

全球生态环境变化 N、P 对小麦的影响研究论述

李坚益 张雅妮

河南大学

DOI:10.32629/as.v2i5.1689

[摘要] 生态因子对生态环境变化的响应有其独特性及响应机制。本文以氮(Nitrogen,N)、磷(Phosphorus,P)对小麦生长发育的影响为依托,讲述生态因子对生态环境的影响。在众多因子中,营养元素对环境的影响是十分巨大的。而其中:N、P元素的变化对其的影响尤为显著。如果能及时的掌握这一重要因素,将N、P的变化过程详细记录,对小麦生态系统的研究及生态环境脆弱性的研究中具特殊的意义。同时阐述清楚不同N、P水平对小麦生长的影响、土壤中P—微生物—植物之间作用的机制、植物营养水平对地上害虫发生的作用及土壤微生物对小麦营养吸收的影响机制,响应过程及特点,说明生态环境中:N、P的影响不仅作用在小麦生长发育过程中有着重要作用,也是展开全球生态变化研究的一个切入点。

[关键词] 小麦; 营养元素; 土壤微生物; 生态环境脆弱性

1 不同 N、P 水平对小麦生长的影响研究现状

小麦作为禾本科单子叶植物,人类的主要粮食作物之一,是我国的第二大粮食作物,在世界范围内广泛种植。小麦富含淀粉、蛋白质、脂肪、钙和铁等多种矿物质元素及维生素A、维生素C等。我国是世界上最早种植小麦的国家之一,并且在我国两河流域最先开始种植。作为我国的第二大作物,其种植面积和总产量仅次于水稻,是我国重要的商品粮和战略性储备粮的主要粮食储藏品种。目前我国正追求全面提高小麦的品质和产量,而影响小麦产量的因素有很多,如品种、种植密度、土壤含水量、施肥等,其中施N是最大的影响因素。实践表明,优质小麦品种以及合理施肥是可以达到提高产量的目的(张运红等,2017),一个优质品系小麦是高产的基础,科学合理施肥对小麦高产也有重要作用。

N素是影响小麦生长发育和产量的重要元素,而作物对N养分的吸收和小麦地上部N素累积量可以通过N素调控来完成。N营养是昆虫主要的营养物质,对植食性昆虫的生长发育影响尤为突出,大多数植物的平均含N量为2%,而昆虫体内含N量高达7%(William and Mattson,1980)。因此,N是植食性昆虫正常生长发育必不可少的一种营养元素。大多研究表明,增施N肥对植食性昆虫的寄主选择、存活和生长发育、生殖和种群动态等均有促进作用(Jauset et al.1998; Fischer and Fiedler,2000)。

P是小麦生长发育和繁殖所需的重要元素之一,也是限制作物产量的关键因素施P肥,可提高小麦的产量和品质。研究表明N、P的供应能显著影响小麦苗期对N素的吸收利用而且P供应量增加可以促进小麦对N的吸收(赵艳艳,2016)。且有研究表明,合理的NP肥使用配比可以显著提高小麦的产量。

Strong的试验研究结果表明,播种时施N200kg/hm²能显著增加籽粒产量,但不能提高小麦籽粒蛋白质含量;当施N量增至300~400kg/hm²时,方可提高蛋白质含量。徐恒永研究了不同施N量对优质专用强筋小麦济南17、济麦20和中筋小麦济麦19产量和籽粒蛋白质含量的影响,结果表明,N肥施用量对产量的影响因地力状况有较大的不同。在高地力水平下,施N量的多少对产量没有显著的影响;但在中等地力水平下,产量差异达极显著。王月福指出在高肥、中肥两种地力条件下,当施N量不超过240kg/hm²时,强筋小麦济南17的产量随施N量增加而提高;当施N量增至300kg/hm²时,高肥力条件下的产量降低。而籽粒蛋白质含量在试验施N量范围(0~300kg/hm²)内均表现为随着施N量的增加而提高,且高肥力条件下籽粒蛋白质含量显著高于中肥地力。

