

三种类型越橘根系垂直分布特征研究

乌凤章, 王贺新, 李根柱, 韩 慧, 陈英敏

(大连大学 综合研究中心, 辽宁 大连 116622)

摘 要:调查了 7 a 生北高丛越橘、半高丛越橘、矮丛越橘在辽南地区棕壤条件下根系垂直分布特征。结果表明:根系生物量以高丛越橘、半高丛越橘较大,矮丛越橘较小;不同径级根系生物量占总生物量的比例以 1~3 mm 的根系最大,其次为 ≤ 1 mm 的根系,大于 3 mm 的根系所占比例较小;根长密度以北村、斯卫克、康维尔较大,北陆、美登较小;不同径级根系根长密度占总根长密度的比例以 ≤ 1 mm 根系最大,其次为 1~3 mm 的根系,大于 3 mm 的根系所占比例较小;5 个越橘品种根系生物量和根长密度垂直分布深度在 30~40 cm 以内,主要分布在 0~20 cm 土层中,其中康维尔和北村集中分布在 0~10 cm 土层中,美登集中分布在 10~20 cm 土层中,北陆和斯卫克在 0~20 cm 土层内分布相对较为均匀。

关键词:越橘;根系生物量;根长密度;根系垂直分布

中图分类号:S 666.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)02-0021-04

根系是植物直接与土壤接触的器官,是植物的主要调控中心,施肥、浇水和耕翻等管理主要是通过根系发挥作用,树木获取和利用土壤中的物质和能量均通过根系得以实现。因此,树木根系的分布特征反映了土壤的物质和能量被利用的可能性,也是提高经济林木产量和改善果实品质的潜力所在。定量研究经济林木根系分布特征对合理密植、林农混交以及改进田间水肥管理措施具有十分重要的意义^[1-2]。越橘属于杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(*Vaccinium* spp.)灌木类浆果树木,也称蓝莓或蓝浆果,其果实味道鲜美,富含花青素以及丰富

的抗氧化成分,具有明目、防止脑神经衰老、抗癌等功效,被认为是 21 世纪最有发展前途的新兴高档经济树种^[3]。我国自 20 世纪 80 年代开始从国外引进越橘新品种,主要开展了不同地理区域栽培试验、苗木繁育、栽培技术、栽培生理等方面的研究^[4-7]。越橘分为高丛越橘、半高丛越橘、矮丛越橘及兔眼越橘等类型,每种类型越橘的生物学特性和生态适应性具有各自的特点,其中不同类型越橘根系垂直分布特征如何尚不清楚。为此,该试验对生长在辽南棕壤条件下的 3 种类型共 5 个越橘品种的根系垂直分布特征进行了研究,以期寻找出相同点和各自的特点,并对辽南地区棕壤的适应性及合理开展栽培管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地的自然条件

大连地处辽东半岛的南端,属中纬度暖温带大陆性季风气候。受海洋影响明显,夏无酷暑,冬无严寒。年

第一作者简介:乌凤章(1965-),男,博士,副教授,现主要从事植物遗传育种研究工作。E-mail:wfz1965@126.com。

基金项目:辽宁省教育厅高等学校科研资助项目(2009A063、20060076);大连市科技计划资助项目(2009B12NC015)。

收稿日期:2010-11-23

Effects on the Yields of the Red Fuji Apple with Water and Nitrogen Coupling in the South of Xinjiang

SUN Xia, CHAI Zhong-ping, JIANG Ping-an

(College of Grassland and Environmental Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

Abstract: Using quadratic regression orthogonal rotating combination, the paper designed the water and nitrogen mathematical model of the yields of Fuji apple in the south of Xinjiang. The results showed that the two factors for yield of apple coupling effects were positive effect and the nitrogen effect was greater than the water. With apple production target, when the apple yields got 66 008.75 kg/hm², the irrigation water and the nitrogen fertilizer were respectively 5 914.34 m³/hm² and 390.09 kg/hm² could get the best combination of factors.

