

辽南地区越橘根系分布特征

乌凤章

(大连大学 综合研究中心 辽宁 大连 116622)

摘要:调查了 7 a 生越橘在辽南地区棕壤条件下根系分布特征。结果表明:(1)5 个越橘品种根幅为 50~70 cm,水平分布主要在 0~50 cm 范围内;(2)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, ≥ 3 mm 的根系所占比例较小;(3)康维尔、北村和斯卫克的根长密度较大,北陆和美登较小;不同径级根系根长密度占总根长密度的比例 ≤ 1 mm 根系最大,其次为 1~3 mm 的根系, ≥ 3 mm 的根系所占比例较小;(4)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:S663.9;S754.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2012)01-0011-04

Characteristics of Root System of Blueberry in South of Liaoning Province

WU Feng-zhang

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

Abstract: Root distribution characteristics of five blueberry cultivars in brown soil area were examined. The results showed that(1)root range of 5 blueberry cultivars was 50 to 70 cm,centralized in 0~50 cm,(2)the root biomasses of high-bush blueberry and half high-bush blueberry were high,the root biomass of low-bush blueberry was low,the root biomass of the roots with diameters of 1~3 mm was the highest,diameter < 1 mm ranked the second, diameter > 3 mm was the lowest;(3)the root length densities of the cultivars of Coville, Northcountry and Brunswick were high, and low for the cultivars of Northland and Blomidon was lesse; the density of the roots with diameter < 1 mm was the highest,diameter between 1~3 mm ranked second, and diameter > 3 mm was the lowest;(4)the root biomass and root density of 5 blueberry cultivars distributed in 30~40 cm soil layer,mostly in 0~20 cm soil layer, among them, the roots of Coville and Northcountry centralized in 0~10 cm soil layer, in 10~20 cm soil layer for Blomidon,and in 0~20 cm soil layer for Northland and Brunswick with uniform distribution.

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

植物的根系分布特征能反映土壤的物质和能量被植物利用的特性,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(Blueberry)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]。我国自上世纪八十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]。尽管国内对林木根系分布特征研究很多^[8-9]，但未见有关越橘根系分布特征研究的报道。本研究对生长在辽南棕壤条件下越橘的根系分布特征进行了研究,以期为合理开展栽培管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于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 值 7.0,土层厚 150 cm 左右,较疏松。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。年平均气温为 8.4~10.5 ℃,≥10 ℃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。

1.2 材料

选用了 5 个越橘品种:北高丛越橘康维尔(Coville)、半高丛越橘北陆(Northland)、北村(Northcountry)、矮丛越橘美登(Blomidon)和斯卫克(Brunswick)。

2004 年春季栽培,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·m⁻³施用硫磺粉,使 pH 值保持在 4.0~5.5 左右。植株行距为 1.5 m×1.0 m。栽植后进行正常的水肥管理。2007 年 10 月进行测定分析,在相同立地条件上,对 5 个测试品种分别选取 4 株标准株,并测量每株的冠幅和枝高、基部萌生枝数(表 1)。

1.3 方法

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水平分布和垂直分布的最大范围和集中分布范围。将每层的粗根拣出,细根用细筛筛出,装入布袋编号。将野外采集的根系用蒸馏水冲洗干净后,按直径≤1 mm、>1~≤3 mm、>3~≤5 mm 和>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 1/1 000 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 cultivars				
品种	树龄/a	枝高/m	冠幅(南北×东西)/m	基部萌生枝数/个
康维尔	7	126	126.0×128.0	6
北陆	7	112	105.7×106.7	8
北村	7	67	84.3×92.0	27
美登	7	60	73.0×86.3	30
斯卫克	7	58	92.7×89.3	29

2 结果与分析

2.1 不同品种根系水平分布特征

在 5 个越橘品种中,康维尔平均根幅最大,为 70 cm,美登的平均根幅最小,为 50.3 cm,其余品种居中,在 60~64 cm 之间;美登根系集中分布范围为 0~40.3 cm,其余品种根系集中分布范围接近,在 0~46.7 和 0~48.2 之间(表 2)。方差分析表明不同品种根幅和分布范围差异不显著。根幅与树冠显著相关(相关系数 $r=0.82$)。根据冠幅及根幅的大小可以确定不同品种的栽植株行距,康维尔和北陆栽植株距以 1.5 m×2 m 即可,北村、美登和斯卫克的栽植株距以 1.0 m×1.5 m 即可;在林木施肥时,应根据越橘根系水平集中分布范围的大小,将施肥范围控制在距树干 25 cm 之内,以保证营养元素的有效利用。

表 2 越橘根系水平分布

Table 2 Horizontal distribution of roots of blueberry		
品种	平均根幅/cm	根系集中分布范围/cm
康维尔	70.0	0~46.7
北陆	64.0	0~46.7
北村	60.0	0~47.3
美登	50.3	0~40.3
斯卫克	62.7	0~48.2

