

VA菌根对植物耐旱、涝能力的影响*

林先贵 郝文英 施亚瑟

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

以黄淮海壤质黄潮土为供试土壤,在盆栽条件下研究不同水分条件对VA菌根侵染白三叶草的影响以及菌根的抗旱能力。结果表明,在所有水分处理中,接种VA菌根后,可促进菌根的侵染和植物对氮、磷的吸收,增加植物的生长量,并显著地增强了白三叶草的抗旱能力。干旱条件下,VA菌根的侵染、菌丝的发育均良好。而过高的水分不利于菌根的侵染和菌丝的发育。

大量研究证明,VA菌根能与多种植物共生,通过其根外菌丝伸展来扩大植物根系的吸收范围,使植物对某些元素和水分的吸收得到改善,从而促进植物的生长。但菌丝的发育需要适当的水分和通气条件。黄淮海平原属于干旱、半干旱地区,春旱秋涝时有发生,是该地区农业生产的障碍因素之一。本文针对土壤水分状况对VA菌根侵染的影响以及VA菌根对植物耐旱、涝的能力进行了试验研究。

一、材 料 与 方 法

(一)材料及处理

以壤质黄潮土为供试土壤。在盆栽条件下设置了相当于田间持水量的20、40、60、80%及渍水5个处理;以及在相当于田间持水量的60%左右条件下生长30天后将水分状况分别改变为田间持水量的20、60%,渍水3个处理。每个处理5次重复。以菌根化的苏丹草根和根际土为接种剂,每盆层施15克菌剂,对照加等量灭过菌的菌剂。按当地正常的氮、磷用量加入尿毒(11千克/亩)和过磷酸钙(25千克),与每盆土壤(1.5千克)混合。按不同水分处理要求分别加水过夜,播种白三叶草,出苗后每盆定苗20株左右。试验期间每日称重补水。

(二)测定方法

植物出苗后20、30、40、50、60、70天时分别收获。测定植株地上部干重;用蒸馏法和钼锑抗比色法分别测定植物体内的氮磷浓度;依Phillips和Hayman方法测定菌根的侵染率。根际土中菌丝长度依下法进行测量:用打孔器在植物根系周围钻孔取样,称取5克供试土样于烧杯中,加水浸泡,反复过240目筛至无碎根片和杂屑为止。过滤物移至培养皿中,用曲利苯蓝染液染色30分钟左右,再过240目筛,并冲洗掉多余的染料,最后将筛滤物洗入直径为9厘米的滤纸上进行过滤。置体视显微镜下观察菌丝长度。同时称5克湿土烘干。按 $R = \frac{\pi NA}{2H}$ 公式计算出每克干土中菌丝长度(毫米)。式中N为目镜上的线和菌丝交切的菌丝总数;A为培养

*本文为国际科学基金会(IFS)资助项目中的一部分工作。

皿面积;H 为视野直径×视野总数。

二、结果和讨论

(一)VA菌根的侵染和菌丝的发展

结果表明, 凡接种VA菌根菌的植物, 其侵染率均明显高于未经接种的植物, 他们之间的差异达到显著或极显著水平(表1)。侵染率受土壤含水量的影响明显, 以土壤含水量接近田间持水量时, 最有利于VA菌根的侵染, 接种菌根菌后, 苗龄在40—60天期间, 相当于田间持水量40%和60%处理中, 菌根侵染率可达30—38%。随着土壤水分的增加, 侵染率逐渐下降, 在土壤含水量一直保持在相当于田间持水量的80%的处理中, 侵染率只有15%左右; 在渍水处理中, 40天以内未见侵染, 50天后才有少量侵染, 但侵染率很低, 其最高值不超过15%; 在土壤含水量降低至相当于田间持水量的20%(接近凋萎系数)时, 侵染率较最适水量下(田间

表1 水分对VA菌根侵染的影响

占田间持水量的%		VA菌根侵染率(%)					
		20天	30天	40天	50天	60天	70天
20	M	1.0	14.3**	29.0**	27.8**	29.3**	25.6**
	-M	0	5.7	15.0	15.0	21.0	14.7
40	M	5.0	22.0**	30.0**	37.7**	35.7**	26.3**
	-M	3.0	7.0	14.0	22.0	21.3	11.0
60	M	8.0	18.8**	33.2**	37.8**	35.3**	25.7**
	-M	2.0	8.3	18.4	20.3	16.0	11.3
80	M	6.0	6.3*	16.0**	14.5*	15.7**	21.3**
	-M	3.0	0.3	5.8	11.0	8.7	12.3
渍水	M	0	0	0	8.8**	12.3**	15.0
	-M	0	0	0	4.3	6.3	8.7

