

果农复合系统根系分布格局与生长动态研究

樊巍¹, 卢琦², 高喜荣¹ SJK. Z

(1 河南省林业科学研究所, 郑州 450002; 2 中国林科院林业研究所, 北京 100091)

摘要:对苹果、小麦复合系统根系分布格局与生长动态的研究表明:(1)4年生苹果根系垂直分布可达100cm,其主要分布在20~60cm,可占总根量的80%以上;小麦根系垂直分布可达80cm,0~10cm占55.2%,与苹果根系在空间尺度上不重叠;而不间作时,苹果根系有上浮趋势;(2)苹果幼树根系的水平分布达250cm,大多在0~100cm范围,占42.4%;间作时两边各留100cm的保护行,基本不影响小麦生长;(3)苹果新根在一年中有2次明显的生长高峰,一次是在6~7月,占全年的40%,一次是在11~12月,而小麦主要在3~5月,两者在时间尺度上有别;(4)根据苹果新根周年变化特点,果树施肥应掌握好3个季节:5月上旬、7月中旬的追肥和10月上旬的有机底肥,这和小麦的水肥管理可以有机结合,从而提高养分利用率。

关键词:果农复合系统;根系;分布格局;生长动态 果农混作

Distribution pattern and growing dynamics of the roots system in apple-wheat intercropping system

FAN Wei¹, LU Qi², GAO Xi-Rong¹ (1. Henan Institute of Forestry, Zhengzhou 450002, China; 2. The Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: The distribution pattern and growing dynamics of roots system in apple-wheat intercropping system was investigated. The results showed that (1) the vertical distribution of the apple root system could reach the depth of 100cm, and its main part (about 80 percent) was in the layer of 20~60cm. The vertical distribution of the wheat root system could reach 80cm, and its 55.2 percent was in the layer of 0~10cm. (2) The horizontal distribution of root system of 4-year-old apple tree could reach the depth of 250cm, and 42.4 percent was in the distance of 0~100cm. If a 100cm wide protective belt is left without intercropping, the growth of wheat will not be affected. (3) There are two obvious growing peaks of new roots of apple tree. One is from June to July and the other is from November to December. The growing peak of wheat roots is from March to May. (4) According to the growing characteristic of apple roots, fertilizer application should be taken in three periods: in the early May, middle July and the end of October.

Key words: Apple-wheat intercropping; roots; distribution pattern; growing dynamics

文章编号:1000-0933(1999)05-0860-04 中图分类号:S181 文献标识码:A

果农混作是近年来发展较快的一种重要的农林复合系统(agroforestry system)^[1]。随着农村改革的深入,果树发展面积越来越大,大量占用耕地,并影响到粮食生产的发展。因此,发展果农复合经营的种植制度是主要措施之一。但过去国内外对农林复合系统的研究多限于林木和干果,对水果和农作物的间作研究较少,特别是对果树和农作物的种间关系研究更少^[2~3]。因此,开展果农复合系统根系分布格局与生长动态的研究,对于进一步研究果农复合系统种间关系和竞争机制,探讨果农复合系统的优化模式,加强果农复合系统的管理有着重要的生产指导意义。

1 试验地概况

试验地位于河南郑州管城区十八里河乡,地理坐标为北纬34°43',东经113°39',年平均温度14.3℃,年

基金项目:国家“八五”科技攻关项目的一部分

收稿日期:1998-02-06;修订日期:1998-05-20

均降雨量 650mm。试验地土壤为沙壤土,有机质含量为 0.91%,全氮 0.037%,全磷 0.14%,全钾 1.58%,速效氮为 4.3mg/kg,速效磷 19.1mg/kg,pH(H₂O)值为 8.51。

2 材料和方法

试材为 4 年生红富士苹果(秋富 1 号接穗),砧木为八棱秋海棠(*Begonia amoena*),株行距 3m×6m。果树平均基径 4.2cm,平均树高 330cm,平均冠幅 240cm,少量挂果。