2.2 不同品种根系生物量垂直分布特征

2.2.1 总生物量垂直分布特征 通过对 5 个越橘品种生物量垂直分布特征分析(表 3),根系生物量大小依次为康维尔、北陆、北村、斯卫克、美登。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,它们与矮丛越橘美登之间差异显著。相关分析表明,越橘根系生物量与枝高和冠幅均呈显著相关(r 分别为 0.81、0.87),这说明越橘植株地上部分生长与根系生长有密切关系,二者能够综合反映不同越橘类型的生长特性。越橘>1~≤3 mm 的根系所占比例最大,为 37%~56%,不同品种大小顺序与总生物量一致;其次为≤1 mm 的根系,占 22~37%;>3~≤5 mm 的根系所占比例较小,为 6.7%

~21.5%；>5 mm 的根系所占比重在 4.1~13.8% 之间。

表 3 越橘根系生物量在不同土壤深度的分布

品种	土层/cm	根系生物量/g				总量
		≤1mm	>1~ ≤3mm	>3~ ≤5mm	>5mm	
康维尔	0~10	29.64	47.52	6.84	20.12	104.12
	10~20	9.56	23.90	3.98	3.04	40.48
	20~30	2.74	6.06	0.32	0.00	9.12
	30~40	0.46	0.68	0.00	0.00	1.14
	总量	42.40 a	78.16	11.14	23.16	154.86 a
北陆	0~10	14.2	41.84	11.84	9.86	77.74
	10~20	8.91	27.72	9.35	0.00	45.98
	20~30	6.40	7.46	0.00	0.00	13.86
	30~40	3.43	4.38	0.00	0.00	7.81
	总量	32.94 ab	81.40	21.19	9.86	145.39 a
北村	0~10	24.37	31.74	11.26	4.96	72.33
	10~20	14.44	19.54	3.36	0.00	37.34
	20~30	5.88	4.56	0.92	0.00	11.36
	总量	44.69 a	55.84	15.54	4.96	121.03 a
美登	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	0.00	9.92
	30~40	0.86	0.78	0.00	0.00	1.64
	总量	19.18 b	27.38	14.98	8.14	69.68 b
斯卫克	0~10	11.18	14.08	8.40	1.89	35.55
	10~20	18.68	24.62	14.60	4.82	62.72
	20~30	6.94	6.62	1.40	0.00	14.96
	30~40	3.24	0.40	0.00	0.00	3.64
	总量	40.04 a	45.72	24.40	6.71	116.87 ab

* 不同字母标记为每列数据显著性差异 ($p\leq0.05$), 下同。

从根系生物量随土层深度变化来看,不同类型越橘表现出不同的分布特点,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,分别占根系总生物量的 69.7%、53.5% 和 59.8%;在 10~20 cm 土层中也占有较大比例,分别占总根系生物量的 24.2%、31.6%、30.9%;在 20~30 cm 土层中根系明显减小,分别占根系总生物量 5.5%、9.5%、9.4%;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 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。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。

2.2.2 不同径级根系生物量垂直分布特征 根据根系的功能,可将根系分为输导根(粗根)和吸收根(细根)。对于草本和小灌木而言,直径>1 mm 的根系

为输导根,主要承担水分和养分的输导,直径≤1 mm 的根系为吸收根,主要进行水分和营养物质的吸收,具有较强的固土效应^[8]。不同品种细根生物量方差分析表明,多数品种之间差异不大,仅北村、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。

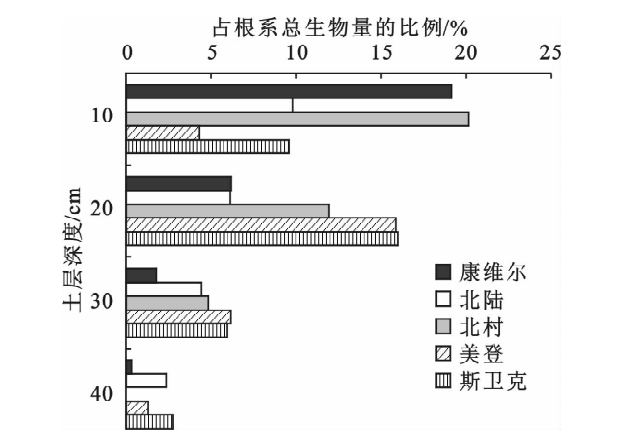


图 1 垂直方向≤1 mm 细根生物量分布

Fig. 1 Vertical distribution of fine roots (≤1 mm) biomass

由图 1 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,比 0~10 cm 土层明显降低,而两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,与荆条、柠条、胡枝子、紫穗槐细根生物量垂直分布规律相同^[10],体现了许多灌木具有相同的细根生物量垂直分布特征。表 2 可看出,5 个品种>1~≤3 mm 的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;高丛越橘康维尔和两个矮丛品种>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。

2.3 不同越橘品种根长密度垂直分布特征

2.3.1 总根长密度垂直分布特征 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(表 4)。方差分析表明北村、斯卫克明显高于北陆和美登,康维尔明显高于美登,其他差异不明显。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%;分布格局存在空间异