Key words: apple; water and nitrogen coupling; yield; mathematical model

平均气温为 8.4~10.5℃,大于 10℃的积温为 3 300~3 700℃,7.2℃以下需冷量 3 300 h,0~7.2℃有效需冷量为 1 500 h,无霜期 183.5 d,年日照 2 500~2 800 h,太阳辐射总量为 543.92~596.64 kJ·cm⁻²·a⁻¹;年降水量为 600~790 mm。试验地点位于大连经济技术开发区大连大学院内农业试验基地,地势面向北坡,为垫土修建的宽 6~8 m 的梯田,地势平坦。土壤为棕壤土,pH 7.0,土层厚 150 cm 左右,较疏松。

1.2 试验材料

2004 年春季栽培 5 个越橘品种,包括北高丛越橘康维尔(Coville)、半高丛越橘北陆(Northland)和北村(Northcountry)、矮丛越橘美登(Blomidon)和斯卫克(Brunswick)。栽植时苗木为 3 a 生。栽植时进行土壤改良,以园土:草炭土=1:1 混合后,再按 1.2 kg/m³ 施用硫磺粉,使 pH 保持在 4.0~5.5 左右。栽植株行距为 1.5 m×1.0 m。栽植后进行正常的水肥管理。

1.3 试验方法

于 2007 年 10 月在相同立地条件上生长的康维尔、北陆、北村、美登和斯卫克种植区内分别选取 4 株标准株,并测量每株的冠幅和枝高、基部萌生枝数(表 1)。采用整株挖掘法挖取根系,具体方法为剪去标准株地上部分,对植株根系进行分层挖掘。挖掘时以植株根颈为圆心,在根系水平方向分布范围内,自地表向下 10 cm 为一层挖掘,直到垂直范围没有根系为止,并记录每株植物根系垂直分布的最大范围。将每层的粗根拣出,细根用细筛筛出,装入编号布袋。将野外采集的根系用蒸馏水冲洗干净后,按直径≤1 mm、直径=1~3 mm、直径=3~5 mm 和直径≥5 mm 的分级标准共分为 4 个级别,用游标卡尺、直尺分别测定每个根系的基径、长度,统计各径级根系总长度,计算各土壤层次不同径级根长密度。将上述 5 个越橘品种不同土壤层次不同径级的根系放置烘箱中烘干(85℃)至恒重,再在 1/1000 g 的电子天平上称重,分别统计根系生物量(干重)。

表 1 不同越橘品种树体状况

Table 1 Tree canopy status of different varieties				
品种 Varieties	树龄 Stand age /a	枝高 Branch length /cm	冠幅(南北×东西) Crownwidth (South-north× East-west)/cm	基部萌生枝数 Major branches Number
康维尔 Coville	7	126	126.0×128.0	6
北陆 Northland	7	112	105.7×106.7	8
北村 Northcountry	7	67	84.3×92.0	27
美登 Blomidon	7	60	73.0×86.3	30
斯卫克 Brunswick	7	58	92.7×89.3	29

2 结果与分析

2.1 不同品种根系生物量垂直分布特征

2.1.1 总生物量垂直分布特征 方差分析表明,高丛与半高丛越橘品种生物量之间无显著差异,而与矮丛越橘美登之间差异显著。从表 2 可以看出,不同品种不同径

级根系生物量占总生物量的比例表现出一致性,即 1~3 mm 的根系所占比例最大,为 37%~56%;其次为小于 1 mm 的根系,占 22%~37%;3~5 mm 的根系所占比例为 6.7%~21.5%;大于 5 mm 的根系占比重在 4.1%~13.8%之间。综上所述,越橘生物量主要由≤3 mm 的根系生物量构成,>3 mm 的根系所占比例很小且不同类型之间差异不大,这是由于矮丛越橘的根状茎提高了>3 mm 粗根的比例,从而缩小了与高丛和半高丛越橘类型的差别。从表 2 还可看出,高丛越橘康维尔、半高丛越橘北陆和北村在 0~10 cm 土层中根系生物量最大,占根系总生物量的 50%~70%;在 10~20 cm 土层中也占有较大比例,占总根系生物量的 24%~32%;在 20~30 cm 土层中根系明显减小,占根系总生物量的 5.5%~9.5%;康维尔、北陆根系生物量在 30~40 cm 的土层内所占比例很小,分别为 0.68%、5.4%,北村在此层中无根系分布。矮丛越橘美登、斯卫克在 0~10 cm 土层中的根系生物量占总生物量的比例分别为 22.2%和 30.4%;在 10~20 cm 土层中分别为 61.2%和 53.7%,明显高于 0~10 cm 土层中的根系所占比例;在 20 cm 以下土层中根系生物量所占比例均较小,且土层越深生物量越小。以上结果反映了越橘根系生物量分布的浅层性,也体现出不同类型越橘生物量空间分布格局的异质性。

