

张自川,王贺新,李根柱.我国适宜蓝莓种植的土地资源及其分布格局[J].江苏农业科学,2016,44(7):517-521.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.147

我国适宜蓝莓种植的土地资源及其分布格局

张自川,王贺新,李根柱

(大连大学现代农业研究院,辽宁大连 116622)

摘要:近年来我国蓝莓产业发展较快,有些地区由于种植土壤 pH 值过高等原因造成失败的事例也很多。因此,对全国适宜种植蓝莓的土地资源及其分布格局进行分析和归纳,对于指导全国蓝莓产业的发展具有重要价值。在归纳总结全国蓝莓适生土壤环境的基础上,利用 1:100 万比例尺的土壤、土地利用和数字地形数据在地理信息系统(GIS)中进行空间建模分析,通过对土壤 pH 值、有机质含量和坡度等因子的综合分析确定适宜种植和改良后适宜种植 2 种类型土地及其区域分布,为科学规划和发展我国的蓝莓产业提供理论参考。结果表明:(1)全国适宜种植和改良后适宜种植蓝莓的土地资源占有耕地和经济林用地的 50.49%,但空间分布不均衡,主要分布在东北、华南和西南地区;(2)最适宜种植土地主要分布在云南、浙江、广西和安徽等地,面积要大于改良后适宜种植土地,改良后适宜种植土地在东北占主体;(3)改良后适宜种植土地主要问题是 pH 值偏高和有机质含量过低,土地坡度影响较小。

关键词:蓝莓;土地资源;适宜性;分布格局;地理信息系统

中图分类号: F326.13 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0517-05

蓝莓是杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(*Vaccinium*)植物,为多年生小灌木树种、浆果类,因果实花青素含量高而著名,在营养、保健、医药和食用等方面有重要价值^[1-5]。蓝莓果实和叶片皆可作为保健和功能食品。随着世界各国的需求量急剧增加,世界范围内蓝莓产业化种植的速度加快。近年来我国蓝莓种植业也得到了快速发展,至 2013 年底累计种植面积约 2.13 万 hm^2 ,遍布山东、贵州、辽宁、吉林、浙江、江苏、四川、黑龙江等 20 余个省(市、自治区)^[6-8]。蓝莓适生于富含有机质的酸性土壤,一些中性至微酸性的土壤经改良后也可以种植,蓝莓对环境条件的特殊要求,限制了其发展范围。北京、河北、河南和陕西等不少地区均出现了因土壤条件达不到要求而种植失败的案例。

目前有关蓝莓方面的研究多在引种育种、栽培修剪、物候习性、土壤改良、防寒越冬和营养保健等方面^[9-12],但全国尺度上适宜蓝莓种植的土地资源评价及其分布格局鲜有报道。我国幅员辽阔,横跨亚热带、温带和寒温带几个气候区域,土地利用、地形和土壤条件复杂多样,蓝莓适植地区分布也不均衡。科学规划和合理开发我国酸性土壤资源,使蓝莓种植形成合理布局和持续发展,无论是对农民脱贫致富,还是对该地区农业和农村经济的持续稳定发展均有重要意义。蓝莓是酸性土壤地区可优先选择的物种,也适于在丘陵山区退化生态系统中种植。它不仅具有巨大的国际市场和国内市场,而且在改变农林种植业结构、改善生态环境等方面均可派上用场,是能够兼顾社会效益、经济效益和生态效益的理想果树品种。本研究在归纳总结蓝莓适生土壤环境的基础上,利用全国 1:100 万比例尺的土壤、土地利用和数字地形数据库在地理

信息系统(GIS)中进行空间建模分析,通过对土壤 pH 值、有机质含量和坡度等因子的综合分析确定适宜蓝莓种植的土地资源及其空间分布,为科学种植、合理规划和健康发展我国的蓝莓产业提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 基础数据

