

山东昌潍地区主要土壤磷肥效果的研究*

陈福祥

(福建省三明地区农科所)

本文是山东省昌潍地区各种主要土壤、主要作物，七年的二百多处磷肥试验总结。并在摸清磷肥在本区褐土、棕壤、潮土、砂姜黑土、盐土等土类中二十八种土壤上^①，对十余种作物的增产效果及其主要影响因素的基础上，提出了全区主要土壤磷肥效应划分的意见。

一、磷肥对主要作物的增产效果

据七年试验研究证明，磷肥对十种主要作物均有显著的增产效果(表1)。其中以对花生、大豆、豌豆最显著；小麦、谷子、地瓜次之；对玉米、高粱、烟草及棉花增产效果较小。

表1 磷肥对十种作物的增产效果

作物	磷肥平均施用量(斤/亩)	平均增产(%)	每斤磷肥增产(斤)
花生(12)	24	24	2.6
大豆(10)	35	50—80	2.1
豌豆	35—40	50	1.7
小麦(30)	36	33	1.4
谷子	32	18	1.4
地瓜	40—70	20	1.5(地瓜干)
玉米	37	15	0.9
高粱	25—30	13	0.8
烟草	30	15	0.5
棉花(11)	36	14	0.4—0.5(籽棉)

注：1. 作物右边括弧()内的数字为试验点的数目。

2. 磷肥平均施用量为过磷酸钙的用量。

此外，磷肥对苹果、萝卜、白菜等果树蔬菜也有明显的效果。

可见，磷肥的增产效果：豆科作物大于禾本科作物；矮秆作物大于高秆作物；粮食作物大于经济作物。

从经济收益看：花生最大；大豆、烟草次之；小麦、棉花、谷子更次；地瓜、玉米、高粱较差。

磷肥还有较长的后效，据在丘陵棕壤(红沙土)上试验证明，磷肥不仅对当季作物有显著的增产效果，且对第二、第三季作物也有效。在小麦—大豆—小麦一年二作地上，第一季每斤磷肥增产小麦1.2斤，第二季又增产大豆2斤，第三季还增产小麦0.6斤。三季累积，每斤磷肥可增产粮食3.8斤。

二、磷肥对作物生长发育的影响

(一)磷肥对作物根系的影响

根据几年的测定，磷肥对各种作物根系都有明显的促进作用。但对不同科的作物影响各有不同。

磷肥对禾本科作物根系影响的共同规律是：对次生根长度、粗细、根重的影响大，对次生根滋生的影响属次。如小麦，冬前单株次生根3.1条，单株根系干重1.0克，比不施磷肥(对照)的分别增加3.3%和100%；谷子，苗期单株次生根数2.1条，次生根长1.4厘米，比不施磷肥的分别增加1.33和3.38倍；玉米苗期单株次生根数虽与对照相近，而根系干重增加99%，每厘米根长干重增加36.9%，而且磷肥效果超过氮肥，单株次生根总长度增加了49.2厘米，每厘米根长干重增加了0.34毫克。

据观察，磷肥对豆科作物的影响，从幼根形成直到鼓粒期都很明显，不仅促进根系发展，根重增加，更重要的是加速了根瘤，尤其是侧根瘤的大量形成。如大豆用六斤纯磷^②作基肥和苗期追肥的，较不施磷的

* 本文是在山东省昌潍地区农科所(1959—1965年)进行的工作，现整理成文。参加工作的还有：刘瑞卿、桑祥林、王吉云、徐培良、高拯民、李广源、柳玉环、梁先斌等同志，谨此一并致谢。

① 属于褐土类的有黄土、二黄土等，属于棕壤类的有红沙土、麻岗土、红土等，属于潮土类的有河沙土、河淤土等，属于砂姜黑土类的有黑土、黑粘土、二性黑土等。

② 纯磷是以 P_2O_5 计量。下同。

5. 畈田 分布于开阔的谷地或小盆地中，地形平缓，田块之间高差甚小，有较大河流穿插其间，灌溉方便，排水亦好，土质肥沃，以栽培高产品种为宜。

总之，农田类型不同，水肥条件各异，不仅需定向培育水稻品种，而且需合理布局，方能达到均衡增产的目的。

花期单株根重增加24—32%，主根瘤增加0—33%，侧根瘤增加22—26%，鼓粒期单株根重增加65—73%、主、侧根瘤增长幅度依次为71—100%和15—154%。

