

氚水示踪法研究非充分灌溉条件下作物耐旱性*

郭洪飞¹ 熊运章¹ 徐 洁²

(1 西北农业大学水利与建筑工程学院, 2 西北植物研究所, 陕西杨陵 712100)

摘 要 以 $^3\text{H}_2\text{O}$ 为示踪剂,用同位素示踪法对非充分灌溉的 7 大类作物耐旱性进行了试验研究。经 63 个品种的 500 余个样品的 $^3\text{H}_2\text{O}$ 测定结果表明:在土壤含水量为凋萎系数以下的极度干旱状况下,作物处于萎蔫失水耐受时间时,给作物灌溉 $^3\text{H}_2\text{O}$ 且复水时间为 1.5 h,作物吸水水量随此时增值大的,其耐旱性强。同时发现,吸 $^3\text{H}_2\text{O}$ 的量——作物抗萎蔫能力与作物耐旱性成正比。将 $^3\text{H}_2\text{O}$ 法与耐旱性盆栽鉴定法比较结果表明,氚水示踪失水作物抗萎蔫恢复能力是一种判别作物耐旱性的有效方法。

关键词 节水灌溉,作物耐旱性,干旱,植物活体水分,放射性示踪

中图分类号 S332.1, S313

实现节水灌溉农业可以从灌水技术、灌溉制度、灌溉管理以及生物节水方面努力。前人曾对此做了大量工作^[1~6]。但在 SPAC 体系研究中,关于作物吸水、保水能力等作物耐旱性的研究,以及在生物节水环节中,为制定非充分灌溉条件下的最优节水灌溉制度提供快速有效手段,仍未完全解决。为此,我们根据同位素示踪技术及原理^[7],用氚水示踪进行了试验研究,并将此法与耐旱性盆栽鉴定法进行了比较。

1 材料、测定原理和方法

1.1 供试材料

小麦品种 7 个,春小麦品种及品系 6 个,大麦品种 6 个,玉米自交系 10 个,辣椒品种 6 个,芝麻品种 4 个及荞麦品种 5 个。放射性 $^3\text{H}_2\text{O}$ 源由中科院原子能研究院提供。

测试仪为 FJ-2115 台式双道液闪仪,其测定程序为: A5EPOE $\times \times \times \times$ SIET-2EPIEA₀IOE MOOIOE, $^3\text{H}_2\text{O}$ 测量道=0.5V+2.5V。

1.2 测定原理

植物在水分胁迫下,其形态上的反映为:叶片卷缩,植物失水萎蔫甚至死亡。但是,不同作物不同抗性品种在同样干旱条件下,外部形态反映不一。有的品种即使失水萎蔫,一旦供水便迅速恢复。有的品种却在萎蔫后,即使供水,也无济于事。前者显然具有较高的耐旱能力,后者则不耐旱。另外,即使供水后品种间都能恢复,耐旱能力的强弱从吸水量差异上也能反映出来。基于这一原理,本研究采用 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法来研究作物耐旱性。

1.3 作物耐旱性的 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法

用 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪研究作物耐旱性,是在选取已失水而又恢复正常生长的作物植株基础上,对它们的根作 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪。如在地上部分测得 $^3\text{H}_2\text{O}$ 含量高,证明它吸的 $^3\text{H}_2\text{O}$ 含量多,

收稿日期:1994-05-13

*博士点基金、校青年基金资助项目

即吸水能力强。吸水能力强的作物植株,耐旱能力就高,反之则差。

1.3.1 作物萎蔫失水耐受时间的确定 为模拟土壤含水量在凋萎系数以下作物的萎蔫失水耐受时间,将水培作物暴露在空气里失水后,放入设有 $^3\text{H}_2\text{O}$ 的容器内恢复吸水——萎蔫恢复,进行灌溉模拟。然后找出作物恢复吸 $^3\text{H}_2\text{O}$ 后,恢复正常与否的两个相临的时间,这个时间即为作物在极度干旱状况下的萎蔫失水耐受时间。它对 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪失水作物研究作物耐旱性至关重要。也可为制定非充分灌溉条件下的最优节水灌溉制度提供重要依据。

1.3.2 萎蔫失水耐受时间作物复 $^3\text{H}_2\text{O}$ 灌溉模拟 作物复 $^3\text{H}_2\text{O}$ 的灌溉模拟方法为:在作物达萎蔫失水耐受时间时,立即将作物植株根放在 $^3\text{H}_2\text{O}$ 中,为保证作物地上部分不被 $^3\text{H}_2\text{O}$ 沾染以及模拟田间最大持水量, $^3\text{H}_2\text{O}$ 先湿润吸水纸,然后再把根放在湿润的 $^3\text{H}_2\text{O}$ 滤纸上,使其恢复正常。