2 土壤中 P—微生物—植物之间作用的研究现状

丛枝菌根真菌(Arbuscula mycorrhizal fungi,AMF)是陆地生物重要的有益共生微生物,其侵染率高直接决定着AMF对寄主植物的贡献大小,而植物根系分泌物中次生化学物质直接影响着AMF与寄主植物的共生程度。在陆地生态系统中,80%以上的高等植物都能与菌根真菌形成共生体,菌根真菌可以通过在土壤中形成庞大的菌丝网络来增加植物根系的吸收面积,从而增加根系对营养元素的吸收并且促进植物生长,不同P水平土壤接种丛枝菌根真菌对植物生长和养分吸收的影响不同。Chen等研究发现,土壤中P含量过高会抑制菌根真菌的发育,降低菌根真菌对植物根系的侵染。土壤中微生物对P素的转移和利用影响很大,其中丛枝菌根真菌(AMF)对植物根系的侵染可以改善宿主植物对水分和养分的吸收状况,促进矿物元素的吸收(Giovannetti M et al,2004; Mortimer P E et al 2008;),尤其是在低P条件下可提高植物对P素的吸收(李晓林,冯固,2001),促进植物的生长发育。这得益于菌根庞大的菌丝体,因为植物根系被AMF侵染后增加了宿主植物吸收养分的范围,进而提高了土壤中P的空间有效性,而且相对于植物根系菌根菌丝通常贮存更多的P,这就使得植物连续不断地得到P的供应,而植物间通过菌丝网络传递P已被证实(Liu R J,Luo X S,1994)。Smith等用Glomus interaradices接种三种不同的植物发现,植物的P吸收主要是通过菌根途径,这也说明AMF在促进宿主P吸收方面起着非常重要的作用。

研究发现,接菌处理并没有影响小麦株高和生物量变化整体规律,但是在其中几个生长阶段会对小麦的株高和生物量有显著提高的效果,说明丛枝菌根真菌具有促进植物生长的作用(马放等,2014)。

3 植物营养水平对地上害虫发生率的作用

植物作为初级生产者,可被很多生物取食,其中就包括很多以植物为食的害虫。植物营养水平可间接由害虫的取食情况来反映,主要体现在害虫生物量(生物量指数量和体重)的变化上,蚜虫的体重随着小麦的自身营养水平变化而变化,而数量的多少又与营养是否充足有关。害虫的取食方向、途径、速率可受植物本身的营养水平所影响,甚至当植物影响水平过低的情况下会出现停止取食、生殖等行为,植物营养水平可以影响植物体内次生代谢物质的分泌,次生代谢物又影响害虫的取食行为。通过研究不同的植物营养水平下,其次生代谢物是否符合害虫的取食意愿(祝传书,2005),经过重复试验改变植物的营养水平,从而确定一个最适合小麦生长且害虫趋向于不取食的最佳营养水平。植物的营养水平受土壤营养水平影响,可通过控制施肥量来改变植物的营养水平。植物营养水平可以影响植物次生代谢物发生,而次生代谢物又能影响害虫的生理状况,如单宁

酸剂量的增加,草原毛虫幼虫对食物的取食效率、生长率、体重及存活率随之降低。

而对于小麦来说:小麦产率如何,不仅与化肥、土壤营养、气候等因素有关,还与害虫有着密不可分的关系。新中国成立以来,我国小麦害虫防治研究在过去经验基础上,以近代植物保护科学为指导,开始了试验研究,并以其结果为依据,开展防治和进一步的研究。深入开展了其危害特点、发生规律、发生与环境条件的关系、品种抗虫性、综合防治技术等方面的研究。研究发现小麦植株N含量的多少对麦蚜的取食和发生有着直接的影响,即植株中N含量越高,麦蚜的发生数量越大。

植物能够产生诸如菇烯类、生物碱、淄类、黄酮类和多糖等次生代谢物,这些代谢物中多具有杀菌活性,如禾谷类作物的丁布、酚酸、多酚等,对麦长管蚜、禾绕管蚜有抑制作用。还有研究表明,小麦体内糖含量与其抗禾谷缢管蚜呈正相关,抗蚜品种内含糖量较高,同样也有人认为抗麦长管蚜侵染的品种Saga和Lasko具有较低的可溶性糖含量(Sempruch C., Ciepiela A. P, 1999),Ciepiel发现冬小麦蚜虫数量与游离氨基酸和必需氨基酸成正比(Ciepiela A, 1989)。正是由于不同品种小麦体内的营养物质如糖类、蛋白质、氨基酸含量的不同表现出抗虫性差异,所以通过改善施肥配比来明确小麦抗虫性的最佳营养水平,从而达到防治害虫和提高小麦产率的目的成为了一种研究的手段。