(二)磷肥对作物茎叶的影响

磷肥增产效果的大小是与整个作物生长期茎叶的发展成正相关。从对不同作物植株高度的影响看，在亩施等量磷肥(纯磷六斤)的情况下，以对大豆、花生的影响最大，分别比对照增加57.8%和57.6%。次为小麦(10.6%)、再次为玉米(6.2%)、谷子(4.9%)，对棉花最不显著。并证明，磷肥对作物早期生长效应都很明显，小麦拔节期株高增加41.3%，谷子幼苗期增加68.9%，棉花幼苗期增加20.6%，大豆苗期增加17.3%，而对其株高的影响，大幅度的增长还是在花期以后。

从磷肥对叶片的影响看，除叶片肥厚，色泽浓绿外，叶面积系数^①显著增加。如小麦在整个生育期间，磷肥区比对照增加29.9—45.6%，最大绿色叶面积出现时间提早，下降时间较晚，速度减缓；拔节期叶面积达最大值，从抽穗至灌浆仅下降6.1—19.4%，而同期内对照区下降40.9—46.6%，氮肥区下降34%；磷肥对谷子绿色叶面积的影响，从苗期至成熟期，不仅超过对照，亦超过了氮肥区。磷肥区谷子苗期绿色叶面积系数，为对照及氮肥区的1.75倍，拔节至灌浆期比对照高32.6—52.3%；拔节至抽穗期比氮肥区高13.1—28%，抽穗以后，氮肥区逐渐与磷肥区相近或稍高一点。谷子氮磷配合处理的，从出苗至灌浆期以直线上升，并始终居首位。在玉米苗期测定，磷肥区叶面积系数为0.143，比对照区增加15.3%，比氮肥区也高3.2%。

(三)磷肥对植株吸收养分动态及干物质积累的影响

1. 对土壤速效氮、磷的影响：连续两年在砂姜黑土类的黄黑土上定位试验证明，增施磷肥能有效地增加土壤中速效氮、磷的含量，其中有效磷含量的增加，小麦比玉米有规律。如小麦试验，收获后，磷肥区土壤中有有效磷为3.2ppm^②，对照区仅为0.5ppm；同年玉米试验收获后，磷肥区土壤有效磷10.8ppm，比对照区6.2ppm增加74.2%。另小麦试验，施纯磷3斤、6斤的处理，在小麦返青、拔节、抽穗、灌浆期，土壤有效磷含量(平均)分别比对照增加32.0%和119%，显著提高了土壤供磷能力。

2. 对小麦、玉米吸收三要素的影响：增施磷肥对小麦、玉米等作物吸收三要素均有不同程度的影响。小麦孕穗期磷肥区地上部植株，每亩吸收纯氮、磷

(P_2O_5)、钾(K_2O)依次为16.9、4.24、6.01斤，虽分别比对照增加91.8%、108.9%、145.8%，但含氮、磷、钾百分率依次为1.76%、0.455%、0.645%，而对照区依次为1.25%、0.294%、0.597%，磷肥区比对照区植株含纯氮增加40.8%、含磷量增加54.8%、含钾仅增加8.0%。在玉米上也具有类似规律，据苗期测定，磷肥区每亩吸收纯氮、磷(P_2O_5)、钾(K_2O)，依次为137、22.8、12.9克，分别比对照增加44.4%、76.3%、45.2%，其三要素含量百分率亦高。此外，据花期和灌浆期测定，植株含磷(P_2O_5)分别比对照高53.3%和23.6%。

小麦吸收三要素动态研究结果表明，在首次施用磷肥情况下(氮、磷配合试验)，小麦对氮素吸收的大幅度增加，主要在冬前及开花—灌浆期，分别比对照增加37.1%和33.4%，拔节、抽穗、开花期增加不到10%；对磷肥的吸收各生育期都明显增加，比对照增加26.3—77.8%；对钾素的吸收，在抽穗、扬花期极不显著，其它生育期比对照增加49.4—126%。在小麦—玉米连续三年六季三要素定位试验中，施磷处理对氮素吸收，在拔节、开花期增加29.8%和47.7%；对磷素的吸收，也以拔节、开花期积累最多，比对照增加47.4%和89.7%，其它生育期增加幅度为17.8—22%；对钾素的吸收，拔节、抽穗期增加34.4—47.7%，其他生育期增加0.6—7.1%。