土壤数据来源于联合国粮农组织(FAO)和维也纳国际应用系统研究所(IIASA)所构建的世界土壤数据库(HWSD, Harmonized World Soil Database version 1.2)(<http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC/External-World-soil-database/HTML/>)。中国境内数据源为第 2 次全国土地调查中国科学院南京土壤研究所提供的 1:100 万土壤数据,采用的土壤分类系统主要为 FAO-90,上层土壤(0~30 cm)主要属性见表 1。土地利用/覆被数据来自中国科学院相关数据库,由中国科学院组织实施的中国 2000 年 1:10 万土地覆盖数据对其进行合并、矢栅转换,最后得到全国幅 1 km 的土地利用数据产品,采用中国科学院资源环境分类系统。DEM 数据采用寒区旱区科学数据中心提供的我国 1 km 基础 DEM 数据,该数据集根据中国 1:25 万等高线和高程点构建。

1.2 土地资源适宜性分级

种植蓝莓应该考虑当地土壤 pH 值、有机质含量、土地坡度和气候等条件是否适合。蓝莓适生土壤 pH 值为 3.8~5.5,土壤 pH 值为 5.5~7.5 的可使用硫磺粉改良后种植,pH 值>7.5 的土壤无法改良到适宜程度^[13-15];有机质含量高,土壤疏松,通气良好,湿润但不积水。如果当地降水量不足时,需要有充足水源。园地选好后,在栽植前 1 年结合压绿肥深翻。如果杂草较多,可提前 1 年喷施除草剂,杀死杂草。对于不符合要求的土壤类型,在定植前应进行土壤改良。选择的园地坡度要小,不宜超过 10°;土壤有机质含量不低于 5%;土壤质地疏松,通气条件好,含水量适宜但不易积水。蓝莓栽

收稿日期:2015-05-27

基金项目:辽宁省教育厅项目(编号:L2012448)。

作者简介:张自川(1973—),男,河北邯郸人,博士,副教授,主要从事农业生态和信息化研究。E-mail:Zhangzch1973@163.com。

表 1 我国 1 : 100 万土壤数据表层土壤主要属性

字段	说明	单位
T_GRAVEL	碎石体积分数	%
T_SAND	沙含量	%
T_SILT	淤泥含量	%
T_CLAY	黏土含量	%
T_USDA_TEX_CLASS	USDA 土壤质地分类	
T_BULK_DENSITY	土壤容重	kg/cm ³
T_OC	有机碳含量	%
T_PH_H ₂ O	酸碱度	
T_CEC_CLAY	黏性层土壤的阳离子交换能力	mol/kg
T_CEC_SOIL	土壤的阳离子交换能力	mol/kg
T_BS	基本饱和度	%
T_TEB	交换性盐基	mol/kg
T_CACO ₃	碳酸盐或石灰含量	%
T_CASO ₄	硫酸盐含量	%
T_ESP	可交换钠盐	%
T_ECE	电导率	S/m

培范围较广,可根据当地气候选择适宜品种,但干旱少雪、易受霜冻的北方地区应改善灌溉条件并采取一定的防寒措施。蓝莓适生于酸性土壤,尽量选择园址坡度小的地区。参考已有文献报道和实践经验,把影响蓝莓种植的土壤 pH 值、有机质含量和坡度进行分级,划分蓝莓潜在的种植区,具体划分见表 2。

表 2 耕地资源种植适宜性分类

分类	pH 值	有机质含量	坡度	说明
1	3.8 ~ <5.5	>5%	<10°	适宜种植
2	5.5 ~ 7.5	>5%	<10°	土壤需要调酸
3	3.8 ~ <5.5	≤5%	<10°	增加有机质含量
4	3.8 ~ <5.5	>5%	≥10°	需要平整土地
5	5.5 ~ 7.5	≤5%	<10°	调酸、增加有机质含量
6	5.5 ~ 7.5	>5%	≥10°	调酸、平整土地
7	5.5 ~ 7.5	≤5%	≥10°	调酸、增加有机质含量、平整土地
8	3.8 ~ <5.5	≤5%	≥10°	增加有机质含量、平整土地
9	>7.5			土壤 pH 值偏高,不适宜种植