表 2 越橘根系生物量在不同土壤深度的分布

Table 2 The root system biomass in different soil depth						
品种 Varieties	土层 Soil horizon /cm	根系生物量 Root system biomass/g				总量 Total
		≤1 mm	1~3 mm	3~5 mm	≥5 mm	
康维尔 Coville	0~10	29.64	47.52	6.84	20.12	104.12
	10~20	9.56	23.9	3.98	3.04	40.48
	20~30	2.74	6.06	0.32	0	9.12
	30~40	0.46	0.68	0	0	1.14
	总量 Total	42.40 a	78.16	11.14	23.16	154.86 a
北陆 Northland	0~10	14.2	41.84	11.84	9.86	77.74
	10~20	8.91	27.72	9.35	0	45.98
	20~30	6.40	7.46	0	0	13.86
	30~40	3.43	4.38	0	0	7.81
	总量 Total	32.94 ab	81.4	21.19	9.86	145.39 a
北村 Northcountry	0~10	24.37	31.74	11.26	4.96	72.33
	10~20	14.44	19.54	3.36	0	37.34
	20~30	5.88	4.56	0.92	0	11.36
	总量 Total	44.69 a	55.84	15.54	4.96	121.03 a
美登 Blomidon	0~10	2.98	5.8	3.56	3.16	15.5
	10~20	11.06	16.54	10.04	4.98	42.62
	20~30	4.28	4.26	1.38	0	9.92
	30~40	0.86	0.78	0	0	1.64
	总量 Total	19.18 b	27.38	14.98	8.14	69.68 b
斯卫克 Brunswick	0~10	11.18	14.08	8.4	1.89	35.55
	10~20	18.68	24.62	14.6	4.82	62.72
	20~30	6.94	6.62	1.4	0	14.96
	30~40	3.24	0.4	0	0	3.64
	总量 Total	40.04 a	45.72	24.4	6.71	116.87 ab

注:不同字母标记为每列数据显著性差异(F 检验, P≤0.05)下同。

Note: Difference letter of each column p resented the significance difference by F-test (P≤0.05), the same below.

2.1.2 不同径级根系生物量垂直分布特征 不同品种 ≤ 1 mm 细根生物量方差表明,北村、康维尔、斯卫克与美登之间存在显著差异,说明越橘细根生物量大小与其所属类型关系不大,而与品种有关。由图 1 可以看出,在 0~10 cm 土层中,高丛、半高丛品种 ≤ 1 mm 的细根生物量占根系总生物量的比例明显大于其余品种;在 10~20 cm 土层中,细根总生物量明显低于 0~10 cm 土层;而 2 个矮丛品种细根生物量都主要分布在 0~20 cm 土层中。所有品种细根生物量在 20 cm 土层以下随着土层加深,所占比例迅速下降。

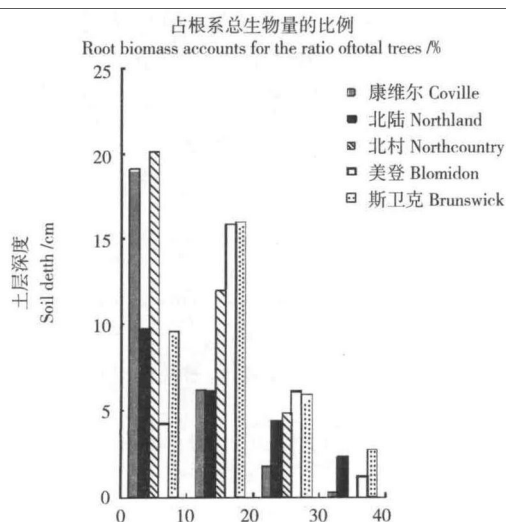


图 1 垂直方向 ≤ 1 mm 细根生物量分布

Fig. 1 Distribution characteristics of fine roots (≤ 1 mm) in vertical direction

由表 2 可看出,5 个品种 1~3 mm 根系生物量分布在整个土壤层次中,但康维尔、北陆、北村和斯卫克集中分布在 0~20 cm 土层中,美登集中分布在 10~20 cm 土层中;5 个品种 3~5 mm 根系大多分布在 0~30 cm 土层中,集中分布在 0~20 cm 土层中;高丛越橘康维尔和 2 个矮丛品种 ≥ 5 mm 根系生物量较均匀分布在 0~20 cm 土层中,2 个半高丛越橘分布在 0~10 cm 土层中。总体上看,多数品种随着根系径级的增大,生物量分布范围趋向于土壤上层。