		30天后水分处理					
20	M			30.4**	25.5**	28.7**	24.7**
	-M			11.6	12.0	17.3	12.3
40	M			35.6**	37.5**	27.7**	25.7**
	-M			15.2	24.8	18.7	12.0
渍水	M			25.0**	24.3**	20.0**	19.3**
	-M			10.8	8.3	10.3	7.3

注: T检验: * 显著差异, ($P < 0.05$), ** 极显著差异($P < 0.01$); M表示接种, -M表示不接种(下同)。

持水量的40—60%)有所降低,但仍可达到30%的水平。

根外菌丝量的测定结果表明(图1), 除在渍水条件下, 在根际土中未测出菌丝外, 在含水量相当于田间持水量20, 40, 60, 80%的根际土壤中, 接种VA菌根后, 菌丝的长度均明显大于未接种处理。在最适水分状况下菌丝量最大, 每克干土中菌丝总长度达1400毫米左右; 土壤干旱对菌丝的发育影响不大, 在相当于田间持水量的20%时, 每克干土的菌丝长度可达916毫米, 与最适水分结果相比, 略有下降。渍水条件不利于菌丝的发育和侵染, 未检测到根外菌丝, 侵染率也随植物生长时间的增加而逐渐下降。在最适水分下生长30天之后, 再分别

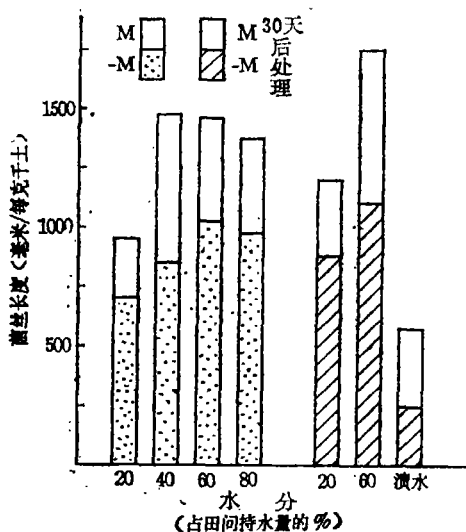


图1 水分对菌丝在土壤中发育的影响

从图2看出, 在所有的处理中, 接种 VA 菌根对植株地上部干重的增加都有显著或极显著的效应。土壤水分在相当于田间持水量的 60%、80% 时, 植物生长最好, 苗龄在 70 天时, 接种处理的植株干重分别比对照植株增加 47% 和 36%。在相当于田间持水量的 20% 的水分状况下, 植物的总生长量虽明显减少, 但接种处理的植物地上部分干重在整个生长期中仍都高于对照植物, 增加幅度在 25—33% 之间。在最适水分下, 生长 30 天后再分别进行水分处理的试验结果同样表现上述趋势。说明接种菌根菌显著地增加了白三叶草的抗旱能力, 这对于干旱、半干旱地区植物生长是十分有利的。

生长在不同水分处理下, 接种菌根和不接种菌根的植物中, 其氮、磷含量有着明显的差异, 所有接种菌根菌的植物, 其氮、磷含量都高于未接种的植株(表2)。这与 Allen 等人的结果相一致。说明菌根可以提高对土壤中氮、磷的利用率。但是在不同水分处理中, 菌根菌的接种效果不同。从表2看出, 不论是在一开始就进行水分处理或在植物生长一段时间后再进行水分处理的试验中, 在渍水条件下, 菌根提高植株中的氮、磷含量都不及其它处理。这可能与菌根的根外菌丝量较少有关。

进行水分处理的试验表明, 渍水对菌根的侵染和菌丝发育的影响远远小于试验开始就进行水分处理者。这可能是因为植物生长早期菌根已在植物根中定植下来, 以后外界条件的改变不足以影响其侵染率。由此也可看出, 菌根早期侵染对于提高植物整个生育期的抗逆性是很重要的。而干旱条件对菌根的侵染和菌丝的发育影响不大。

