉、硫酸鉀、氯化鉀等）出版若干分冊，分別介紹它們的性质、使用的簡單原理及使用方法等。

本丛书可供农村人民公社的干部、知識青年閱讀，也可供从事化学肥料的供銷、运输人員参考。

在这套小丛书中所介紹的，系作者根据一部分地区、一部分作物施用化学肥料的經驗，各地在使用某一品种化学肥料时，必須根据当地土壤、种植的作物等情况先行試驗，然后推广，而不要照书中所述机械搬用，以保证使用化肥取得优良效果。

07470

目 录

一. 什么是磷矿粉	1
二. 磷矿粉为什么可以直接作肥料施用	3
三. 磷矿粉适用于那些土壤	8
四. 不同农作物吸收磷矿粉的能力	11
五. 提高磷矿粉肥效的方法	16
六. 磷矿粉能不能与石灰配合施用	22
七. 磷矿粉的施用量	25
八. 磷矿粉的施用方法	27

000000

— — —

一、什么是磷矿粉

磷是农作物生长不可缺少的营养元素。施用磷肥能促进农作物根系发育，增加稻麦的分蘖。施用磷肥，还能促进作物开花结实和籽实早熟，以及提高籽实的质量。此外，施用磷肥，还可以增加作物抗旱和抗寒的能力。作物缺磷时，就会影响作物籽实的形成和产量。作物在生长过程中严重缺磷时，叶子会发生卷曲，形成紫褐、红色等暗斑。如果作物早期缺磷，则生长后期也无法弥补。所以，施用磷肥对提高农作物的产量和质量，具有重要的意义。

磷矿粉是磷肥中的一种。它是将磷矿石粉碎、磨细后可以直接施用的粉状磷肥。

不是所有的磷矿石都可以用来磨粉直接当做磷肥施用，这决定于磷矿的类型和性质。因此，究竟哪一地区的、哪一种类型的磷矿石可以用来磨粉直接施用，需要经过科学的鉴定以后才能肯定。

天然磷矿石的主要成分虽然大都是磷酸的钙盐，但是由于矿藏形成的条件不同，大体上可以分为两种，一种叫磷灰石，一种叫磷块岩。

磷灰石矿的颜色为灰色、灰绿色、紫色或咖啡色。这种磷矿中所含的磷素不仅完全不能溶解于水中,同时在酸中也很难溶解,很难被农作物吸收。所以,这种磷矿不能用来磨粉直接当作肥料施用,而需要经过一定的化学加工过程把它变成比较容易被农作物吸收的其它磷肥品种。

磷块岩矿则比较容易被作物吸收,根据矿床条件不同,它又可分为层状的磷块岩和结核状的磷块岩两种,也有层状和结核状同时存在于一个矿床的。层状的磷块岩就是片状的磷酸钙与碳酸钙(俗称石灰石)或硅酸盐等共生的磷矿。这种磷块岩的特点是磷素的含量高,而杂质较少。结核状的磷块岩矿则以不规则的形状存在于砂石或粘土中,有时也与石灰石、硅酸盐、粘土等胶结生成,有的人称这种矿叫“窝子矿”,就是它们不是成片生成的矿,而是一堆一堆分散形成的矿。这种磷矿的特点是磷素的含量较低,而杂质的含量较高,不适宜用来化学加工制造其它磷肥品种。

磷块岩矿不仅可以用来作为化学加工的原料制造容易被农作物吸收的各种磷肥品种,同时也可以用来磨成细粉,直接用作肥料。对于上述两种磷块岩矿来说,结核状的磷块岩粉要比层状的磷块岩粉

肥效較為显著。

施用磷矿粉的效果好坏和快慢，还决定于矿粉磨碎的細度。一般來說，磨得愈細，肥效愈好，取得效果也愈快。但是磨得过細，却要增加磨碎时动力(电力或畜力)的消耗，从而增加磷矿粉加工的成本。为了使磷矿粉的細度既能符合施用的要求，又不至于多耗磨碎的动力，必須有一个适当的細度要求。一般規定，要磨細到足以使 80% 以上的磷矿粉能通过 100 号的篩子(就是每平方公分面积上有 100 个孔的篩子)。

二、磷矿粉为什么可以直接作肥料施用

很早以前，就有人試将磷矿粉直接作为肥料施用。但是，磷矿粉的肥效，并不是在任何情况下都能很好地發揮出来的。例如，过去有的国家施用磷矿粉曾成功地把大面积的低产田改造成肥沃的良田；而在另一些国家施用磷矿粉后却看不到什么效果。在我国也同样发现这种情况，有些地区反映磷矿粉的效果很好，另一些地区磷矿粉却很不受欢迎，甚至在同一地区，在某些发作物上有显著的增产效果，

而在另一些农作物上却没有增产效果。因此，就使人怀疑磷矿粉到底能不能直接作为肥料来施用。过去，由于缺乏施用磷矿粉的实际经验，不能很好地解释产生上述这种现象的原因。根据长时期以来试验和实践的材料，人们已经找到了施用磷矿粉的客观规律。我们掌握和运用这些规律，正确地施用磷矿粉，就能够充分发挥磷矿粉的增产作用。例如，中国科学院土壤研究所在江西红壤旱地上进行的试验，由于正确地施用了磷矿粉，使山芋的亩产量由 600 斤左右增加到 1000 多斤。浙江省农业科学研究单位在玉米地上正确施用磷矿粉后，产量增加一倍左右。在四川、贵州、云南、广东等省的试验也都证明，正确施用磷矿粉可以取得良好的增产效果。因此，可以肯定地说磷矿粉是一种有效的、可以直接施用的磷肥，这是用不着有任何怀疑的，问题的关键在于正确地施用它。