2.2 不同越橘品种根长密度垂直分布特征

2.2.1 总根长密度垂直分布特征 从表 3 可看出,5 个品种总根长密度大小依次为北村、斯卫克、康维尔、北陆、美登。方差分析表明不同类型之间差异不明显。5 个越橘品种不同径级根长密度占总根长密度的比例表现出相似的特征: ≤ 1 mm 的根长密度为 49%~59%,所占比例最大,其次为 1~3 mm 根长密度,所占比例为 34%~40%;3~5 mm 的根系所占比例较小;大于 5 mm 的根系所占比例极小,为 0.9%~4.4%,比较而言,高丛越橘康维尔较高,矮丛越橘较低,半高丛越橘居中,表现

出不同类型越橘之间的差异性。根长密度随土壤深度的变化趋势与生物量相近,5 个品种根长密度集中分布在 0~20 cm 的土层中,以后随着土层加深,康维尔、北村根长密度占总根长密度比例迅速降低,相对而言北陆和 2 个矮丛品种下降速率较慢,分布较为均匀。这说明品种间根长密度空间分布格局存在一定差异性。

表 3 越橘根长密度在不同土壤深度的分布

Table 3 The root length density in different soil depth

品种 Varieties	土层 Soil horizon /cm	根长密度 Root count density/cm · cm ⁻²				总量 Total
		≤ 1 mm	1~3 mm	3~5 mm	≥ 5 mm	
康维尔 Coville	0~10	36.33	26.76	4.89	3.44	71.43
	10~20	11.68	11.54	1.72	1.3	26.24
	20~30	4.74	4.02	0.16	0	8.92
	30~40	1.01	0.53	0	0	1.54
	总量 Total	53.76 ab	42.84	6.78	4.74	108.12 ab
北陆 Northland	0~10	19.48	15.99	4.57	2.83	42.87
	10~20	10.91	10.46	3.17	0	24.54
	20~30	7.81	3.60	0	0	11.41
	30~40	3.52	2.12	0	0	5.64
	总量 Total	41.72 b	32.17	7.74	2.83	84.64 bc
北村 Northcountry	0~10	42.27	29.83	5.05	2.09	79.24
	10~20	25.03	17.98	1.21	0	44.22
	20~30	6.74	3.38	0.19	0	10.31
	总量 Total	74.04 a	51.19	6.45	2.09	133.77 a
美登 Blomidon	0~10	5.96	4.8	0.8	0.3	11.86
	10~20	18.9	15.38	2.85	0.58	37.71
	20~30	8.61	4.94	0.34	0	13.89
	30~40	2.23	0.77	0	0	3.00
	总量 Total	35.69 b	25.9	3.99	0.88	66.46 c
斯卫克 Brunswick	0~10	23.26	12.63	2.62	0.32	38.83
	10~20	32.2	22.06	4.81	0.83	59.90
	20~30	12.43	8.1	0.47	0	21.0
	30~40	5.62	0.47	0	0	6.09
	总量 Total	73.51 a	43.27	7.91	1.15	125.82 a

2.2.2 不同径级根长密度垂直分布特征 对 ≤ 1 mm 的根长密度方差分析表明,北村、斯卫克根长密度明显高于北陆和美登,说明越橘吸收水分和养分能力因品种不同而明显不同,但不同类型之间未表现出规律性的差异。从图 2 可看出, ≤ 1 mm 的根长密度垂直分布特征,5 个品种均主要分布在 0~20 cm 土层中,20 cm 土层以下所占比例较小,在 0~10 cm 土层中,北村、康维尔所占比例较大,其次为北陆和斯卫克,美登最小;在 10~20 cm 的土层中,2 个矮丛蓝莓品种所占的比例较大;在 20~30 cm 的土层中,北陆、斯卫克和美登占比例较大,表明这 3 个品种根长密度分布相对较为均匀,占有较大的土

壤空间,更有利于水分和营养的吸收利用,表现出较强的土壤适应性。其余径级的根系根长密度垂直分布特征与相应径级生物量垂直分布特征相近,随着根系径级增加根长密度垂直分布范围变小,趋向于土壤上层。

