

合理施肥
与
小麦增产

河南人民出版社

合理施肥与小麦增产

河南省农业科学研究院编

河南人民出版社(郑州纬四路行政学院五路)

内部发行(64开本) 农业出版社学第一号

地方国营郑州二七印刷厂印刷 河南省新华书店发行

书号: 2186

787×1092 1/32 1 $\frac{7}{16}$ 印张 81,000字

1960年1月第1版 1960年1月第1次印刷

印数: 1-35,000册

统一书号: T10103-182

定价: (1.00, 15元)

出版者的話

为了进一步贯彻农业“八字宪法”精神，促使农业生产的更大跃进。我們在“深耕土地与小麦增产”、“合理密植与小麦增产”等书出版后，又邀請省农业科学院把新編写的“河南小麦栽培学”一书中的肥料部分抽出来，印成这个单册子，以便先一步来指导生产。

这本书对肥料在生产中的作用，作物不同阶段对不同肥分的要求，施肥量与产量的关系等方面，讲的系統、全面，分析得深刻、具体。因而，是农业工作者一本好的参考书。

1959年11月

目 录

一、小麦不同生育阶段对养分的要求.....(1)

小麦生长的主要阶段和养分的关系

氮磷钾的作用、施用量及配合比例

其他要素及微量元素的作用

二、施肥量与产量的关系.....(15)

我省的施肥概况和施肥水平

不同施肥量对小麦生育和产量的影响

三、施肥种类(24)

有机肥料

无机肥料

细菌肥料

各种肥料的成分及配合法

四、施肥方法(31)

底肥

种肥

追肥

施肥中应注意的事项

一、小麦不同生育阶段对养分的要求

小麦是一种需肥較多的禾谷类作物，1958年和1959年我省各地高额丰产經驗和科学研究結果均証明了这一点。显然，要使小麦生长和发育良好并获得高产，必須供应足量的营养物質。

小麦的营养問題是十分复杂的問題，这不仅是因为和营养物質的供应状况，养分进入小麦有机体时的土壤环境条件有密切联系，而且还因为各种营养元素进入有机体后所起的复杂的轉化过程以及与小麥本身对营养的定期性有密切联系。可見，小麦营养的实质，即是在小麦有机体内和外界环境中进行的化学与生物化学过程的一个复杂的鎖鏈，是小麦有机体同周围环境相互作用的复杂过程。由于有了这些复杂的过程，才能保証小麦正常的生长和发育，才能使复杂的有机物質如籽实中的蛋白質，糊粉中的纖維素等在有机体内順利的合成。

小麦的营养，既然是有机体和周围环境相互作用的过程，那么在研究和探討这个过程实质的时候，就不能采用孤立的形而上学的方法来对待它。应该明确，小麦有机体和周围环境的相互作用，既是相互联系，又是相互制約。只有在不可分割的联系和相互制約的情况下来研究小麦的营养現象时，我們才能够比較清楚的了解小麦的营养过程，才能对它加以解釋，并运用它的規律服务于生产，从而达到不断提高单位面积产量的目的。