要正确地施用磷矿粉，必须知道为什么磷矿粉可以直接作为肥料施用的道理。

我们知道，对任何肥料来说，它所以能够作为肥料施用，必须具有两个起码条件。一个条件是，肥料中必须含有一定数量的、作物生长所必须的、一种或一种以上的养分，例如氮肥中必须含有氮素养分，

磷肥中必須含有磷素养分，鉀肥中必須含有鉀素养分等等。另一个条件是，肥料中所含有的这些养分必須能够被农作物吸收利用。肥料中虽然含有一定数量的养分，如果这种养分不能被农作物吸收利用，那么，这种养分是不起任何作用的，这种肥料也就不能称其为肥料了。对于磷矿粉來說，它含有一定数量的磷素(否則就不能称其为磷矿了)，这样就符合了肥料的第一个起碼条件。至于第二个起碼条件，磷矿粉中所含的磷素能不能被农作物吸收利用，这要根据加工成磷矿粉所使用的原料磷矿的性质来确定。我們在上一节中已經提到，由于磷灰石矿中所含的磷素，既不溶于水，又不溶于酸，这种磷素我們称为无效磷素，不能被农作物吸收利用，这种磷矿就不能用来加工成磷矿粉作为肥料施用。但是，磷块岩矿中的磷素却与磷灰石中的磷素不同，这种磷素有的不能溶于水和酸(无效磷素)，也有部分磷素能够溶于酸中，这种磷素称为有效磷素，能够被农作物吸收利用。至于磷块岩中所含的有效磷素占总磷素的百分之多少，各地的磷块岩不完全一样，所以，同为磷块岩，在肥效上，也会有所不同。

既然磷矿粉中所含的部分磷素能够溶于酸液中，那么，只要种植农作物的土壤具有酸性，就可以

使磷矿粉中的磷素溶解于土壤酸液中而供农作物利用。

我們知道，土壤和农作物的性质和种类是多种多样的。对土壤來說，一般有酸性土壤、中性土壤和碱性土壤之分。所謂酸性土壤，就是土壤是带酸性的，在这种土壤上就能使磷矿粉中的磷素溶解而被利用。对农作物來說，在它們的生长过程中，能够由根部分泌出酸液来；另外，土壤中还有着成千上万的微生物，它們可以使土壤中的氮和硫变成硝酸和硫酸。土壤中的这些酸液，都能使磷矿粉中的磷素溶解而被作物吸收利用。这就是磷矿粉能够直接用作肥料施用的基本条件。

将磷矿粉直接用作肥料的好处很多。

首先，随着我国农业的发展，肥料的需要量急剧增加。在大力发展氮肥工业的同时，相应地发展磷肥工业也是必要的。但是，建設磷肥工业不仅需要一定的投資、設備、材料和建設力量，同时还需要一定的建設時間。因此，要提供大量的磷肥来满足农业发展的需要，就需要有一定的过程。而磷矿粉的生产过程簡單，只要有簡單的磨粉設備就可以将磷矿加工成磷矿粉，需要的建設投資較少，而且建設的時間也較短，最容易建設。因此，在目前还不能提供

大量其它高效的磷肥品种之前，充分合理地利用我国的磷矿资源，适当发展磷矿粉的生产，以满足部分地区农业发展的需要，是具有现实意义的。

其次，除磷矿粉以外的所有磷肥品种，都是经过比较复杂的化学加工过程而制成的，在制造过程中，需要消耗大量的酸、电或燃料（煤或焦炭）以及其它许多辅助原材料。如果适当发展磷矿粉的生产，将磷矿粉直接用来作为肥料施用，这样，就可以节约大量的酸、电和燃料，用来发展其它工业。

最后，用磷矿粉作为肥料直接施用的最大的优点是可以更好地利用磷矿资源。磷矿按其所含磷素的多少，一般可以分为高、中、低三级。生产除磷矿粉以外的其它所有磷肥品种时，对磷矿的含磷量和杂质的含量都有比较严格的要求，一般来说，要求磷矿中磷素的含量均在25%以上，而且对杂质含量的要求也极高。但是，按磷矿资源的一般情况来说，含25%磷素以上的磷矿资源总是占少数的，而更多的磷矿资源含磷素均低于25%，而且杂质含量也较高。这样势必造成大量资源无法利用，这对资源的利用来说是极不合理的。如果我们把这部分磷矿资源用来作为磷矿粉肥料直接施用，不仅有利于资源的合理利用，又有利于发展农业生产，这实在是一举两得

的大好事情。

三、磷矿粉适用于那些土壤

施用磷矿粉能否取得增产的效果，或者取得效果的大小，取决于许多条件，在这些条件中，除了农作物本身的自然特性以外，土壤条件起着特别重要的影响。

土壤是由固体、液体和气体三种形态的物质组成的。固体部分包括矿物质固体颗粒和有机质；液体是溶有营养物质的土壤溶液，气体则主要是空气，现分别说明如下：

1. 矿物质固体颗粒

占土壤固体部分的 90% 以上，由于颗粒大小组成的比例不同，可把土壤分做几种“质地”等级，粗颗粒多的叫“砂土”，细颗粒多的叫“粘土”，粗细颗粒大致相等的叫“壤土”，后者最适宜于一般农作物的生长。

2. 有机质

由动植物遗体 and 微生物所组成，是土壤中氮素的主要来源，虽然它的含量仅占土壤的 0.5~9%，但

对土壤性质与肥力起着极大的作用，有机质含量多的，土壤也肥沃。

3. 土壤溶液

土壤溶液中存在着农作物所最需要而又能被吸收的氮、磷、钾、钙、镁、铁、硫等营养元素。土壤中的营养元素必须先溶解在土壤溶液中，然后才能被农作物吸收。

4. 土壤空气

土壤空气中含有大气中所有的那些元素(例如氧气、氮气、二氧化碳、水蒸汽……等等)，但含有更多的水蒸汽和二氧化碳。土壤空气中的氧气能供给农作物根的呼吸，二氧化碳溶解在土壤溶液中以后，能增加土壤溶液的酸度，从而加速土壤和肥料中难溶性营养元素的溶解作用。