3. 对干物质积累的影响：磷肥对小麦、玉米干物质积累的影响，比对照及氮肥区大。小麦孕穗期比对照增加35.1%，比氮肥区增加33%；玉米苗期及孕穗期平均比对照区增加44.1%，比氮肥区增加38.4%。

小麦氮、磷配合试验证明，每亩施纯磷3斤与6斤的处理，苗期、拔节期干物质积累比对照增加41.7—69.1%，抽穗、灌浆期增加幅度为9.6—26.2%(与养分向籽粒转化有关)，成熟期增加21.1—64.1%。并看出，施磷3斤、6斤的处理，拔节前对干物质积累差异不大，而后期差异甚明显，氮、磷配合施用，各个生育期的干物质积累增加最显著。

磷肥对棉花干物质积累的影响不同于小麦、玉米。结铃期干物质积累急剧增加，亩施纯磷6斤的，棉花每亩地上部干物质积累为152斤，比对照增加40.7%；而苗期、成熟期影响不大，可能与氮肥不足有关。

磷肥对大豆干物质积累影响最大，据7月23日及8月9日两次测定，亩用6斤纯磷作基肥的处理，单

① 叶面积系数 = $\frac{\text{单株叶面积} (m^2) \times \text{每亩株数}}{666.7 m^2}$

② 土壤有效磷是用马乞金法，1%的碳酸铵浸提过夜测定，以 P_2O_5 计算含磷量。

株鲜重分别为4.0和13.5克,比对照增加42.9%和170%。

(四)磷肥对作物生育期的影响

根据几年的观察,磷肥明显的影响了作物各个生育期,如小麦分蘖期一般提早4—5天,拔节、抽穗、成熟期各提早2—3天;谷子拔节期提早2天,抽穗期提早3—4天,成熟期提早2—3天;棉花早现蕾2天,早结铃、吐絮各3—4天;大豆扩权期提早3—4天,开花期提早2天左右,但成熟期晚2—3天。

(五)磷肥对产量构成因素的影响

磷肥效应最终表现是产量的高低,而产量的高低,又依其构成产量的因素为基础。由于磷肥对根系发育状况,植株长势,叶面积发展以及干物质积累等有显著的促进作用,因而,必然影响到产量构成因素的变化。据五年小麦磷肥系统研究证明,在亩施磷肥20—70斤的条件下,增施磷肥以增加有效穗数对产量的影响最大,占增产率41.3%。次为千粒重。再次为穗粒数。还证明,磷肥促进分蘖巩固分蘖是提高成穗率的基础。穗数、粒数、千粒重三者有相互促进作用。每亩有效穗(28—36万)多的情况下,分蘖穗比主穗受磷肥的影响较大。如小麦,亩施纯磷3斤、6斤的与不施的相比,主穗粒数差异不大,而两处理的侧穗粒数平均增加6.7%;主穗千粒重平均增加9.7%,而侧穗千粒重平均增加11.2%。

磷肥对其它作物产量构成因素的不同影响是:大豆单株结荚数增加83.8%,单株粒数增加67.4%,百粒重增加10.0%;花生单株荚果数增加55.2%,出米率增加6.5%。对玉米、棉花经济性状的影响较小。可见,磷肥对各类作物产量构成因素的影响是各不相同的。对大豆、花生最显著;谷子、小麦稍次;玉米、棉花较小。这一规律同增产效果完全一致。

三、影响磷肥肥效的主要因素

几年的试验研究证明,磷肥肥效的高低,主要受土壤类型、施肥水平及施用技术等因素的影响。

(一)土壤种类不同,磷肥肥效有显著差别

从土壤类型而言,磷肥效果以涝洼地砂姜黑土类(黑土和黑粘土)以及丘陵棕壤土类(红沙土和麻岗土)最显著;丘陵棕壤中的红土、黄沙土和白粘土,平原砂姜黑土类的黄黑土,褐土类有沙黄土、二黄土、沙壤土,山地棕壤类中的活黄泥头、石渣土、山谷沙土,滨海盐土类的平原花碱土等也较显著;潮土类的河沙土、河淤土、平原二性土和山地棕壤类的死黄泥头、白