苹果根系分布格局调查采用壕沟法^[8]。于 1994 年 5 月 20 日分间作和不间作两种处理进行(不间作处理进行 2 次中耕除草)。取样设计以距树基 100cm 开始,每隔 50cm 作一剖面,直至距树基 250cm,剖面深度 100cm,每一剖面用细钢筋扎成 10cm×10cm 网格作为定点定位标记,用小刀仔细整理出 50cm 宽剖面供观察记载。按根的粗细程度分为 4 级:生长根、<1mm、1~3mm、>3mm,按层次分别统计各类根的数量。

苹果新根的生长动态采用土钻法^[9],在未间作处理进行,用自制的内径 7cm、长 20cm 的根钻,于每月 10 日在 20~40cm 上层取样,取样点距树基 100~120cm,3 次重复取其平均值。根样取出后用水泡软、冲洗、过滤,然后放到下面垫有坐标纸的玻璃板上计数和量算长度,每条新根不论长短计为 1 条根段,间作小麦品种为豫麦 13,于 1993 年 10 月 1 日播种,采用整株挖掘法^[6-9],逐月取样,每次选取相邻 3 株的整体样品,取其平均值。于 1994 年 5 月 20 日,用整段标本法调查其根系分布规律^[8]。

3 结果与分析

3.1 苹果根系的分布格局

3.1.1 垂直分布 表 1 是间作(IC)与未间作处理(CK)的苹果树距树基 100cm 处根系的垂直分布格局,从表中可以看出,果农间作处理,苹果的根系多分布在 20~40cm 土层,达 34.7%,整个 0~40cm 上层占 60.7%,其它土层根数递减;未间作处理却以 0~20cm 土层根数为多,占 33.6%,以下随着土层增加根数递减,整个 0~40cm 土层根数占 59.5%。说明实行果农复合经营,水肥的集约管理可以使苹果根系的密集分布层降低。而未间作的果园则根系容易上浮,不利于利用下层养分。就整个剖面的根量而言,间作处理明显高于未间作处理,提高了 29.1%。就剖面根的类型看,不论是间作处理,还是未间作处理,以<1mm 的细根为多,分别占两处理总根量的 76.5%和 86.1%。

表 1 间作与未间作苹果根系垂直分布

Table 1 The vertical distribution of root system of apple tree

	根径 Root diameter	土层 Soil layer(cm)					小计 Total	百分率(%) Percent
		0~20	20~40	40~60	60~80	80~100		
间 作 处 理 IC	>3	0	2	4	2	0	8	1.3
	1~3	3	14	12	6	3	38	6.3
	<1	131	152	104	43	31	461	76.5
	生长根 Growing root	23	41	17	9	6	96	15.9
	小计(条)Total	157	209	137	60	40	603	100
	百分率(%)Percent	26.0	34.7	22.7	10.0	6.6	100	100
未 间 作 处 理 CK	>3	1	2	1	0	1	5	1.1
	1~3	3	7	1	1	3	15	3.2
	<1	136	101	83	57	25	402	86.1
	生长根 Growing root	17	11	8	6	3	45	9.6
	小计(条)Total	157	121	93	64	32	467	100
	百分率(%)Percent	33.6	25.9	19.9	13.7	6.9	100	100

3.1.2 水平分布 从对照处理的苹果根系水平分布格局(表 2)可以看出,4 年生苹果根系水平分布可达 250cm 之远,基本和树冠等同,但根量已显著减少,仅占 4.4%;而最多是 100cm 处,占 42.4%,100cm 和 150cm 处总计占 76.6%。说明苹果根系的水平分布的密集区主要在 150cm 以内,这样在进行果农复合经营时,两边各留 100cm 宽的保护带,基本不影响作物生长。