4 土壤微生物对小麦营养吸收的影响

丛枝菌根真菌(AMF)广泛分布在土壤中,对自然环境中植物营养的摄取有着十分重要的作用。其可以在植物根内皮层细胞形成泡囊和丛枝结构,从而与植物形成互惠互利共生体。在这种共生体系中,菌根在根外土壤中形成根外菌丝网,扩大植物根系吸收范围,改善了根际微环境和根系体积与比表面积(Augé and R. M, 2001; Allen and M. F, 2007; Wu, Q. S., Zou, Y. N., et al, 2013)促进了寄主植物对养分的吸收;还改善了寄主植物叶的气体交换参数,提高光合速率和水分利用效率,提高了碳水化合物同化速率(Auge, R. M., Toler, H. D., et al, 2008; Birhane, E., Sterck, F. J., et al, 2012)从而提高植物对N和水的吸收,改善寄主植物的营养状况,促进植株生长。研究发现接菌处理在小麦的几个生长阶段会对小麦的株高和生物量有显著提高的效果,说明丛枝菌根真菌具有促进植物生长的作用。

此外改善寄主植物对矿质养分的吸收也是AMF重要生态功能之一。AMF能促进小麦(Zhou, Q., Ravnskov, S., et al, 2015)对土壤N肥、P肥以及矿物质营养铜(Gu)、铁(Fe)、锰(Mn)、钾(K)、钙(Ca)、锌(Zn)等的吸收。尤其在P含量较低的土壤,AMF能大幅度提高寄主植物对P素的吸收,而随着P肥量的增加,菌根共生关系减弱,同时削弱AMF对寄主植物P素的吸收。这

表明农田使用AMF可以减少农用化肥的用量,为有机农业的生产实践提供技术支持(Raviv, M, 2010)。这正是我们研究不同营养水平的土壤对AMF-植物-蚜虫三者之间的互作关系的重要依据,有助于我们对AMF-植物互作的深入认识。

5 结束语

通过比较土壤不同营养比例对微生物与小麦共生关系的影响,研究土壤肥力是如何通过微生物影响小麦的营养吸收,尤其是N营养元素的吸收的。进而研究这种影响对小麦地上害虫(蚜虫)数量动态的影响,并做严格的实验对比。通过研究,一方面可预测将来在N沉降日益严重情况下对小麦生长的影响,为将来麦田管理调整提供理论依据。另一方面本研究从生物互作角度帮助我们更准确地认识农作物生态系统中各生物之间的互作关系,从而为将来利用生态手段进行麦田有害生物控制奠定基础。

而本文创新之处在于,首次以土壤-小麦-害虫作为一个有机整体,从生态学角度研究了地上、地下生物互作对小麦生长的影响。通过明确不同营养水平(N、P)的土壤对微生物-植物-害虫三者之间的互作关系,不仅可以为农业生产合理施肥提供新的思路,同时有助于我们对生态环境中生态因子对环境作用的深入认识,从而为开展全球生态变化的研究提供理论依据。

[参考文献]

- [1]刘仁建.影响南繁青稞黄矮病发病程度的因素分析[J].南方农业,2018,12(1):28-30.
- [2]庾韦花,陈廷速,蔡健和,等.防虫网覆盖对罗汉果生长、结果及病虫害的影响[J].福建果树,2006,(01):35-36.
- [3]赵艳艳,袁亚培,梁雪.不同P、钾处理小麦苗期N营养性状的QTL分析[J].植物营养与肥料学报,2016,(22):1523-1537.
- [4]李晓林,冯固.丛枝菌根生态生理[M].北京:华文出版社,2001,(09):168-178.
- [5]马放,苏蒙,王立,等.丛枝菌根真菌对小麦生长的影响[J].生态学报,2014,34(21):6107-6114.
- [6]张运红,孙克刚,杜君.施N水平对不同基因型优质小麦干物质积累、产量及N素吸收利用的影响[J].河南农业科学,2017,46(4):10-16.
- [7]祝传书.蚜虫取食诱导小麦抗性的分子机制及对蚜虫行为的影响[D].西北农林科技大学,2005,(02):108.

作者简介:

李坚益(1998--),男,汉族,贵州省普安县人,本科,研究方向:生物互作。
张雅妮(1998--),女,汉族,陕西宁陕人,本科,研究方向:生物互作。