我们在了解了土壤的大体组成和性质以后，就可以进一步了解肥料施入土壤后到被农作物吸收利用的大体过程。

首先，肥料施入土壤后，肥料中的营养元素(例如氮、磷或钾等)溶解于土壤溶液中，然后农作物的根以稠密的小根毛伸入土壤中，吸收土壤溶液中的营养元素作为自己的营养。因此，肥料施入土壤后，

能否被农作物吸收，取决于肥料中的营养元素能否溶解在土壤溶液中。

由于磷矿粉中的磷素不仅不能溶解于水中，而且在弱酸溶液中溶解得也很慢，只有在强酸溶液中才比较容易溶解（这种磷素称为难溶性磷素）。由此我们可以得出这样一个结论，磷矿粉必须施用在酸度比较高的土壤中。也就是说，磷矿粉必须施用在酸性土壤中。

磷矿粉的肥效与土壤供应磷素的能力，也有很大的关系。如果在磷素供应能力较差的土壤上，也就是在比较缺磷的土壤上，施用磷矿粉，可以说对任何农作物都能获得增产效果；在磷素供应能力中等的土壤上施用磷矿粉，由于各种作物对磷素的要求和吸收磷素的能力不同，不同的农作物对施用磷矿粉的效果也表现出很大的差别，有的作物对磷素的要求较多和吸收磷素的能力较强，增产的效果就较好；反之则较差。一般以施用于豆科绿肥和豆类作物的效果最大，冬季或早春作物施用磷矿粉比夏播作物的效果要大。对于磷素供应能力高的土壤，也就是含有丰富磷素的土壤上，施用磷矿粉（可以说任何一种磷肥）的效果较差，甚至表现不出增产效果。

从土壤的性质来说,在开垦年代不久,有机肥料用量不足,熟化程度差,土壤肥力较低或酸度较强的土壤以及盐碱土、酸性低产水稻田施用磷矿粉的肥效较好;在水旱轮作地区,漚田改旱田的地区,磷矿粉用于旱作,效果较好。但是,一般说来,在石灰性土壤上施用磷矿粉,肥效通常很差。

四、不同农作物吸收磷矿粉的能力

一般认为,农作物只能吸收能够溶于水或弱酸的磷素,但是,实际情况并不完全如此。农作物本身也具有一定的能力,能够把难溶性的磷素变成可溶性的、比较容易吸收的磷素,而加以利用。作物之所以具有这样的能力,在前面我们已经谈到,作物在生长过程中由根部可以分泌出酸液来,这种酸液可以把原来难以利用的磷素变为可以被作物吸收利用的磷素。作物的这种能力,我们称之为“利用难溶性磷素的能力”。

对不同的作物来说,这种利用难溶性磷素的能力也不相同。大体说来,稻麦等禾本科作物的这种能力弱些,豆科、蕎麦、油菜等作物的这种能力强些。同一作物,在它不同的生长阶段,利用难溶性磷素的

能力也是不同的,一般是生长早期的利用能力弱些,以后就逐渐变得强一些。根据中国科学院土壤研究所的試驗材料,按照作物利用难溶性磷素能力的大小,可以将常見的一些作物划分为下列几类,供施用磷矿粉时的参考。

利用能力极强的作物: 蘿卜菜、油菜、蕎麦、苕子、羽扇豆等。

利用能力中等的作物: 花生、豌豆、蚕豆、飯豆、豇豆、芝麻、玉米、山芋、芥菜等。

利用能力較弱的作物: 小麦、燕麦、黑麦等。

利用能力极弱的作物: 水稻、大麦、紫云英、金花菜等。

对利用难溶性磷素能力弱的作物来說, 只有当具有充分分解磷矿粉能力的土壤(例如酸性較强的土壤)条件下,施用磷矿粉才能得到增产效果。換句話說,对利用难溶性磷素能力弱的作物,是否适合于施用磷矿粉, 主要应根据种植該种作物的土壤条件来决定。

对利用难溶性磷素能力强的作物来說, 由于它們本身具有利用难溶性磷素的能力,一般来說,施用磷矿粉能够得到一定的增产效果, 如果土壤又具有分解磷矿粉的能力,則增产效果将会更好。

在碱性土壤或含有石灰质的土壤中，即使种植利用难溶性磷素能力强的作物，施用磷矿粉也不易得到增产效果。这是由于土壤的碱性和土壤中的石灰质可以消除根部所分泌的酸液的緣故。