3.2 苹果新根的生长动态

苹果树的新根主要有生长根和吸收根两种。生长根的主要功能是使根系不断向新的土层推进,多着生于须根尖端或断根处,一般径粗 0.7~2mm,其上可着生吸收根;吸收根的主要功能是从土壤中吸收养分和水分,一般多着生在须根、生长根和输导根上,根径 0.5mm 以下。苹果树的新根以吸收根为主,占总根量的 95% 以上,与前人研究结果相吻合^[10]。表 3 显示出果树新根的周年变化动态。新根一年内有 2 次生长高峰,第 1 次在 6~7 月,第 2 次在 11~12 月份,每次生长高峰持续 2 个月,且以第 1 次数量最多,将占全年的近 40%。就苹果树新根的周年动态来看,施肥应掌握好 3 个季节,即 5 月中旬和 7 月上旬的追肥,以及 10 月上中旬的有机底肥中充分利用新根的生长特点,提高肥料利用率,促进树体及果实生长。

3.3 小麦根系的分布格局与生长动态

3.3.1 小麦根系的分布格局与苹果根系的比较 据记载,小麦根系垂直分布可达 1~2m^[3],而在试验地沙壤土上仅达 80cm 左右。其主要根层分布在 0~30cm 土层,占总根量的 91.7%,仅 0~10cm 土层就占了 55.2% (表 4)。和苹果树根系的垂直分布相比较,间作条件下,苹果树的根系主要分布在 20~40cm 土层,两者在空间上基本上可以错开,不会引起太大的水、肥之争。

表 2 未间作处理苹果根系的水平分布

Table 2 The horizontal distribution of root system of apple tree

土层 Soil layer (cm)	距树干距离 Distance from tree (cm)				小计(条) Total	百分率 (%) Percent
	100	150	200	250		
0~20	157	134	68	14	373	33.8
20~40	121	91	53	11	276	25.1
40~60	152	104	43	31	461	76.5
60~80	64	43	25	7	139	12.6
80~100	32	31	24	4	91	8.3
小计(条)Total	467	377	209	49	1102	100
百分率 (%)Percent	42.4	34.2	19.0	4.4	100	100

表 3 苹果树新根的周年生长动态

Table 3 The seasonal dynamics of new roots of apple tree

时间 (月-日) Time (month-day)	根段数 (条) Root number	百分率 (%) Percent	根段总长 (mm)Total length of roots	百分率 (%) Percent
10-10	51	3.8	141	2.9
11-10	155	11.3	653.5	13.6
12-10	195	14.2	627	13.0
01-10	67	4.9	283	5.9
02-10	15	1.1	58	1.2
03-10	47	3.4	147	3.1
04-10	63	4.6	318	6.6
05-10	98	7.1	416.5	8.6
06-10	203	14.8	591	12.2
07-10	341	24.8	995	20.6
08-10	83	6.0	361	7.5
09-10	55	4.0	233	4.8
总计 Total	1373	100	4824	100

表 4 小麦根系垂直分布格局

Table 4 The vertical distribution patter of root system of wheat

土层 Soil layer (cm)	单位根长 (cm/ 1000cm ²) Root length	百分率 (%) Percent	单位根重 (mg/ 1000cm ²) Root weight	百分率 (%) Percent
0~10	5859	55.2	812	56.2
10~30	3878	36.5	547	37.9
30~50	557	5.2	62	4.3
50~80	326	3.1	23	1.6
>80	0	0	0	0
总计 Total	1062	100	1444	100

3.3.2 小麦根系的生长动态 表 5 列出了不同生育期小麦单株根重与根长的变化动态,从中可以看出,小麦根系在播种至返青阶段生长很慢,返青后开始生长加速,拔节至孕穗期间最高,以后又逐渐下降。与苹果根系相比,小麦根系生长高峰主要在 3~5 月份,而苹果却在 6~7 月和 11~12 月,两者在时间尺度上也基本是错开的。而 10 月份小麦播种和增施底肥正好赶在苹果根系的第 2 个生长高峰前,而第 1 个生长高峰前期也正是小麦需要大水大肥进行管理阶段,这样可以更有效地提高肥料的利用率,减少果农矛盾。

