

谷子根系生长发育规律 及其在土壤中分布的动态模拟^{*}

张喜英

(中国科学院石家庄农业现代化研究所, (河北省农林科学院谷子研究所,
石家庄 050021)

籍贵苏

石家庄 050031)

摘 要 通过对两个谷子品种在不同生育时期的根系取样, 研究了其根重、根长在土壤中分布随时间的变化规律。谷子平均根深在130cm左右, 0~20cm土层中根系表面积占总根系表面积的80%以上; 谷子早期生成的次生根一般向土壤深层生长, 而后期生成的根系扎得较浅, 也是谷子中后期生长的主要根群。根据测定结果, 建立了谷子根系生长的动态模型。

关键词 谷子 根系 模拟

谷子(粟)是我国北方地区人民喜爱的食粮, 谷草又是大牲畜的主要饲料。特别是近年来北方一些丘陵山区旱情日趋严重, 发展耐旱耐瘠的谷子就显得特别重要。同时我国北方干旱地区的气候条件很适合谷子生长, 春季干旱少雨, 有利于谷子出苗后扎根蹲苗; 夏季雨量充沛, 有利于谷子孕穗期的营养生长和生殖生长, 并能满足其对水分的大量需求; 秋季温差较大, 利于其灌浆成熟, 就是在雨量少的情况下, 也能获得较好的收成, 因此在我国北方旱作地区发展谷子, 比种植其它作物更能保证稳产。谷子抗旱耐瘠稳产的特点与其有发达的根系密切相关, 但目前对谷子根系研究开展的还较少。因此在大田条件下研究谷子根系生长发育规律对谷子高产栽培有重要意义。

1 材料和方法

试验于1996年在中国科学院石家庄农业现代化所栾城生态农业系统试验站进行。试验地为壤土, 全氮0.69mg/g, 全磷0.65mg/g, 速效钾90mg/kg, 地下水深24m。试验于春季开始, 播前施足底肥, 深耕, 于5月1日播种, 苗期浇水一次, 拔节后, 降水充沛, 满足谷子生长, 没有发生水分亏缺, 谷子生长期间不同层次土壤体积含水量随时间的变化(见图1)。所试谷子品种为高39和181, 每个品种播种面积250m², 留苗密度4万株/亩。在其生长期间的不同发育时期(苗期、

拔节、孕穗、抽穗、灌浆和成熟)共进行了如下项目的测定:(1)叶面积、株高和生物量;(2)0~200cm 土壤含水量,用 — — 型中子仪测定,平均每周测定一次;(3)根系测定。用直径7cm 的根钻在谷子行上和行间取样,每10cm 土层为一个样本,取样深度根据各生育期的平均最大深度从30cm 至130cm 不等,每个品种每次取样4个点,取回的土样用0.05cm 和0.01cm 的土壤筛冲洗后,检出死根和杂质,用截线法测定根长,然后用吸湿纸吸净根表面的水分,测定根鲜重,烘干测定根干重。

气象数据根据试验田边的气象观测场的日观测数据。

气孔阻力和叶水势。选择有代表性的天气从早晨至傍晚每隔2h 测定最上部完全展开叶的气孔阻力(用 MK3 气孔仪)和叶水势(用 ZLZ5 型植物水分仪),每次测定4片叶,取平均值。