在了解了作物的这些特性以后，就可以在生产上充分利用这些特性来达到有效施用磷矿粉的目的。下面举两个实例，具体说明作物的特性与磷矿粉肥效之间的影响关系。

图 1 是三盆燕麦生长情况的对照。图中第 1 盆只种燕麦，没有施加磷矿粉；第 2 盆只种燕麦，但施

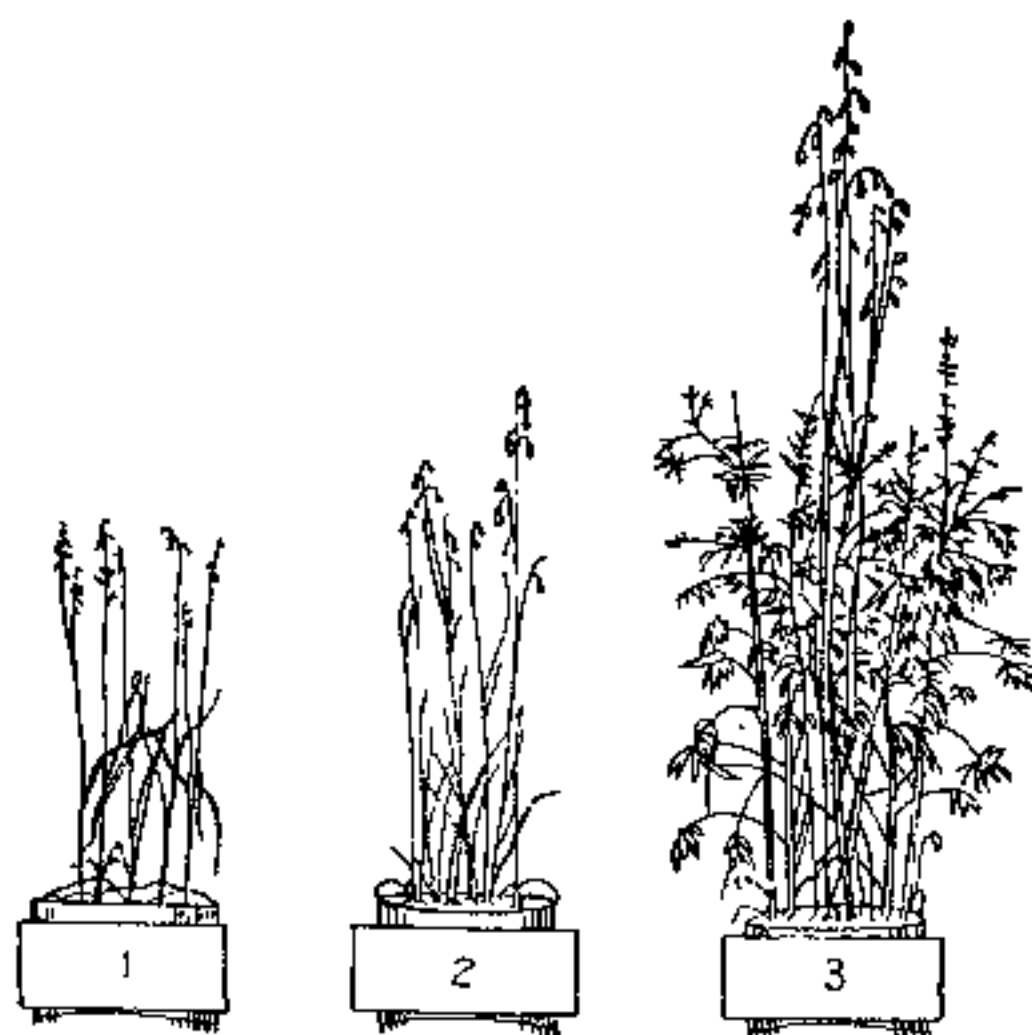


图 1

加了磷矿粉；第3盆种了燕麦和羽扇豆，也施加了磷矿粉。盆内均盛装砂子，也就是三盆都完全排除了土壤的影响。

从图中可以看出，第1盆的燕麦生长得很不好，这显然是因为缺磷的缘故。第2盆中的燕麦虽然比第1盆的生长得要好一些，但仍不能令人满意，这说明磷矿粉对燕麦的肥效不大。但是第3盆中的燕麦却长得非常茂盛、茁壮。

为什么同样都施加了磷矿粉，而第2盆没有第3盆长得好呢？这主要是在第3盆中种植燕麦的同时种植了羽扇豆。我們已經知道，燕麦是属于利用难溶性磷素能力較弱的作物，第2盆中的燕麦利用自身的能力，难以利用磷矿粉中的磷素，因之供給的养分不足，所以生长得不好。由于羽扇豆是一种利用难溶性磷素能力极强的作物，也就是說，羽扇豆在生长过程中，根部可以分泌出較强的酸液来，利用这些酸液可以分解磷矿粉中的磷素，磷素經分解后，不仅容易被羽扇豆本身吸收利用，而且也可以供給燕麦吸收利用。所以，第3盆中的燕麦在羽扇豆的帮助下，就生长得很好。从这个試驗的結果說明，如果將利用难溶性磷素能力强弱不同的作物混合播种，是提高磷矿粉肥效的一种好办法。

另一个实例是：江西省有部分水稻田，虽經查明土壤是缺磷的，但在水稻上施用磷矿粉后却不能取得增产效果。分析其原因大体是两条：

(1) 水稻田的土壤酸性較弱，分解磷矿粉的能力很低。

(2) 水稻是一种利用难溶性磷素能力极弱的作物，作物本身不具备吸收利用磷矿粉的能力。

因此，在这样的情况下，土壤和作物都不具备利用磷矿粉中难溶性磷素的能力，显然就不能取得一定的增产效果。

但是，后来发现这些地区，习惯在种植水稻之前先种一季萝卜菜。萝卜菜是一种利用难溶性磷素能力很强的作物，利用这一特点，中国科学院土壤研究所进行了这样一个試驗：先将磷矿粉施在萝卜菜上，使萝卜菜增产，再将萝卜菜作为下一年种植水稻的綠肥，这样水稻也增产了。从这个試驗的結果說明：直接对水稻(利用难溶性磷素能力較弱的綠肥作物)施用磷矿粉虽然不能得到增产，但通过对萝卜菜(利用难溶性磷素能力較强的作物)施用磷矿粉使萝卜菜增产，作为水稻的綠肥，就可以达到增产水稻的目的。