小麦生长的主要阶段和养分的关系

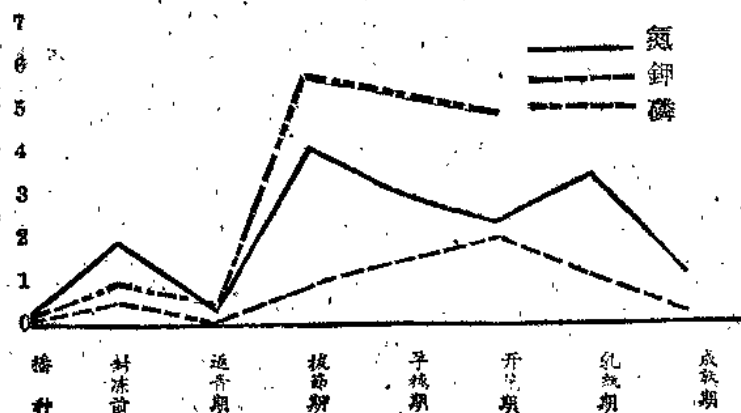
小麦播种后，从幼苗出土到成熟，所經歷的各个生长阶段，

一般分为苗期、返青期、拔节期、抽穗期，等等。按照小麦营养的定期性要求，在各个生长阶段内，各种营养元素供应的数量和比例都是不一样的。在各个不同生长阶段内养分供应的状况，对小麦的正常生长以及在产量方面都具有重要意义，也就是说，在每一个生长阶段内，小麦按照它的生物学特性，都要求一定的营养条件。根据山东农业科学院试验结果：小麦在各发育阶段内，吸收氮、磷、钾的数量均不相同。从出苗到返青吸收氮素大于磷或钾，返青到开花期，吸收氮、磷、钾的数量在逐渐增加，拔节期吸收氮素最多，孕穗期吸收钾素最多，而在开花期吸收的磷素最多，如表1和图。

冬小麦在各生长阶段吸收氮磷钾的数量(斤) 表1

时 期 类 别	出苗到 封冻前	封冻到 返 青	返青到 拔 节	拔节到 孕 穗	孕穗到 开 花	开花到 乳 熟	乳熟到 成 熟
氮	2.42	0.45	3.98	2.93	2.34	3.42	1.39
磷	0.49	0.11	0.98	1.45	2.05	—	0.40
钾	1.24	0.50	5.42	6.44	4.25	—	—

冬小麦吸收氮磷钾三要素曲线图



由于小麦的营养过程是和周围环境相互作用、相互制约、相互统一的，因此随着环境条件如土壤、气候等的不同，在各个相同的生长阶段内，对养分吸收的状况也是不一样的，如山东农业科学院试验结果：小麦出苗到分蘖盛期（封冻前）吸收的氮素占整个生长期中吸收氮素总量的17%。由分蘖到孕穗占42%，孕穗以后至成熟占41%。而前华东农业科学研究所试验结果：冬小麦由播种到分蘖盛期吸收氮素占整个生长期吸收氮素总量的50%，由分蘖盛期到孕穗占40%，孕穗以后到成熟仅占10%。

为了便于了解小麦的营养状况，把小麦生长的主要阶段按照如下的标准划分：

（一）苗期：这一阶段从幼苗出土到返青期，其中包括分蘖期和越冬期。

（二）穗的形成期：这一阶段从返青开始到孕穗末期，其中包括返青期和拔节期。

（三）籽实形成期：从小麦抽穗开始到成熟，其中包括抽穗期、扬花灌浆期及成熟期。

苗期营养：小麦的苗期营养，是从出苗初期开始的，这时候有机体依靠第一片绿叶进行光合作用和依靠初生的幼根自土壤环境中摄取养分。第一片绿叶的出现，标志着小麦有机体在进行营养方面的根本转变，在此以前有机体的营养是依靠籽实中储备的养分进行的。小麦出苗初期，吸收养分的能力很弱，吸收养分的数量和这时小麦所需要的养分数量虽不算大，但是在这个时候，幼苗对养分的要求却十分敏感，尤其对于氮磷。所以农民的实践经验中认为，小麦是“胎里富”。明确小麦在生长早期就特别需要氮、磷营养的这一事实，不但具有理论上的意义，

而且也具有对生产实践的指导意义。根据研究和生产实践的資料：苗期氮素的供应，对促进分蘖盘根有重要作用，适当的供应氮素，能促使幼苗在早期就有較多的分蘖，較大的叶片和发达的根系等。苗期磷素的施用则可促使根系发育健旺，并可提高細胞原生質胶体的持水力，增加束縛水含量，从而提高小麦在越冬期間的抗寒、抗旱能力。此外磷素对含氮物質的代謝也有重要作用，可以促进氮素的利用，在氮素用量較大时，如果磷肥不足，还往往引起“氮中毒”現象。苗期的鉀素营养，对促进氮的利用和提高抗寒能力等均有一定的作用。生产实践的經驗証明：在小麦苗期，如果缺乏氮磷鉀特别是氮磷的营养时，后期即是再大量的追施，也难以完全消除小麦因早期缺乏氮磷所受到的損失。