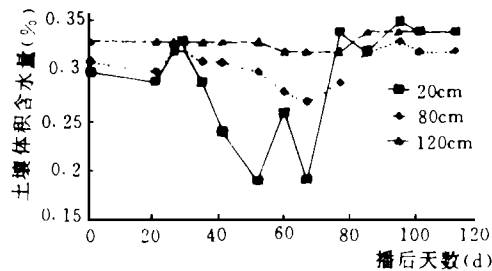


图1 谷子生长期间不同层次土壤
积含水量随时间的变动

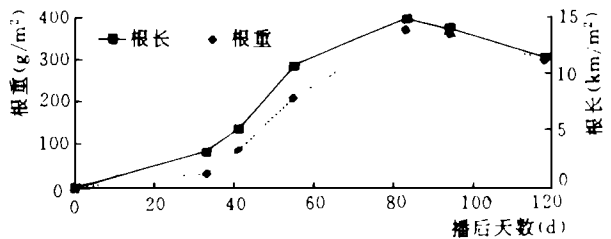


图2 谷子总根长和总根重随时间的变化规律

2 结果与分析

2.1 谷子根系的生长发育特点

根据观察,谷子的初生根只有1条,次生根于三叶期发生,从茎基部第一节开始依次向上,每个节上环生一层根,并随着长根节位的升高,上部发生的根色白而幼嫩,下部的根逐渐老化呈褐色以致枯死。拔节前出生的次生根较纤细,0~10cm 土层平均根半径在0.02cm,孕穗后逐渐枯死;而拔节后出生的次生根较粗壮,0~10cm 土层平均根半径在0.04cm 左右,这部分根能一直维持到谷子籽粒成熟,是谷子赖以生存的主要根群。同时在近地表以上的茎节附近生长1~2层气生根,这些气生根除了有吸收功能外,主要起支持作用。

2.2 谷子总根长、总根重随时间的动态变化规律

两个品种谷子平均总根长、总根重随时间的变化规律如图2,拔节前谷子根系生长缓慢,平均日增长量在0.2km/m²;拔节至抽穗,生长速度加快,平均日增长量在0.4km/m²;抽穗后随着一部分次生根系的老化和死亡,总根长、总根重逐渐减少,平均日递减速度在0.125km/m²。表明抽穗后随着早期出生的次生根系的逐渐死亡,而新根不再发生,拔节后出生的次生根成为谷子中后期生长的主要根群,因此在生产上促进这部分根系的生长,对提高籽粒品质和产量有积极作用。

2.3 谷子根系在土壤中分布的动态变化

2.3.1 谷子根长密度在土壤中分布的动态变化 随着谷子根系的生长,根深不断加深,各层

土壤中的根长密度不断增加,成熟时谷子根系平均深度在试验地点可达130cm,不同生育时期两个品种谷子平均根长密度在土壤中的分布(图3)表明,谷子根系主要集中于上部土层,0~20cm 土层中根长占总根长的比例在50%以上,0~50cm 土层中根长占总根长的比例在70%以上。在抽穗前,谷子根系快速向深层生长,平均深扎速度达到1.43cm/天,各层中的根长密度也快速增长;抽穗后,随着早期发生的根系的死亡,上层土壤中的根系逐渐减少,深层土壤中的根系增长不明显,根系深扎速度也很慢。因此要增加谷子利用深层土壤水分的能力和抗旱性,必须促进其早期根系的生长和向土壤深层的下扎。

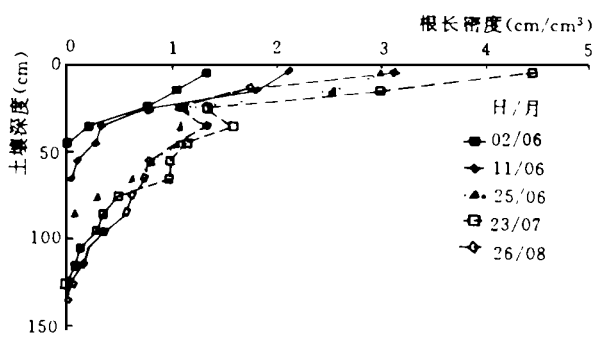


图3 谷子根长密度在土壤中的分布

2.3.2 谷子根系平均半径和表面积在土壤中的分布 根据对谷子鲜重和根长的测定,假定谷子的鲜重主要组成是水分,比重约为1g/cm³的条件下,计算了谷子不同生育时期不同土壤层次平均根半径和根系表面积。谷子前期和后期根系平均半径和根系表面积在土壤中的分布(附表)表明,随着谷子的生长,上部土层特别是0~10cm 土层中的根系不断加粗,至孕穗期后,根半径不再变化。谷子行上与行间的根系相比,上部土层行间的根系非常纤细,在较深层土,两者差异不明显。一般作物根系对土壤水分的吸收最活跃点是活根的点部位,但对于根系由蒸腾产生的被动水分吸收过程,所有的根系均起作用,而被动吸水占作物吸水的绝大部分,因此用各层根系的总表面积可反映根系对某一层次土壤水分的利用程度,谷子0~20cm 土层根系表面积占总根系表面积的70%左右,从中可得出,谷子主要依靠其0~20cm 土层中的根系吸收水分,要增加谷子对深层土壤水分的吸收,必须增加根系在深层的生长。