1.3.3 作物复 $^3\text{H}_2\text{O}$ 后,测 $^3\text{H}_2\text{O}$ 方法 经一定时间吸 $^3\text{H}_2\text{O}$ 后,取恢复正常的作物植株,先剪去根,切断由根沾染地上部分的可能性。然后称取地上部鲜重,用液闪仪测定作物植株中 $^3\text{H}_2\text{O}$ 含量。

测 $^3\text{H}_2\text{O}$ 方法为:取 32.4~55.6 mg 鲜重样品置闪烁杯中,加乳化闪烁液,配方为(5 g BIBUQ+1 g PBBO)及 1.5 mL TritonX-100+二甲苯至 1 L,用乳化法进行测定。

2 结果与分析

2.1 标记、制样及测量方法

标记方法 试验表明,作物根部直接与 $^3\text{H}_2\text{O}$ 接触,要比在 $^3\text{H}_2\text{O}$ 气体中曝射的标记效率高得多,而且符合大田生产的实际。

制样、测量方法 采用直接取作物鲜重的方法,即将称重后的样品放入闪烁杯底,再加入乳化闪烁液进行测量。该法重复性十分满意,效率高。因为乳化闪烁液中的有机相会使植物组织内溶物渗出。渗出的水溶化合物在乳化剂作用下,以乳化液体系进行测量。当乳化剂选用恰当时,可维持一个稳定相的液闪体系^[8]。故此,以植物活体材料本身携带 $^3\text{H}_2\text{O}$,再由乳化闪烁液浸出 $^3\text{H}_2\text{O}$,以稳定相进行测量是一简单易行的方法。

2.2 极度干旱时作物耐旱性的 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪结果

极度干旱时,非充分灌溉条件下作物耐旱性的 $^3\text{H}_2\text{O}$ 试验研究结果如附表。从表中可见,在萎蔫失水耐受时间时,给作物灌溉 $^3\text{H}_2\text{O}$ 且土壤水分含量始终保持在田间最大持水量情况下,同种作物各品种之间苗期的耐旱性随复 $^3\text{H}_2\text{O}$ 量的减小依次减弱;作物品种耐旱性与抗萎蔫能力成正比;在同种作物品种之间,通过 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法试验研究,可确定出耐旱性相对较好的品种。根据表中各作物耐旱性差别结果明显,证明 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪检测研究植物抗萎蔫能力——作物耐旱性,对节水灌溉农业研究具有可靠的实用性。

2.3 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法与耐旱性盆栽鉴定法的比较

在作物耐旱性试验研究中,将 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法对同种作物不同品种试验研究结果,与耐旱性盆栽鉴定法(从产量、伤害率、植株性状、生理指标等因素进行耐旱性鉴定)的试验结果^[9~14]进行比较(附表)可以看出, $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法与耐旱性盆栽鉴定法研究结果相一致,表明用 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法研究作物耐旱性,尤其是作物苗期耐旱性准确、可靠,且快速、有效。

附表 作物耐旱性的 $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法与盆栽鉴定法比较

作物	株高 (cm)	品种	$^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法				盆栽鉴定法
			萎蔫失水耐受时间 (h)	$^3\text{H}_2\text{O}$ 灌溉时间 (h)	复 $^3\text{H}_2\text{O}$ 量 $\bar{C}/(\text{min} \cdot \text{mg}^{-1})$	耐旱性 级*	耐旱性
小麦	11.5	渭麦 5 号	6	$1 \frac{1}{2}$	11929.55	1	强
		丰产 3 号			7614.38	2	强
		咸农 683			5967.61	3	差
		71(25)			4745.73	4	差
小麦	11.7	澄 城	$5 \frac{11}{12}$	$1 \frac{1}{2}$	12491.31	1	强
		豫名 2 条			8689.00	2	强
		豫大 麦 1 号			7005.60	3	强
		西引 2 号			6515.72	4	差
小麦	11.7	R 八	$5 \frac{11}{12}$	$1 \frac{1}{2}$	4536.24	5	差
		加拿大芥			4499.05	1	强
		北海道芥			3871.89	2	强
		美 国 芥			3697.44	3	差
芥菜	15.6	牡 丹 芥	$6 \frac{1}{12}$	$1 \frac{1}{2}$	3603.61	4	差
		天津小芥			3400.07	5	差
		武 105			2115.38	1	强
		南 55			1902.88	2	差
玉米	10.1	获 白	$5 \frac{5}{6}$	$1 \frac{1}{2}$	1372.58	3	差
		五 撮 莲			29224.77	1	强
		渭 南 夏			21139.41	2	强
		褐 芝 麻			20644.15	3	强
芝麻	3.2	79155	$4 \frac{1}{4}$	$1 \frac{1}{2}$	16127.39	4	差
		21 号牛角椒			18031.00	2	强
		胡 天 椒			81829.80	1	强
		8 2 1 2			16312.40	3	强
辣椒	4.0	同丰 37	$3 \frac{1}{4}$	$1 \frac{1}{2}$	11408.90	4	差