可見在苗期适当而及时的向小麦施入养分，对幼苗生长有多方面的良好的影响，特别是氮和磷，可以大大增多根系数量，有利于分蘖盘根及提高抗寒性能。研究的理論和丰产經驗均証明，氮素是增强小麦分蘖力的重要因素，氮素营养愈多，分蘖力也就愈强，特别是有效分蘖数的增多，是提高产量的重要关键。但是应该注意的是，所謂向苗期及时供应养分，必須包括在播种前施入的基肥和种肥在內，单指出苗后的追肥是不完全的。

与上述情况相反，如果苗期养分不足，往往会引起单位面积产量的降低。例如1959年河南省农业科学研究所試驗农場有64亩小麦，每亩施入15,000斤以上的未腐熟草粪作底肥，有效养分含量很低，施肥的数量虽然較大，但是仍不能满足幼苗生长的需要。冬前每个单株的分蘖数为1.56个，后来虽經春季追施化肥硫酸銨等，但平均每亩产量仅有399.4斤；另有36亩每亩施底肥（草

糞)11,000斤和大糞4,100斤,因大糞中含有較多的有效氮、磷等养分,冬前每个单株的分蘗数达到2.32个,每亩产量达709.1斤,二者相差极大。又如孟县梧桐生产大队的丰产田中底肥施入氮12.5斤、磷10斤、鉀25斤,年前单株分蘗数为1.47个,未施底肥的为0.7个,施入底肥的每亩单产为529.8斤,較不施底肥的单产412.7斤增产28%。后来在追肥中虽补足了少施底肥的肥料数量,但是仍然未能弥补由于幼苗期缺少氮、磷、鉀营养而造成的损失。綜上所述,为了滿足小麦苗期对养分的需要,就必须施足底肥和越冬期的追肥。

穗形成期的营养:小麦在穗形成期的营养,具有特別重要的意义。从返青期起,幼穗开始分化(有的比此还要早些),直到孕穗末期,穗子全部形成为止。在这一段时期內,养分供应不足,直接影响到穗子的正常发育。如果說在苗期营养是增加单株分蘗的基本問題,那么在穗形成期的营养,显然是保証增加每株有效分蘗及每穗小穗数及粒数的重要因素。除此以外,这个时期也是莖稈形成和生长的时期,此时养分的供应,对形成坚韧的莖稈亦有重要作用。

我們知道,河南現在推广的一般良种,在正常条件下发育的幼穗,一般每穗有小穗12—18个,每小穗有正常发育的小花2—3个,也就是說,每穗有24—72个小花。但事实上这些小花,在通常情況下,並沒有完全結成籽实,这說明了在小麦穗原始体形成中就具有很大的生产潜力,但一般从最后的产量来看,仅仅挖掘了这种潜力的40—60%左右。为了提高产量,这种潜力的发掘,是值得十分重視的。河南的农諺,“谷三千、麦六十”,意思是指每穗小麦如果結出60粒籽实,那就是丰收年量。这个說法指出了提高小麦产量的巨大潜力和可能性。为

了充分挖掘这种潜力磷合理满足小麦的营养需要非常重要。

在穗的形成期，氮、磷、鉀的营养有同等重要的作用，足量的氮素供应，可以促使每穗形成更多的小穗及在小穗中形成更多的小花，結果使整个麦穗增大。磷素对小花形成可孕花粉及正常子房和在后期籽实重量的形成方面，起着极大的作用。所以在穗的形成期，磷素供应也十分必要。已有的研究資料指出：鉀素在这个时期需要量最大，鉀素对于碳水化合物形成和运转，有很大作用，从而提高光合作用效率，有利于产量的提高，同时鉀可促进纤维素的形成，使茎秆坚韧，这个时期正是茎秆迅速伸长时期，鉀的供应对防止小麦倒伏更有重大意义。偃师县新新大队試驗資料指出：返青时期单追氮肥的，倒伏程度为三級，面积佔90%，亩产476斤，在追氮基础上增施鉀肥的，倒伏程度为二級，面积佔70%，亩产502斤。