沙土、黑沙土不明显。如在洼地黑土上,亩施磷肥40斤,可增产小麦73.5斤,增产33.1%,每斤磷肥增产小麦1.84斤;在丘陵棕壤类中的黄沙土上,亩施磷肥38.2斤,可增产小麦42.7斤,增产38%,每斤磷肥增产小麦1.12斤;而在平原黄土地上,亩施磷肥40斤,增产小麦43.7斤,增产率11.6%,每斤磷肥仅增产小麦1.09斤。与氮肥配合施用的肥效也不一样,在每亩配合施用硫酸铵30斤的情况下,黑土亩施磷肥40斤,可增产小麦92.6斤,每斤磷肥增产小麦2.32斤;而褐土类的二黄土仅增产53.4斤,每斤磷肥只增产小麦1.34斤。不同土壤施用磷肥后,不仅当季肥效不同,而且后效也不一样。在褐土类的黄土地上施磷肥,一般没有明显的后效,而在砂姜黑土类和丘陵棕壤类的沙土上,不仅当季增产显著,而且下季增产效果也大。在砂姜黑土类的黑土上,第二季大豆,增产30%;在丘陵棕壤类的沙土上,第二季大豆增产68%,第三季小麦又增产25%。

磷肥在各种土壤上的肥效,主要决定于有效磷含量多少。有效磷越低,磷肥肥效越高。据7种土壤的小麦磷肥肥效试验,平度县黑粘土(属砂姜黑土类)、昌乐县麻岗土(属棕壤土类)两种土壤,有效磷(P_2O_5)含量很低,仅为1.4—7.6ppm,肥效显著,分别比对照增产89.5%、49.3%;昌邑县滨海盐土、属于棕壤土类的诸城县红土、胶县石渣土和潍坊市砂姜黑土类的黄黑土四种土壤,有效磷也较低,为3—12ppm,一般比对照增产17—27%,而潮土类的临朐县二性土,由于肥力较高,故肥效不明显。初步看来,昌潍地区土壤中有有效磷的含量在20ppm以下的,一般均有明显的效果。

昌潍地区地形复杂,土壤种类繁多,各种土壤有效磷的含量也各异。在全区28种土壤中,缺磷土壤约占80—90%,其中严重缺磷的(含有效磷约10ppm以下)占50%,中度缺磷(约10—20ppm)的占30—40%。

磷肥肥效的高低,又受土壤水分的影响。同一土壤在水浇与旱作条件下,磷肥肥效相差较大。据试验证明,在水浇条件下,亩施磷肥30—40斤,每斤磷肥对小麦的经济收益增加0.9斤。因此,最好把磷肥优先用于水浇地,旱地亦需在墒情较好时施用。

(二)施用有机肥水平不同,磷肥肥效也不同

许多试验结果证明:常年大量施用有机肥料的高产土壤,磷肥肥效低。有机肥料所含的磷,一般占含氮量的二分之一以上;而作物吸收的磷,一般常在所吸收氮量的二分之一以下。因而常年大量施用有机肥料的土壤,一般不至缺磷,只有在配合大量氮肥施用时才表现肥效。在这种情况下,施肥水平已超越土壤

种类而成为影响肥效的主要因素。

据此证明，磷肥肥效在一定范围内随着有机肥料施用量的增加而下降。因此，在安排施肥时，可把磷肥优先施用于地力较瘠薄或施有机肥料较少的地块。

(三) 配合施用

上述已证明，磷肥肥效随着有机肥施用量的增加而降低。但值得提出的是：在氮肥施用水平高的土壤上，磷肥的肥效，却不是降低，而是相应提高。在单施磷肥不明显或单施氮、磷均有较好效果的情况下，氮、磷配合施用都有显著的增产效果。据试验证明，玉米单施氮、磷增产率之和为35.0%，氮磷配合施用增产率高达57.9%，比单施增产率之和高22.9%。小麦氮、磷配合施用效果也很好，氮、磷肥配合施用增产率达43.7%，比单施增产率之和11.5%。谷子氮、磷配合施用的，增产率为48.2%，比单施氮、磷增产率之和亦高18%。

在缺氮的土壤中，单独施用磷肥增产不显著，除非在极缺磷或较缺磷、不严重缺氮的土壤上，单施磷肥才有明显的增产效果。连续单施磷肥，因土壤中缺氮而降低肥效。昌潍地区各种土壤中的氮素颇为贫乏。因此，在施用磷肥时必须注意配合氮肥。

氮、磷肥配合施用的增产效果也随着配合比例的不同而异。据小麦试验证明，在不甚缺磷（有效磷22 ppm）而较缺氮（速效氮12.08 ppm^①），单施磷肥效果不显著（只增产6%），而单施氮肥有明显效果（增产16%）的黄土上，在少肥情况下，亩施纯氮6斤、纯磷3斤，远比纯氮3斤、纯磷3斤增产显著，即氮、磷比例以2:1优于1:1；而在多肥情况下，亩施氮6斤、磷6斤，又优于氮12斤、磷6斤，即1:1优于2:1。