五、提高磷矿粉肥效的方法

为了提高磷矿粉的效果，使它在当年就能得到高额的增产效果，可以采取与厩肥、过磷酸钙和酸性氮肥配合或混合施用的方法。现将这些提高磷矿粉效果的施肥方法介绍如下：

1. 磷矿粉与厩肥配合施用

根据我国各地施用磷矿粉的经验，磷矿粉和厩肥（家畜粪尿、人粪尿、堆肥、绿肥等）配合施用，可以取得良好的增产效果。这是因为厩肥在腐烂过程中，会产生有机酸，这种有机酸可以促进磷矿粉的分解，可以使磷矿粉中的难溶性磷素变为比较容易溶解的磷素。另外，厩肥中一般含有比较丰富的氮素，磷矿粉和厩肥配合使用时，可以收到氮磷相互配合增产的效果。

磷矿粉与厩肥配合施用的方法很多，一般来说，主要有两种方法。一种是在施肥之前，将磷矿粉和厩肥混合起来，一起施入土壤作为基肥；另一种是将磷矿粉与厩肥先制成堆肥，也就是将磷矿粉撒在厩肥中，共同堆沤发酵一定的时间后再施入土壤。

如果将磷矿粉和家畜粪尿配合施用时，可以把磷矿粉撒在畜栏中，然后随着清除畜栏粪尿时，一起把它们堆沤后施用。

当磷矿粉和绿肥配合施用时，最好是在种植绿肥时把磷矿粉施入土壤，供绿肥吸收利用；也可以在绿肥翻压之前，把磷矿粉撒在绿肥地上，然后和绿肥一起翻入土中。采用这种方法时，磷矿粉和绿肥翻入土中后，最好相隔一定的时间以后，再播种作物，这样可以有充分的时间使绿肥腐烂并和磷矿粉充分作用。

磷矿粉和厩肥一起堆沤时，磷矿粉的用量相当于厩肥量的 3% 左右就可以了，即每百斤厩肥中加磷矿粉 3 斤左右。并且要尽可能地混合均匀。

2. 磷矿粉和过磷酸钙配合施用

磷矿粉和过磷酸钙虽然都是磷肥，但是将它们配合施用，仍然可以取得比两者单独施用更为显著的增产的效果。采用这种配合施用的方法来提高磷矿粉的肥效是根据磷矿粉和过磷酸钙的特性提出来的，其目的在于可以克服这两种磷肥的缺点而利用它们的优点。磷矿粉的优点是在作基肥施用时具有

比較稳定的肥效，而且它的肥效可以保持較长的時間，但是它的缺点是在作物生长初期不能供給充分的、有效性的磷素。过磷酸鈣的优点是它所含的磷素容易被作物吸收，在作物生长初期就可以供給足够的养分，它的缺点是所含的磷素会很快地与土壤中的某些成分（例如铁与鋁）化合轉变为难溶性的化合物。如果将两者配合施用，可以彼此取长补短，克服其缺点，利用其优点。这样配合施用，可以使作物在生长初期容易吸收过磷酸鈣中的磷素，而到长大以后，作物的根部也发达了，吸收难溶性磷素的能力增强了，就有能力吸收利用磷矿粉中的磷素。这样，使作物在整个生长过程中都能得到必要的磷素供应。这种配合施用的方法，在很多地区都获得了成功。

图 2 是单独施用磷矿粉时作物生长的情况，图 3 是磷矿粉和过磷酸鈣配合施用时作物生长的情况。

图 2 上的作物，是将磷矿粉施入离土壤表层 3~4 寸的土层里，并且和土壤混匀。从第 2 图中可以看出，作物的生长情况是不太好的。这是因为作物在生长早期不易吸收磷矿粉中的磷素，沒有得到必須的磷素营养所致。