籽粒形成期的营养：籽粒的形成，只有在良好的营养条件下，才能实现粒大、粒飽的要求。这个时期的营养特点，不仅在于对各种营养元素的吸收量上与其他各生长期不同，而且所需要的养分除了从外界环境中吸收外，同时还依靠在营养器官中已积累物质的轉化。因此，为了达到粒大、粒飽，使小麦正常的通过籽粒形成阶段，必須在苗期和穗形成期就施入足够的养分。在籽粒形成期有适当的氮素供应，可以保证籽实中蛋白质含量的提高，并使叶子的光合作用保持在足够高的水平上进行，因而有利于粒重的提高，但是氮素供应过多，则会阻滞茎叶中可塑性物质向穗部的移轉，結果引起种子重量的減低。磷、鉀对籽粒灌浆有良好作用，主要是能够促进营养器官内含氮物质及糖分等的轉化和移轉，以供应籽实形成时所需要的大量养分。

綜上所述，为了达到高产目的，不同时期应有不同质和量

拔节抽穗期为 8%，灌浆期为 0.2% 左右，詳細数字見表 2。

氮磷鉀的作用、施用量及配合比例

大家知道，小麦营养所需要的元素远不止氮、磷、鉀三种，已經被研究証明的构成植物有机体元素有数十种，除碳、氢、氧以外，氮、磷、鉀三元素在植物体内的含量比較多，通常称为植物营养的三要素。如果減少了这些营养元素时，对有机体的生长会引起严重的不正常現象，所以在研究和揭示小麦的营养問題时，对氮、磷、鉀的营养作用的研究就有首要意义。

(一) 氮素对小麦生长及产量的作用：小麦从出苗到成熟，一直从土壤中吸收氮素。吸收氮素的形态主要为硝酸态及銨态。氮素含在所有蛋白質和銨基酸的成分里，是构成蛋白質、叶綠素、各种酶及維生素等不可缺少的成分，这些复杂的有机化合物，都是一切植物賴以生长所必須的基础。

氮素在小麦有机体中虽然有着广泛的分布，但是和其他营养元素一样，在小麦不同生育时期和不同的器官中，氮素的含量并不一样，在叶中的含量要比籽实中为低。根据分析結果(山东农业科学院)：籽实中含氮量为 2.1%，叶子里为 0.62%，莖稈里仅为 0.28%。

氮素对小麦发育的影响是多方面的，它可以促使幼苗分蘖及植株的迅速生长，加大叶面积和加强叶綠素的积累，并增强同化作用的过程，从而提高干物質的积累数量。

根据我省試驗結果及各地生产实践証明：在我省的各主要产麦区，不論是何种土壤，或者施用何种形态的氮素化肥，增产均十分显著，如河南农业科学研究所、南阳、許昌、洛阳专区农科所試驗結果：每亩施用硫酸銨或廐硫硝酸銨、硝酸銨、

氯化铵、磷酸铵等不同形态的氮素化肥3斤(純氮⁵)，在郑州地区增产60.2—83.8斤，在南阳增产63.4—90.3斤，在許昌增产53.6—93.1斤，在洛阳增产80.0—96.5斤，如表3。