水分对菌根侵染和菌丝发育的试验结果说明了土壤湿度在凋萎系数以上时, 菌根均可侵染、菌丝发育正常, 这一点是很重要的。Nelsen 指出, 在干旱土壤中, 磷的移动急剧减少, 所以在干旱条件下, 菌根的侵染、菌丝的发育对植物的生长和营养的吸收更显得有较大的益处。

(二)植物的生长和氮、磷的含量

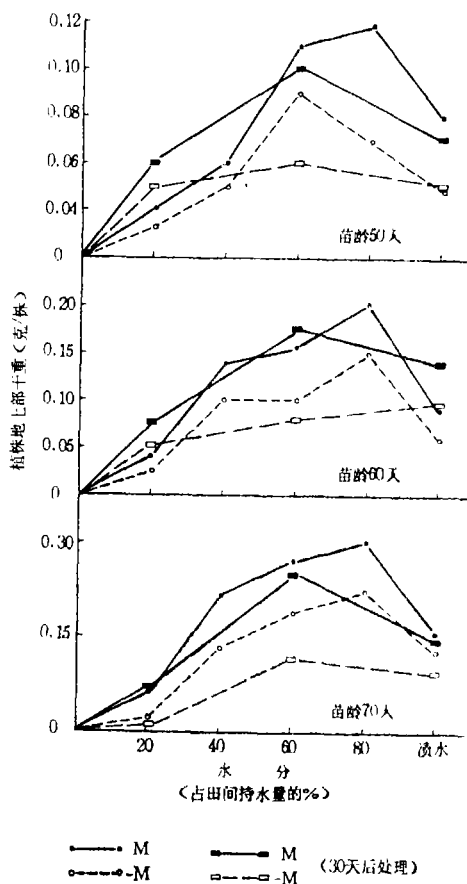


图2 不同水分条件下接种菌根菌对植物生长的影响

综上所述,可以看出,土壤水分长时期处于亏缺状态,不利于植物的生长,但对菌丝的发育和侵染的影响并不十分严重,菌根菌接种增加了植物的抗旱能力。三叶草本身并不因为短时期土壤含水量过高而影响生长,但是土壤含水量过高所造成的土壤通气不良,使好气性菌根真菌的发育受到了抑制。(参考文献略)

表2

不同水分下接种菌根菌对植物体内氮磷含量的影响

(苗龄70天)

占田间持水量的%	植株体内的氮、磷含量(毫克/株)					
	P			N		
	M	-M	M比-M 增加%	M	-M	M比-M 增加%
20	12.7**	9.94	28	153**	103	49
40	43.3**	38.4	13	522**	361	45
60	64.4**	49.0	32	623**	432	44
80	78.1**	62.4	25	792**	561	41
渍水	26.3*	22.1	19	345**	278	24
30 天 后 处 理						
20	15.0**	8.7	73	174**	104	67
60	58.7**	31.4	87	642**	277	132
渍水	23.7*	22.9	3	328*	230	43

注: T检验; * 显著差异($P < 0.05$); ** 极显著差异($P < 0.01$)。

(上接第 141 页)

施石灰处理的籽实中含P量与含Cd量也有显著的正相关,可能与石灰对土壤P的有效性影响有关,也可能有其它原因。Carlson和Ragsdale(1988)^[5]发现东部白松在正常pH值时Cd的分布是根>>茎>针叶,而在低pH(2)时则根系、茎、针叶基本相同,茎叶中Cd, Zn含量显著升高。这同本试验结果有某种类似(表3)。他们认为,低pH时不正常的分布是根系损伤造成的。但又如何影响到植物体内的运转目前仍很难说清楚。

参 考 文 献

- [1] Xiong Liming and Lu Rukun. Pedosphere. 1: 63-72. 1991.
- [2] Xiong Liming and Lu Rukun. Environ. Pollut. (in press). 1992.
- [3] Bielecki, R. L. Ann. Rev. Plant Physiol. 24: 225-252. 1973.
- [4] Bielecki, R. L. and Ferguson, I. B. Encyclopedia of Plant Physiology. Vol. 15A. Inorganic Plant Nutrition (ed. by A. Lauchi and R. L. Bielecki). 422-449. Springer-verlag, Berlin. 1983.
- [5] Carlson, C. L. and Ragsdale, H. L. Water, Air, and Soil Pollut. 42: 329-339. 1988.