质性,但 $>3\sim\leq 5\text{ mm}$ 的根系总所占比例较小; $>5\text{ mm}$ 的根系所占比例极小,为 $0.9\%\sim 4.4\%$,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 $0\sim 20\text{ cm}$ 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,相对而言北陆和两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 4 越橘根长密度在不同土壤深度的分布
Table 4 Root length density in different soil depth

品种	土层/cm	根长密度/($\text{cm}\cdot\text{cm}^{-2}$)				
		$\leq 1\text{ mm}$	$>1\sim\leq 3\text{ mm}$	$>3\sim\leq 5\text{ mm}$	$>5\text{ mm}$	总量
康维尔	0~10	36.33	26.76	4.89	3.44	71.43
	10~20	11.68	11.54	1.72	1.30	26.24
	20~30	4.74	4.02	0.16	0.00	8.92
	30~40	1.01	0.53	0.00	0.00	1.54
	总量	53.76 ab	42.84	6.78	4.74	108.12 ab
北陆	0~10	19.48	15.99	4.57	2.83	42.87
	10~20	10.91	10.46	3.17	0.00	24.54
	20~30	7.81	3.60	0.00	0.00	11.41
	30~40	3.52	2.12	0.00	0.00	5.64
	总量	41.72 b	32.17	7.74	2.83	84.64 bc
北村	0~10	42.27	29.83	5.05	2.09	79.24
	10~20	25.03	17.98	1.21	0.00	44.22
	20~30	6.74	3.38	0.19	0.00	10.31
	总量	74.04 a	51.19	6.45	2.09	133.77 a
美登	0~10	5.96	4.80	0.80	0.30	11.86
	10~20	18.9	15.38	2.85	0.58	37.71
	20~30	8.61	4.94	0.34	0.00	13.89
	30~40	2.23	0.77	0.00	0.00	3.00
	总量	35.69 b	25.90	3.99	0.88	66.46 c
斯卫克	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	8.10	0.47	0.00	21.00
	30~40	5.62	0.47	0.00	0.00	6.09
	总量	73.51 a	43.27	7.91	1.15	125.82 a

2.3.2 不同径级根长密度垂直分布特征 方差分析表明北村、斯卫克 $\leq 1\text{ mm}$ 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 可以看出 $\leq 1\text{ mm}$ 的根长密度垂直分布特征,5个品种均主要分布在 $0\sim 20\text{ cm}$ 土层中,20 cm 土层以下所占比例较小,在 $0\sim 10\text{ cm}$ 的土层中,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 $10\sim 20\text{ cm}$ 的土层中,两个矮丛蓝莓品种所占比例较大;在 $20\sim 30\text{ cm}$ 的土层中,北陆、斯卫克和美登占比例较大,表明这三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。

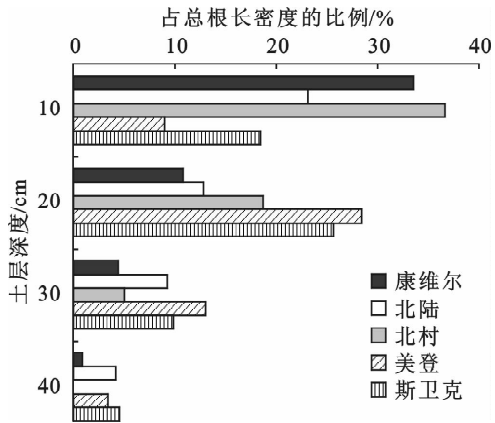


图 2 垂直方向 $\leq 1\text{ mm}$ 细根根长密度分布

Fig. 2 Vertical distribution of fine roots ($\leq 1\text{ mm}$) length density

3 结语与讨论

在辽南棕壤地区越橘平均根幅为 $50\sim 70\text{ cm}$,根系集中分布范围为 $0\sim 50\text{ cm}$ 。根系垂直分布特征表现如下: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 $>1\sim\leq 3\text{ mm}$ 的根系最大,占 $37\%\sim 58\%$,其次为 $\leq 1\text{ mm}$ 的根系,占 $23\sim 37\%$, $>3\text{ mm}$ 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 $\leq 1\text{ mm}$ 根系最大,其次为 $>1\sim\leq 3\text{ mm}$ 的根系, $>3\text{ mm}$ 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 $30\sim 40\text{ cm}$,主要分布在 $0\sim 20\text{ cm}$ 土层中,其中康维尔、北村集中分布在 $0\sim 10\text{ cm}$ 土层中,美登集中分布在 $10\sim 20\text{ cm}$ 土层中,北陆和斯卫克集中分布在 $0\sim 20\text{ cm}$ 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] 刘瑛,王芳,高甲荣. 晋西黄土高原虎榛子根系分布特征[J]. 西北林学院学报,2009,24(1):31-34.

LIU Y,WANG F,GAO J R. Root distribution characters of os-
tryopsis davidiana on different sitea in the loess plateau of
Western Shanxi[J]. Journal of Northwest Forestry University,
2009,24(1):31-34.

[3] 顾嫻,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.