各种氮素化肥与小麦产量的关系 表3

地 点 处理	河南省 农科所		南阳专区 农科所		許昌专区 农科所		洛阳专区 农科所		备 考
	产量	增产	产量	增产	产量	增产	产量	增产	
不 施 肥	119.2		411.4		204.5		406.0		①各氮素肥料以每施3斤純氮計算。 ②均在秋施。
硫酸铵条施	187.6	68.4	489.0	77.6	256.1	51.6	486.0	80.0	
硝酸铵条施	180.0	61.0	501.7	79.4	272.6	68.1	493.0	87.0	
磷酸铵条施	203.0	83.8	489.5	90.3	297.6	93.1	502.5	96.5	
氯化铵条施	190.0	70.8	474.8	78.1	271.6	67.1	489.0	83.0	
磷酸铵条施	180.0	60.2	490.8	63.4	269.7	65.2	497.5	91.5	

各地的生产实践表明：在5,000斤以下的产量范围内，每亩施用氮素的数量多少与小麦产量成正相关，氮素用量越多，产量也相应增加。新乡专区农科所試驗結果：在亩产小麦144斤的基础上，每亩增施氮素4斤，增产114斤，每亩增施氮素8斤增产达160斤，如表4。

氮素的不同用量与小麦产量的关系 表4

施 肥 (斤/亩)	产 量 (斤/亩)	增产(斤/亩)
不 施 氮	144	
施 4 斤氮	258	114
施 8 斤氮	304	160

根据试验：施用氮素与产量的正相关性，只有在合理施肥的情况下才能表现出来，如施用氮素过多，其他栽培技术配合不上时，往往得到相反的结果。氮素过多，会引起小麦旺长，茎秆细弱、下部茎秆负荷能力与上部茎、叶、穗的重量不相适应，使整个地上部分和根系发育失去平衡。在这种情况下，如土壤水分稍多，往往就发生倒伏，如土壤干旱，则将不能保证上部分所需水分的正常供应，尤其在籽实形成时期，可使籽实形成瘦瘪、品质变劣。过多的氮素，还可使小麦茎秆的厚壁组织层变薄，有利于害虫的侵害和病菌对植株的侵染。

(二) 磷素对小麦生长及产量的作用：磷在小麦有机体中以有机状态和无机状态的形式存在，是构成籽粒中核蛋白等重要物质的成分，这些磷化合物，同时也是有机体在生长过程中的许多物质转化过程的调节剂，小麦自出苗起到抽穗时候为止，一直从土壤环境中吸收磷素，所吸收的磷主要为正磷酸态的磷。磷与光合作用有直接关系，磷酸的存在，可以促使比较简单的化合物形成成为比较复杂的有机化合物，磷对于含氮物质的代谢也有极大的作用。此外，磷素可以促进根系的发育提高小麦的抗寒性和越冬能力，缩短生育期，加速小麦的成熟过程。

缺磷时，糖分和蛋白质代谢受到破坏，根系发育受到抑制，分蘖少、开花迟、花粉不孕、受精过程受影响、灌浆不正常。

由于磷对氮物质代谢有良好作用，因而，在增施氮肥时，磷肥的效果就更为显著。百泉试验站试验，在不施氮肥时，磷肥效果不显著，用氮4斤，磷肥增产效果不大，用氮8斤，则磷肥效果显著增加。在施氮肥基础上，增施过磷酸钙20斤的(折4斤磷酸)较不施磷肥的增产小麦45斤，增施40斤过磷酸钙则增产51斤，如表5。

磷素肥料与小麦产量的关系

表 5

施 肥 量	无磷区(斤)	4 斤磷区(斤)	8 斤磷区(斤)
无 氮 区	146	148	138
4 斤 氮 区	241	248	266
8 斤 氮 区	274	319	325

根据河南省农业科学研究所对本省部分土壤进行的化学分析结果：土壤中磷、钾的含量，远比氮素为高，加之施用有机肥料，特别是由于有机肥料中含有较多的磷质，而且磷素的被利用率也比较高，在亩产300斤以下的产量水平时，土壤和所施有机肥料内所含磷已可满足小麦的需要；因而再增施磷肥（过磷酸钙）增产效果不大。如南阳、信阳、郾城试验结果：在亩施厩肥2,000—3,000斤基础上，再增施25斤粒状的或粉状的过磷酸钙，增产仅4—12斤。在商丘、百泉、潢川试验的结果，则无增产表现；如表6。