(四) 施用量

在磷肥肥效不高的土壤上，即使多施也无多大效果，而在肥效显著的土壤上，适当少施也有显著增产作用。并且值得指出的是：适当少施，增产百分率虽有所降低，但每斤磷肥的增产数量和经济效益却有显著提高。据试验证明，花生在亩施磷肥10.5斤、21斤、31.5斤的情况下，分别亩产荚果345斤、376斤、399斤，增产率分别为15%、19.7%、23%，但每斤磷肥的增产产量分别为4.29斤、2.95斤、2.38斤，可见，在亩施31.5斤磷肥的范围内，亩产随着施肥量的增多而增加，增产率相应的提高，但每斤磷肥经济效益降低。小麦在亩施磷肥40斤、80斤时，亩产分别为299斤、311斤，增产率为17.3%、21.9%，每斤磷肥增产量为1.10斤、0.69斤。在亩施80斤磷肥的范围内，施肥量与小麦增产率也是成正相关，而经济效益却相反。所以，在磷

肥供应不足的情况下，应从增加总产量着眼，在肥效显著地区应注意经济效益，扩大施肥面积，充分发挥磷肥的增产作用。据试验证明，禾谷类作物一般以亩施磷肥30—40斤为宜。

(五) 基肥为主，追肥为次；基肥集中施，追肥早施

不同施肥方法是影响磷肥肥效的重要因素之一。在基、追肥的施用方面，可初步肯定：基肥为主，追肥为次；基肥集中施，追肥早施。

磷肥作基肥优于追肥，以谷子来说，等量磷肥做基肥施用，亩产354斤，比定苗后、拔节后追肥的，分别亩产334斤、327斤，依次增产6.0%、8.3%。磷肥作大豆基肥施用的，亩产143斤，比扩权期追肥的亩产109斤，增产31.2%。

磷肥作基肥施用时，集中施又优于撒施。据试验证明，集中条施对谷子的根长、株高、叶面积、穗重、穗长的生育均有促进作用。集中条施，由于提高根系附近磷酸浓度，有利于幼苗对磷素的吸收。因而，也可促进作物的增产。

磷肥做追肥施用时，早施又优于晚施。大豆早追肥，满足它前期的磷素营养，对促进根系，增加根瘤吸收和固定空气中氮素都有积极作用。苗期追肥的，亩产150斤，较扩权期追肥的，亩产109斤，增产37.6%。大豆扩权期追肥，由于前期磷素供应失调，使营养器官不能良好的生长发育，即是在生育后期，获得较多的磷素也难以恢复，极易招致减产。若在生育前期供给较充足的磷素，后期稍缺磷，仍可获得较高产量。

四、磷肥肥效类型

磷肥肥效受多种因素的影响，这些因素是相互联系相互制约的。在目前施肥水平不高的情况下，土壤种类的作用就更为突出，其次是施肥水平和施肥技术。其它因素则占从属的地位。

根据上述的系统试验研究结果，昌潍地区土壤的磷肥肥效大体上可划分为以下三种类型。

(一) 磷肥高效土壤

全区共有五百万亩左右，约占总耕地面积的四分之一。它们归纳为以下三种土壤类型：一是砂姜黑土类型，有黑粘土、黑土及部分二性黑土。主要分布在胶来河、潍河、白浪河、弥河流域的低洼地区和部分平原地区；以高密、平度、昌邑、胶县、益都、寿光、