* 级别小者,耐旱性强。

3 结 论

1) $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法研究作物耐旱性结果表明,在极度干旱的非充分灌溉条件下,小麦、大麦、芥菜、玉米、芝麻和辣椒的萎蔫失水耐受时间分别为: $6, 5 \frac{11}{12}, 6 \frac{1}{12}, 5 \frac{5}{6}, 4 \frac{1}{4}, 3 \frac{1}{4}$ h; 在萎蔫失水耐受时间时,同种作物各品种之间苗期的耐旱性随复 $^3\text{H}_2\text{O}$ 量的减小依次减弱,作物品种耐旱性与抗萎蔫能力成正比。在同种作物品种之间,可确定出耐旱性相对较好的品种。

2) $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法示踪作物抗萎蔫恢复能力的结果可以量值化,获取数据方法及制备样品均简单。与耐旱性盆栽鉴定法比较,该法适用于研究作物任何生育期及品种的耐旱性。

3) $^3\text{H}_2\text{O}$ 示踪法为 SPAC 体系研究中,快速有效研究作物吸水、保水能力等作物耐旱性,以及生物节水环节中制定非充分灌溉条件下的最优节水灌溉制度提供了有效的手段。

参 考 文 献

- 1 Haley Scott D 著;郭洪飞译,冬小麦耐化学脱水性的早代选择.国外农学——麦类作物,1994(3):5~8
- 2 胡荣海.农作物抗旱鉴定方法和指标.作物品种资源,1986(4):2~7
- 3 熊运章,康绍忠,林性梓.西北半干旱地区节水灌溉研究.见:中国农科院主编,全国节水农业和灌排科技发展学术讨论会论文集.新乡:中国农科院农田灌溉研究所,1989.16~21
- 4 山仑,徐萌.节水农业中的若干生态生理问题.见:中国农科院主编,全国节水农业和灌排科技发展学术讨论会论文集.河南新乡:中国农科院农田灌溉研究所,1989.47~50
- 5 胡芬.作物水分利用效率与节水农业.见:中国农科院主编,全国节水农业和灌排科技发展学术讨论会论文集.新乡:中国农科院农田灌溉研究所,1989.118~120
- 6 李正风,谢成春.干旱对冬小麦生长和产量影响的研究总结.见:中国农科院主编,全国节水农业和灌排科技发展学术讨论会论文集.河南新乡:中国农科院农田灌溉研究所,1989.139~143
- 7 陈子元,温贤芳,胡国辉.核技术及其在农业科学中的应用.北京:科学出版社,1983.424~465,508~552
- 8 李黔高.现代液体闪烁谱仪.北京:科学出版社,1988.26~46
- 9 罗淑平,王振镒,郭述贤等.五米超弱发光与抗旱性关系初探.干旱地区农业研究,1991(增刊):9~14
- 10 罗淑平,郭述贤,林和平等.冬小麦抗旱性与超弱发光关系的初步研究.干旱地区农业研究,1991(增刊):34~47
- 11 罗淑平,王振镒,史瑞琪等.大麦种子萌发时期的超弱发光与抗旱性关系研究.干旱地区农业研究,1991(增刊):55~61
- 12 潘世禄,罗淑平,郭洪飞.荞麦抗旱性与超弱发光试验研究,干旱地区农业研究,1991(增刊):47~49
- 13 潘世禄,罗淑平,潘军等.芝麻抗旱性与超弱发光特性特性的试验分析.干旱地区农业研究,1991(增刊):47~49
- 14 员海燕,罗淑平,郭洪飞.辣椒抗旱性与超弱发光关系的初步研究,干旱地区农业研究,1991(增刊):50~54

Crop Drought Resistance Study under Insufficient Irrigation Conditions with the Method of Tritium Water

Guo Hongfei¹ Xiong Yunzhang¹ Xu Jie²

(¹ The College of Hydraulic and Architectural Engineering, Northwestern Agricultural University,

2 Northwestern Institute of Botany, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The drought resistance of more than 500 samples of 63 varieties among 7 types of crop under the insufficient irrigation conditions have been studied with the method of isotopic trace technique with $^3\text{H}_2\text{O}$ as tracer. The results show that under the serious dry condition with the soil water content below the wilting coefficient, and when crop is still in the flaccid hardness period, the crop whose uptake of tritium water increases areater with the extension of the repeat irrigation time possesses stronger drought resistance when irrigated of $^3\text{H}_2\text{O}$ -flaccid hardness capacity is positively related with the crop drought resistance. The result of comparing drought resistance determination method of $^3\text{H}_2\text{O}$ with that of potting shows that the capacity restoration of crop flaccid resistance with tritium water is an effective method for the determination of the crop drought resistance.

Key words Water-saving irrigation, crop drought resistance, aridity, water content of living plants, radioactive trace