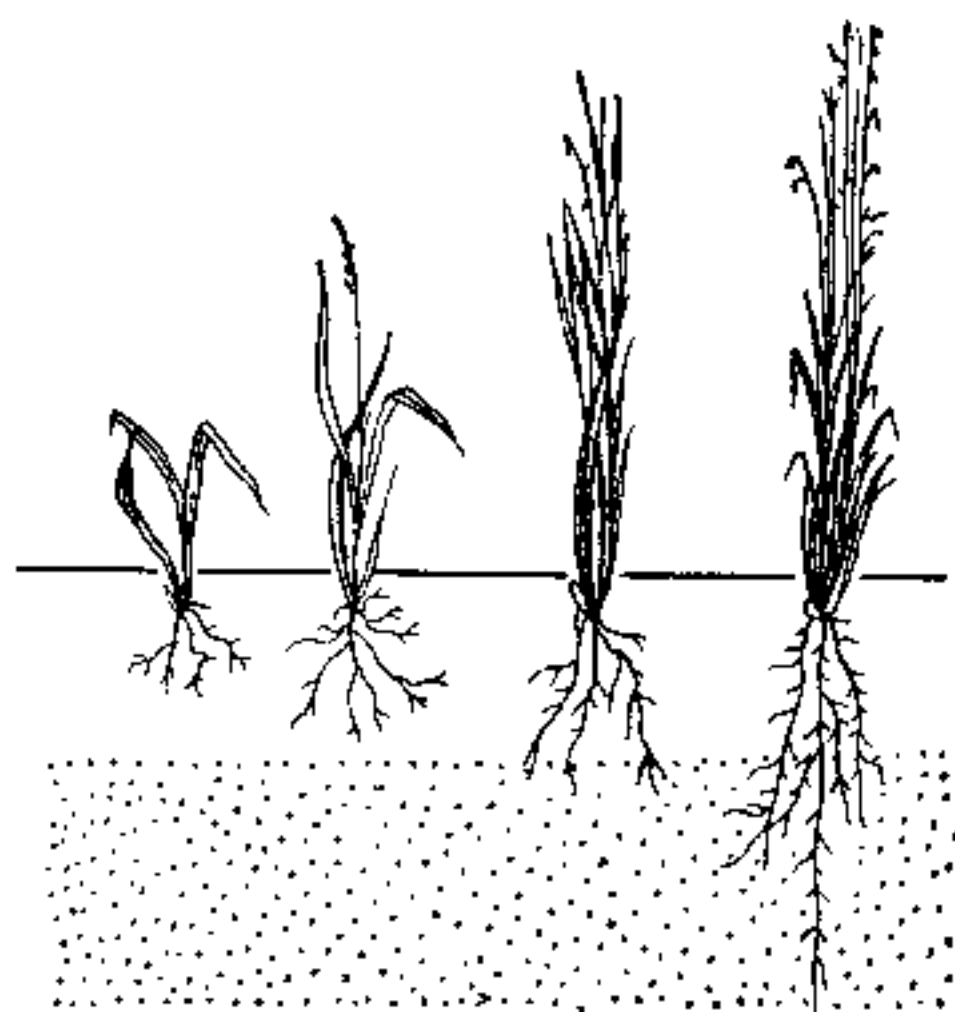


图 2

图 3 上的作物是磷矿粉和过磷酸钙配合施用的，磷矿粉同样也施入离土壤表层 3~4 寸的土层里，也和土壤混匀，再把粒状过磷酸钙施入表层土壤中（或者条施）。作物在生长初期就得到过磷酸钙中磷素的营养，所以一开始就生长得很健壮，根系也很发达，使根系更快地伸展到下层土中，又进一步吸收了磷矿粉中的磷素。这样，使作物在生长过程中的每一阶段都有丰富的磷素供应，生长得非常茂盛和茁壮。

磷矿粉和过磷酸钙配合施用，也可以把这两种

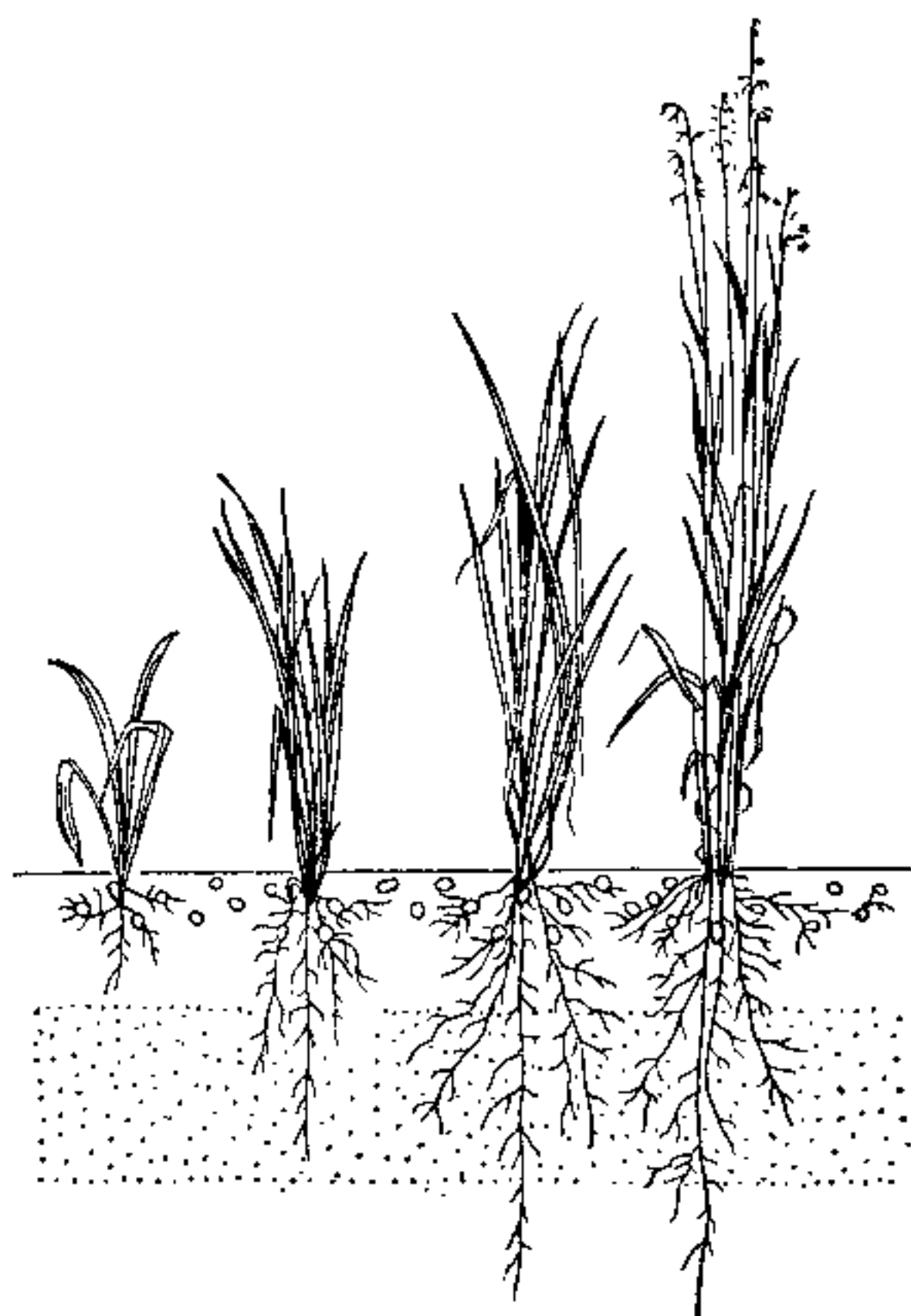


图 3

肥料先行混合，然后一起施入土中。这种配合施用的方法也是很有效的，但是赶不上以上所说的分层配合施用法。

磷矿粉和过磷酸钙配合施用吋，每亩地上两种

肥料的用量大体上可以是：磷矿粉 70~80 斤，过磷酸钙 10 斤左右。

3. 磷矿粉和氮肥配合施用

磷矿粉和氮肥配合施用，常常可以显著提高磷矿粉的增产效果。这是由于我国絕大多數的土壤缺少氮素。缺磷的土壤往往也缺少氮素。当磷矿粉和氮肥配合施用时，由于有氮素同时施入土壤，消除了农作物缺氮的限制因素，所以磷矿粉中的磷素更容易发挥其效果。