^① 土壤速效氮包括铵态氮和硝态氮，均用比色法测定。铵态氮用0.1 N KCl浸提；硝态氮用蒸馏水浸提，加酚磺酞测定硝酸盐比色。

潍县、安丘、诸城等县面积为大。二是沙土类型，主要有山丘棕壤土类的沙土，还有平原潮土类的沙土。山丘沙土大部分分布在五莲、胶南、平度、安丘、昌乐、益都等县的山丘地带，平原沙土零星分布在河流沿岸。三是红土类型，属于棕壤，量少，分布于诸城、临朐、昌乐、益都等县的丘陵地带。这些土壤的特点是：洼、粘、沙、薄，土性差，土层薄，肥力低。土壤中有效磷的含量，一般常在10ppm以下。这些土壤分布的地区，地多人少，施肥量不高，有许多土地每年每亩仅施农家肥一、二千斤，氮素化肥的用量也很低。主要作物有小麦、大豆、地瓜、棉花、花生等。由于土壤肥力低，施肥水平不高，因此，产量也低，粮食亩产仅二、三百斤，有的只有一百多斤水平。这些土壤应是今后推广施用磷肥的重点，单施磷肥即可使小麦等多种作物显著增产，肥效常常超过或接近于单施氮肥；如果配合氮肥施用磷肥，增产可更显著。一般亩施磷肥40斤，可使小麦增产70—80斤，增产率高达30%以上，和亩施硫酸30斤的相比，大体接近以至超出10%左右，每斤磷肥可增产小麦1—2斤，而且对后茬大豆还有明显的后效。对大豆施用磷肥，效果和小米相近。在沙土上可使地瓜增产20%左右，每斤磷肥增产瓜子3斤以上。经济作物的增产幅度，虽然略低，但经济效益大。亩施磷肥40斤，可增产皮棉10斤，增产花生30—50斤。另外，在这类土壤上，对绿肥作物施用磷肥，还可以起到以磷增氮的作用。

(二)磷肥中效土壤

全区共有一千万亩左右，约占总耕地面积的二分之一。属于这类土壤的，主要有平原褐土类的黄壤、二性土和部分山丘棕壤的沙壤土等。平原黄壤、二性土都是本区面积最大的土壤，主要分布在潍河、白浪河、弥河、胶来河流域的平原地带，其它土壤则少量分布在南部山丘地带与沿河地带。这类土壤的特点是：土质较好，土层深厚，肥力中等，土壤中度缺磷，有效磷含量一般为10—20ppm。施肥水平一般，每年每亩施农家肥二、三千斤。这类土壤单施磷肥，对各种作物增产不够显著，不如单施氮肥。一般亩施磷肥40斤左右，小麦、玉米增产40—50斤，增产率10%左右，每斤磷肥增产1斤左右。但对豆科作物效果较好，特别

是对冬季豆科绿肥效果比较明显，一般亩施磷肥40斤，可增产苕子鲜草50%左右，每斤磷肥增产鲜草15—20斤。因此，在这类土壤上，对一般作物施用磷肥，应提倡氮、磷配合施用，以提高磷肥肥效。

(三)磷肥低效土壤

土壤不缺磷，有效磷含量高，一般在20ppm以上。对各种作物单施磷肥，效果都很低。甚至每亩配合硫酸铵30斤，施用磷肥40斤时，磷肥肥效也不显著。属于这类土壤的，主要是常年大量施用优质农家肥料（每年年施肥量在五千斤以上）的高产地区或城镇周围的土壤。全区约有二百万亩。这类土壤在以农肥施用水平为主的人为因素和自然因素共同影响下，土层肥厚、产量高，一般不需施用磷肥。但在氮肥施用水平提高时，需要相应地配合施用适量磷肥。

五、结 语

昌潍地区土壤全磷含量虽较丰富，但有效磷较贫乏。全区约80%以上的土壤，有效磷含量多在20ppm以下，施磷肥有普遍的增产效果。尤以涝洼地砂姜黑土类的黑土和黑粘土，丘陵棕壤土类的红沙土、麻岗土和红土等，施磷效果最显著。平原褐土类的黄壤、二黄壤、沙黄壤，砂姜黑土类的黄黑土，山丘棕壤类的活黄泥头、石渣土、白塘土、山谷沙土以及滨海盐土等，为磷肥中效土壤，施磷也有不同的效果。因此，磷肥应优先用于这些土壤。

磷肥对十种主要作物均有显著的增产效果。其中以花生、大豆最显著，每斤磷肥分别平均增产2.6斤、2.1斤；小麦、谷子、地瓜次之，分别平均增产1.4斤、1.4斤、1.5斤；玉米、高粱、烟草、棉花较小，每斤磷肥分别平均增产0.9斤、0.8斤、0.5斤、0.4—0.5斤。磷肥有明显的后效，一般可持续2—3季。

在每亩施用磷肥30—40斤的情况下，应以基肥为主、追肥为次；基肥集中施、追肥早期施的方法，可以充分发挥磷肥的增产作用。磷肥与氮肥配合施用，是发挥磷肥增产作用的重要关键。

根据系统的磷肥试验结果，昌潍地区土壤的磷肥肥效大体上可划分为三种类型：磷肥高效土壤、磷肥中效土壤和磷肥低效土壤。