磷肥对小麦产量的影响

表 6

地 点 处理 产量(斤/亩)	南阳试 验 站	信阳试 验 站	商丘试 验 站	郾城试 验 站	百泉试 验 站	潢 川 农 场
施有机肥料	367.4	263.8	320.4	258.0	273.5	134.4
有机肥加粉状 过磷酸钙25斤	406.5	274.6	320.2	257.8	266.9	134.1
有机肥加粒状 过磷酸钙25斤	—	275.0	265.0	202.8	269.1	131.4

备 考	南阳每亩施2,000斤廐肥作底肥，商丘、 信阳每亩施3,000斤廐肥作底肥，潢川每亩 3,000斤底肥，追人粪尿10担。
------------	--

小麦需要磷肥的情况，与土壤中含磷的多少、土壤水分的状况以及与小麦产量水平的高低有很大关系，在今后不断提高小麦单位面积产量，特别是要求高产的情况下，磷肥的施用还是很重要的。

(三) 鉀肥对小麦生长和产量的作用：鉀在小麦有机体内呈现离子状态。鉀和氮、磷不同，它在很大程度上可以被再利用。以往资料指出，小麦自开始生长的几天起到开花期为止，一直从土壤中吸收鉀素。最重要的时期是在拔节前后至抽穗前的一段时期。在鉀素供应合适时，特别在有磷存在的情况下，可以促使植物更好的利用氮素，可以加强光合作用及促使碳水化合物由叶流入贮藏器官，可以提高小麦的分蘖能力和抗寒性能。还可以促使维管束的发育，使厚角组织细胞加厚，使韧皮部导管束更强烈的发育。所以鉀是使茎秆坚固的先决条件，从而提高小麦的抗倒伏能力。

在缺乏鉀素时，则形成与上述相反的结果，小麦的分蘖力，光合作用及抗倒伏能力等都要减弱，吸收氮素的效率减低。当鉀素特别缺乏时，小麦往往容易感染病害。

与磷肥的情况一样，在河南各地土壤里，当氮肥用量不多以及在施用有机肥料的情况下，增施鉀肥的增产效果不很大。如新乡专区农业试验站试验结果，每亩施用氯化鉀8斤与不施的产量一样。伊川县农科所试验结果，施鉀的比不施鉀肥的，每亩增产5.4%。省农科所试验结果，每亩施氧化鉀50斤，较不施的

仅增产1.3斤。如果在增施氮肥和高产的情况下，钾肥不论对于防止倒伏和增加产量方面都有很大作用。新乡专区农业试验站试验结果证明：在氮肥的配合下，每亩施氧化钾8斤，增产62斤。伊川农科所试验结果是：在氮肥配合下，施用钾肥，每亩增产80.4斤，如表7。

钾肥与小麦产量的关系

表7

地 点 处 理 产量(斤/亩)	新乡专区农科所		伊 川 农 科 所	
	产 量	增产	产 量	增产
施有机肥料	144.0		403.0	
有机肥料加钾	144.0	0	425.2	22.2
有机肥料加氮	246.0	102	578.0	175.0
有机肥料加氮钾	308.0	164	658.4	255.0

说明：新乡试验站在1949—1950年进行试验，每亩用有机肥料（马粪）4,000斤，氧化钾8斤。伊川农科所在1958—1959年进行试验，每亩用有机肥料20,000斤。

（四）氮磷钾施用量和配合比例：已经看到，氮磷钾的配合使用，可以收到最高的增产效果。由于植物吸收养分具有选择性，因此小麦吸收氮、磷、钾的数量也不是完全一样的，也就是说，在吸收三要素时，有一定的配合比例。根据1959年74处51,703亩丰产田的调查统计，亩产676斤，施用氮、磷、钾的配合比例是1:0.74:1.59。

在各生育期施肥中的氮、磷、钾比例是：

播前施肥1:0.78:1.9