4 结语和讨论

4.1 4年生苹果幼树根系的垂直分布可达100cm左右,果麦间作中,苹果根系密集层在20~40cm,占总根量的34.7%,不间作时,根系上浮,密集层在0~20cm,占总根量的33.6%,不论间作与否,苹果幼树根系都集中在20~60cm土层,可占总根量的80%以上。小麦根系的垂直分布也可达80cm,其主要根系分布在5~30cm土层中,占总根量的91.7%,仅0~10cm土层就占55.2%,和果树根系在空间尺度上基本错开,不会引起太大的水、肥矛盾,可见,果农混作的水肥集约管理可以有效降低果树根系的密集分布层。

4.2 4年生苹果幼树根系的水平分布可达250cm左右,几乎与树冠相等;但密集区主要在0~150cm范围内,占总根量的76.6%,其中0~100cm范围内就占42.4%。这样在进行果农复合经营时,果树两边各留100cm的保护带,基本不会影响小麦生长。

4.3 苹果幼树新根数量随着季节的变化而变化,一年中存在着2次明显的生长高峰,第1次在6~7月,第2次在11~12月,且以第1次数量最多,将近占全年的40%。而小麦根系的生长高峰主要在3~5月份,两者在时间尺度上也基本是错开的。

4.4 依照苹果幼树新根周年变化特点,苹果幼树的施肥应掌握好3个季节:5月上中旬和7月上旬的追肥,以及10月份的有机底肥。而这和小麦的水肥管理可以有效地结合起来,从而提高养分利用效率。

4.5 以上是对苹果+小麦间作系统根系分布和生长动态的初步研究。对其不同间作期年际的变化规律及苹果和其它间作农作物根系的比较等,尚待进一步的定位观测和研究。

参考文献

- [1] 吴刚,冯宗炜. 果粮间作生态系统功能特征的研究. 植物生态学报, 1994, 18(3): 245~252.
- [2] 李文华,等. 中国农林复合经营. 北京: 科学出版社, 1994. 1~33.
- [3] 冯宗炜,王效科,吴刚. 农林业系统结构与功能. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 11~15.
- [4] Nair P N K R Classification of Agroforestry systems. *Agroforestry System*, 5: 97~128.
- [5] 卢琦,慈龙毅. 农用林业研究的回顾与展望. 世界林业研究, 1996, 9(2): 39~49.
- [6] 卢琦,阳含熙,等. 农林间作系统辐射传输对作物产量和品质的影响. 生态学报, 17(1): 36~44.
- [7] 卢琦,慈龙毅,等. 农林间作系统辐射传输的动态仿真模型. 信息生态学研究(第一集), 北京: 科学出版社, 1997, 142~155.
- [8] Bohm W. 根系研究法. 薛德榕等译. 北京: 科学出版社, 1985. 8~73.
- [9] 河南省农业科学院主编. 河南小麦栽培学. 郑州: 河南科学技术出版社, 1988. 58~66.
- [10] 中国农业科学院郑州果树研究所主编. 中国果树栽培学. 北京: 农业出版社, 1987. 354~356.

表5 不同生育期小麦单株根系生长动态

Table 5 The growing dynamics of single wheat in different phenophase

项目 Term	播种 至越冬 (10-01~ 12-11)	越冬 至返青 (12-12~ 02-15)	返青 至拔节 (02-16~ 03-14)	拔节 至孕穗 (03-15~ 04-16)	孕穗 至成熟 (04-17~ 06-01)
	SS-WS*	WS-RS	RS-SDS	SDS-ES	ES-YS
总根量 ^①	0.31	0.65	1.08	2.30	2.69
日增重 ^②	4.37	5.33	16.58	40.87	8.74
总根长 ^③	13.35	29.24	65.02	145.28	173.54
日增根长 ^④	0.19	0.25	1.38	2.51	0.63

* SS: sowing stage, WS: winter stage, RS: regreening stage, SDS: stem drawing stage, ES: ear stage, YS: yield stage^[10]; ① Total root weight(g); ② Daily increment of weight(mg); ③ Total root length(m); ④ Daily increment of length(m)