特别是当磷矿粉和生理酸性氮肥^①（如硫酸铵、氯化铵、碳酸氢铵和硝酸铵等）配合施用时，磷矿粉的增产效果尤为显著。这是因为生理酸性氮肥都是由两部分组成的，一部分是铵根(NH_4^+)，另一部分是酸根（例如硫酸铵中的硫酸根，氯化铵中的氯根和硝酸铵中的硝酸根等）。当生理酸性氮肥施入土壤后，它的铵根即被作物很快地吸收作为氮素养分，同时游离出酸根，这部分酸根溶解于土壤溶液，使土壤溶液变为酸性溶液，有利于磷矿粉中的磷素溶解并被作物吸收。采用这种方法配合施用时，必须严格

① 生理酸性氮肥是肥料的本身不带酸性，施入土壤经作物吸收后，土壤溶液显酸性。

注意施肥的方法。如果将磷矿粉和生理酸性氮肥分开撒施或分层施用，就不能取得预期的效果。这是因为生理酸性氮肥施入土壤后，游离出来的酸根不能立即与磷矿粉接触，因而磷矿粉就不能起到溶解作用。如果把生理酸性氮肥与磷矿粉同时施在土壤中的同一固定点内，那么生理酸性氮肥游离出来的酸根就能很好地与磷矿粉接触而产生溶解作用，从而取得较好增产效果。因此，磷矿粉与生理酸性氮肥配合施用，必须同时施入，并且要施在同一个固定点内，或者干脆先把它們混合起来，然后再施入土壤。

六、磷矿粉能不能与石灰配合施用

在我国南方酸性土壤地区，往往每年需要向土壤中施加大量的石灰。施加石灰的主要目的是消除土壤中的酸性，以免它对作物产生毒害作用。但是，对于磷矿粉来说，前面我們已經談到，土壤酸度却是使磷矿粉发生肥效的条件之一。因此，有人认为，施加石灰会降低磷矿粉的肥效，认为石灰与磷矿粉配合施用是不恰当的。但是，国内外許多試驗的資料表明，施加石灰并不妨碍磷矿粉产生其应有的肥

效。問題是在于是否有正确的施用方法。下面我們根据国内外的經驗，就磷矿粉和石灰配合使用的有关原則归納如下：

1. 在任何情况下，磷矿粉和石灰原則上不能同时施用。最好的方法是先施磷矿粉，然后再施石灰。例如，磷矿粉在翻耕时施入，而石灰在松土时施入，或者在施磷矿粉以后經過一季再施石灰。如果在冬季休閑地上施用磷矿粉时，可以在秋收后先把磷矿粉施入土壤中，待第二年春播时或春播后再施加石灰。在这样配合施用的情况下，磷矿粉就会发生良好的效果，而不受石灰的影响。

2. 如果在茬口安排上发生困难，磷矿粉和石灰必須同时施用时，但不能将两者混合起来施用，而应该将两者分层施撒，也就是先将磷矿粉翻到下层土中，并和土壤混合均匀，然后再在表层土壤中施撒石灰。这样，下层土壤仍旧是酸性的，有利于发挥磷矿粉的肥效；上层土壤因为石灰的作用，消除了土壤的酸性，有利于作物的生长。在这种情况下，如能再和少量过磷酸鈣配合施用，效果当会更好。

3. 当磷矿粉和石灰配合施用时，石灰的施加量，应根据土壤的质地及其酸度来确定。一般來說，强酸性的粘上中石灰的施加量可以多些，酸性中等的

土壤中石灰的施加量就應該少些。

4. 石灰的施加量与作物的耐酸能力的大小也有关系。不同的作物的耐酸能力也不一样。現在把不同作物,按照它們耐酸能力的大小分为以下几类:

耐酸性最强的作物: 水稻、旱稻、燕麦等。

耐酸性强的作物: 小麦、玉米、甘薯、馬鈴薯等。

耐酸性較强的作物: 油菜、蚕豆、小米等。

耐酸性弱的作物: 大麦、大豆、豌豆、苜蓿等。

一般來說,在酸性比較强的土壤上种植耐酸性强的作物时,可以少施些石灰;而种植耐酸性弱的作物时,就應該多加些石灰。

5. 在强酸性土壤上,不論种植何种作物,特別是种植耐酸性弱的作物时,必需施加石灰。如果不施石灰,就不能促使磷矿粉更好地發揮肥效作用。这是因为一方面施加石灰后,使土壤的酸度降低,有利于土壤中微生物的发育和繁殖,而微生物及其分泌物,則有利于促使磷矿粉更好地發揮肥效作用。另一方面,在强酸性土壤上,即使磷矿粉已被土壤轉变为有效的状态,但因为土壤酸性过强,对作物生长仍然是不利的。