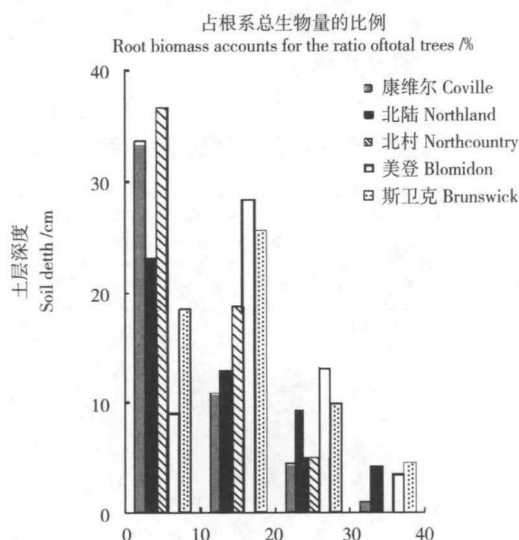


图2 垂直方向 ≤ 1 mm 细根根长密度分布

Fig. 2 Distribution of fine roots (≤ 1 mm) length density in vertical direction

3 结论

越橘根系生物量与品种所属类型有关,根长密度与越橘类型关系不大。根系垂直分布特征表现如下特征:根系生物量以高丛越橘、半高丛越橘较大,矮丛越橘较小;不同径级根系生物量占总生物量的比重以 1~3 mm

的根系最大,占 37%~58%,其次为 ≤ 1 mm 的根系,占 23%~37%,大于 3 mm 的根系所占比例较小。根系根长密度以北村、斯卫克和康维尔较大,北陆和美登较小;不同径级根长密度占总根长密度的比重以 ≤ 1 mm 根系最大,其次为 1~3 mm 的根系,大于 3 mm 的根系所占比例较小。越橘根系生物量和根系长度密度垂直分布深度为 30~40 cm,主要分布在 0~20 cm 土层中,其中康维尔、北村集中分布在 0~10 cm 土层中,美登集中分布在 10~20 cm 土层中,北陆和斯卫克集中分布在 0~20 cm 土层内分布相对较为均匀;在 20 cm 以下土层中随深度增加而迅速减少。

参考文献

- [1] 杨洪强,束怀瑞. 苹果根系研究[M]. 北京:科学出版社,2007:1-2.
- [2] 孙多. 苏南丘陵天然次生栎林根系分布特征和生物量结构的研究[M]//中国森林生态系统定位研究. 哈尔滨:东北林业大学出版社,1994:517-523.
- [3] 顾烟,贺善安. 蓝浆果与蔓越桔[M]. 北京:中国农业出版社,2001:189.
- [4] 魏永祥,王兴东,杨玉春,等. 越橘新品种斯巴坦引种试验[J]. 中国果树,2009(1):43-46.
- [5] 乌凤章,王贺新,陈英敏. 蓝莓嫩枝扦插繁殖技术[J]. 东北林业大学学报,2007(11):44-46.
- [6] 杨玲,聂飞,周洪英,等. 兔眼蓝莓在贵州的引种栽培试验及应用评价[J]. 贵州农业科学,2007,35(5):48-52.
- [7] 陈薇,马怀宇,李亚东,等. 3 种栽培方式对越橘光合特性的影响[J]. 园艺学报,2008,35(9):1255-1260.
- [8] 赵爱芬,赵学勇,常学礼. 奈曼旗沙丘植被根系特征研究[J]. 中国沙漠,1997,17(增刊 1):41-45.

Distribution Characteristics of Root System of Three Kinds of Blueberry

WU Feng-zhang, WANG He-xin, LI Gen-zhu, HAN Hui, CHEN Ying-min

(Research Center of Dalian University, Dalian, Liaoning 116622)

Abstract: This article studied the root vertical distribution of high-bush blueberry, half high-bush blueberry and low-bush blueberry in brown soil area. The results showed that the root biomass of high-bush blueberry and half high-bush blueberry was larger, the root biomass of low-bush blueberry was lesser, the root biomass of diameter 1~3 mm was biggest, diameter < 1 mm ranked secondly, root biomass of diameter > 3 mm was lesser; the root length density and root count density of length density and root count density of diameter < 1 mm was the biggest, diameter 1~3 mm ranked secondly, diameter > 3 mm was lesser; the root biomass and root density of 5 blueberry cultivars was distributed in 30~40 cm soil layer, was mainly distributed in 0~20 cm soil layer, among them, the root of Coville and Northcountry centralize in 0~10 cm soil layer, the root of Blomidon centralize was distributed in 10~20 cm soil layer, the root of Northland and Brunswick uniformly was distributed in 0~20 cm soil layer.

Key words: blueberry; root biomass; root length density; root vertical distribution