附表 谷子前期和后期平均根系半径和根系表面积在土壤中的分布

土壤深度 (cm)	6月2日				8月2日			
	平均半径(cm)		总表面积 (cm ²)	占比例 (%)	平均半径(cm)		总表面积 (cm ²)	占比例 (%)
	行 上	行 间			行 上	行 间		
0~10	0.024	0.007	6.826	85.90	0.039	0.0093	20.721	57.08
10~20	0.012	0.008	0.710	8.94	0.012	0.0096	4.220	11.62
20~30	0.013	0.011	0.330	4.15	0.012	0.0110	2.260	6.23
30~40	0.013	0.012	0.077	1.00	0.012	0.0110	1.913	5.27
40~50					0.013	0.0110	1.670	4.60
50~60					0.013	0.0120	1.600	4.40
60~70					0.013	0.0125	1.570	4.32
70~80					0.014	0.0130	0.755	2.08
80~90					0.014	0.0140	0.571	1.57
90~100					0.015	0.0145	0.542	1.49
100~110					0.017	0.0170	0.235	0.65
110~120					0.017	0.0170	0.235	0.65
120~130					0.020	0.0200	0.010	0.03

2.3.3 谷子与冬小麦的根系和其它性状的比较 谷子根系与冬小麦根系相比,谷子有更发达的根系系统,根据在同样地点测得的5个品种冬小麦平均最大总根长为 8.7272 km/m^2 ,而谷子平均最大总根长可达 14 km/m^2 ;又根据晴天充分供水条件下中午最上部完全展开叶正面的气孔阻力值,冬小麦气孔阻力为 $0.5 \sim 1.2\text{ s/cm}$,谷子气孔阻力在 $1.8 \sim 2.7\text{ s/cm}$ 之间,谷子的气孔阻力明显高于冬小麦;同样条件下的叶水势相比,谷子略低于冬小麦。这些数据表明谷子的蒸腾失水速率小于冬小麦,而其根系又较发达,因此谷子比冬小麦更耐旱。

2.4 谷子根系生长的动态模拟

根据对谷子根系的详细测定,谷子平均根长和根重随时间的变化可用下列关系式描述:

$$RL = -13.99214 + 0.06144116\text{ DAY} - 0.00337\text{ DAY}^2 \quad (r = 0.9778^{**})$$

$$RW = -511.4234 + 19.38059\text{ DAY} - 0.1097943\text{ DAY}^2 \quad (r = 0.98255^{**})$$

式中,RL 是总根长(km/m^2);RW 是总根重(g/m^2);DAY 是播种后的天数。

谷子根长密度在土壤中的分布随时间的变化可用下面的关系式表示:

$$RLD = a - b \cdot \ln(H)$$

$$a = -5.7216 + 0.2265\text{ DAY} - 0.00133\text{ DAY}^2$$

$$b = -1.282433 + 0.0516\text{ DAY} - 0.0000308\text{ DAY}^2$$

式中,RLD 是根长密度(cm/cm^3);H 是土壤深度(cm);a 和 b 是系数

用以上关系式可模拟谷子根系在土壤中的分布及根重和根长的增长规律,为今后建立谷子根系吸收土壤水分模型奠定了基础。

3 讨论

以上结果初步反映了谷子根系的基本生长和发育规律,进一步说明了谷子抗旱和耐瘠薄的特点与其较发达的根系有关,但由于谷子根系较多的向水平方向生长,使其深层根系占总根系的比例相对较小而不利于根系对深层土壤水分的吸收和利用;但谷子在苗期生成的次生根较多的向深层土壤生长,因此在生产上要通过抗旱蹲苗促进早期根系的深扎,以提高谷子的抗旱性。

参 考 文 献

- 1 刘为红等.谷子根系生长发育规律及环境条件对其影响的研究.干旱地区农业研究,1996,14(2):20~24
- 2 山西省农业科学院主编.中国谷子栽培学.北京:农业出版社,1987,1~10
- 3 北京农业大学主编.植物生理学.北京:农业出版社,1982,159~180

Growth and Developmental Rhythm of Millet Root System and Its Dynamic Distribution in Soil

Zhang Xiyi

(Shijiazhuang Institute of Agricultural Modernization,

Academia Sinica, Shijiazhuang 050021)

Abstract That the distribution of root weight and length in soil changed with time was studied by sampling root system at different stages for two millet varieties. The average extent of the root system of millet was about 130 cm, the root surface area at 0~20cm soil layer was more than 80% of the total one. The secondary roots developed at early stage usually grew to deepsoil, and the roots occurred at late stage got into shallow soil which were the main root system during mid-late period. Based on the determinations, dynamic simulation of millet root growth was established.

Key words: Millet; Root system; Simulation