这里,順便談一下磷矿粉能不能中和土壤酸度的問題。有人认为磷矿粉不仅可以作为磷肥施用,

而且可以用作代替石灰来中和土壤酸性。的确也已经有些地区这样做了，他们在每亩地上施用了几百斤甚至上千斤的磷矿粉，企图达到既肥田而又代替石灰的目的。但是，这种用磷矿粉代替石灰的作法，实际上是不经济的。国外某些科学家曾对这一问题进行了详细的研究，研究的结果表明，当磷矿粉施用量很小时，根本不能起到降低土壤酸度的效果，只有当施用量很大时（例如每亩 1500 斤到 2000 斤），磷矿粉才能稍稍显出降低土壤酸度的作用。而施用相当于上述数量几分之一之的石灰，就完全可以起到降低土壤酸度的作用。由此可见，如果要降低土壤中的酸度就应当施用石灰，而不应当施用磷矿粉来代替。磷矿粉只能当作磷肥来利用，其施用量应该以能满足作物对磷素的需要为标准。

七、磷矿粉的施用量

磷矿粉的施用量是直接影响增产效果的一个重要因素，也是一个比较复杂的问题。适宜的磷矿粉施用量，需要经过长期的肥效试验，分析、归纳之后才能确定。由于我国施用磷矿粉的时间很短，施用的地区不广，施用的作物也不多，特别是磷矿粉施

用量对作物增产效果的对比試驗資料十分缺乏。因此,在这样的情况下,要正确制訂各类土壤、各种作物最适宜的磷矿粉施用量是有困难的。只能根据部分的短期性試驗資料,并結合国外相类似的試驗数据作一个概略介紹。

过去有人认为,磷矿粉是一种难溶性的磷肥,施入土壤之后,需要經過較长的時間,才能逐渐使磷矿粉中的磷素溶解于土壤溶液而被作物吸收利用;同时认为磷矿粉的肥效比过磷酸鈣差,因此,它的施用量應該远远多于过磷酸鈣。但是,这样說法是把問題过分簡單化了,根据实际施用的經驗,在某些条件下,施用相同量的过磷酸鈣与磷矿粉的肥效几乎相等或接近。甚至在某些条件下,施用过多的磷矿粉并不能比施用少量磷矿粉的效果大,甚至还赶不上施用少量的效果。的确也有不少条件下,需要施用較多的磷矿粉才能产生过磷酸鈣同等的肥效。因此,問題决定于磷矿粉的质量和施用地区的土壤以及作物的条件。下面提出一些决定磷矿粉施用量时應該考虑的因素,供作参考:

1. 土壤酸性强而磷矿粉质量高时,由于磷矿粉中的磷素比較容易溶解于土壤溶液中,容易被作物吸收利用,因而磷矿粉的施用量可以少些,基本上可

以与过磷酸鈣的施用量相当，就可以取得与过磷酸鈣相同的肥效。反之，施用量就要多些。

2. 对于利用难溶性磷能力强的作物，磷矿粉的施用量可以少些。反之，施用量就应该多些。

3. 磷矿粉与其它酸性肥料(如硫酸銨等)或有机肥料配合施用，其施用量可以少些。

根据初步的經驗，一般來說，每亩磷矿粉的施用量可以在 100 斤到 150 斤左右。

八、磷矿粉的施用方法

磷矿粉的肥效，在很大程度上还决定于施用方法。正确地施用磷矿粉，就能取得較高的效果。下面我們就来談談磷矿粉施用方法方面的有关問題。

首先，磷矿粉只能作为基肥施用，最好在翻耕时施入土壤。这是因为磷矿粉是一种难溶性磷肥，它从施入土壤到能被作物吸收利用需要一段時間。如果作为基肥施用，在翻耕时就施入土壤，可以在較長時間內受到土壤的影响，而使难溶性磷素轉变为容易被作物吸收利用的磷素。所以，施用磷矿粉的时间提早些，要比推迟施用好得多。

其次，施用磷矿粉采用撒施的方式好，还是采用

条施的方式好？为了充分发挥磷矿粉的肥效作用，必须使磷矿粉与土壤充分混合，从这一观点出发，采用撒施并通过耕作与土壤混合的方式较好。但是，在整片土地上撒施也有缺点，因为这样施肥，磷矿粉就显得非常分散，不易被作物吸收利用。因此，施用磷矿粉，既不能撒施，也不要完全条施，而只能顺着播种行条施，并与附近土壤混合，这时肥料既可以比较集中地分布在作物根部附近的土壤里，又可以较充分地与土壤作用，从而有利于作物的吸收。这种施肥方式，也可称为局部撒施（不同于一般条施）。

最后，必须特别提到的一点是，磷矿粉的肥效，不能同其它化肥一样仅仅从当季的效果大小来判断，前面我们已经谈到，磷矿粉是一种难溶性磷肥，磷矿粉中的磷素需要比较长的时间才能逐渐溶于土壤溶液中，并逐渐被作物吸收。根据这一性质，在一次施用磷矿粉之后，它的肥效可以延长好几年，有时可达十年之久，甚至更长（这种肥效称为后效）。在不少情况下，磷矿粉施入土壤后，当季往往看不到或很少看到它的效果，而在下一季作物中却得到了比上一季还高的效果。例如，中国科学院土壤研究所在江西连续三年进行的磷矿粉和过磷酸钙肥效对比

試驗中^①，第一次两块地都种小麦，这时磷矿粉的肥效(按产量計算)只相当于过磷酸鈣的一半；第二次种豇豆，磷矿粉的肥效与过磷酸鈣相比基本接近；但在第三次种油菜时，磷矿粉的肥效就超过过磷酸鈣五倍之多。因此，我們應該以长远的眼光来观察磷矿粉的肥效，不能因为施用当季看不到效果而就否定它的作用。

① 这个試驗是一块地每亩施磷矿粉 150 斤，另一块地每亩施过磷酸鈣 40 斤作对比試驗，以后两块地都不再施用磷肥。