1.3 数据处理

在土地利用/覆被数据中,选定水田、旱地和各类苗圃 3 个类型的土地为种植蓝莓可以利用的土地资源,按照图斑编码采用 ArcGIS 提取出这 3 个类型土地数据。根据提取出的土地图层,利用 ArcGIS 的 MASK 功能导出相同分布区的土壤数据和 DEM 数据。依据土壤数据的 T_PH_H₂O 字段,以 pH 值 <5.5、5.5 ~ 7.5、>7.5 这 3 个级别进行重新分类;土壤有机碳乘以系数 1.724 转换成有机质含量,再按照 ≤5%、>5% 2 个级别进行再分类。DEM 数据也分为 ≤10°、>10° 2 个级别。各条件因子的分类图层通过 ArcGIS 的 Raster Calculator 和 Combine 功能进行叠加计算,得到全国蓝莓土地资源适宜性及其潜在种植区的分布,再采用 Excel 对计算结果进行统

计,得出各个级别土地资源的面积。

2 结果与分析

2.1 土壤 pH 值、有机质和坡度的统计特征

我国耕地分布不均衡,主要分布在沿海东部季风区,约占全国的 90% 以上。南北差异明显,水田主要分布在秦岭—淮河一线以南,旱地主要分布在以北地区。耕地养分也具有高度的空间异质性,土壤 pH 值和有机质含量具有高度的空间变异性,呈现明显的地带性特征,耕地坡度的空间异质性相对较小,见图 1 和表 3。利用 Arcgis 的地统计学模块分析土壤养分的空间变异特征,结果显示:土壤因子的随机变异为坡度 > 有机质 > pH 值。其中,pH 值、有机质具有中等空间自相关,表明这 2 个性质的空间变异是内在(土壤形成)和外在(施肥耕作等措施)因子共同作用的结果。坡度要素的空间相关性很弱,说明其随机性因素引起的空间异质性程度起主要作用,即土壤的空间变异性主要与其土壤类型多样、耕作方式多样、管理不同等有直接关系。土壤的这一特性与耕作、管理措施、种植制度、污染等人为活动有一定的关系。利用 ArcGIS 中的空间分析模块对土地适宜性因子图层进行全局相关分析,结果显示:土壤 pH 值和有机质含量呈显著负相关,不同地区之间相关性也表现出了一定的空间变异特征,土壤 pH 值和有机质含量与坡度相关性不显著。

2.2 蓝莓种植的土地资源适宜性及分布

2.2.1 土地资源适宜性综合分析 用 ArcGIS 的 Raster Calculator 能进行叠加,得到全国蓝莓的潜在种植区适宜性分类、分级分布图。其中分类 1 代表 pH 值、有机质含量和耕地坡度各因子均为适宜的区域;分类 2 代表 pH 值须改良,而其他因子仍为适宜的区域;分类 3 为有机质含量须增加,而其他因子为适宜的区域;分类 4 为 pH 值和有机质含量为适宜,而耕地坡度较大,须平整土地的区域;分类 5 为 pH 值和有机质含量须改良,坡度因子为适宜的区域;分类 6 为 pH 值和坡度因子须改良,而有机质含量为适宜的区域;分类 7 为 pH 值、有机质含量和坡度都不适宜,但是可以进行改良后种植的区域;分类 8 为 pH 值适宜,而有机质含量和坡度需要改良的区域;分类 9 为 pH 值偏高,无法经过改良后种植的区域。我国各省、自治区和直辖市蓝莓潜在种植区计算结果见表 4。

从表 4 可以看出,我国水田、旱地、未成林造林地和各类苗圃的面积为 18 253.47 万 hm²,其中适宜种植蓝莓的土地面积为 133.96 万 hm²,占总面积的 0.73%;改良后可种植蓝莓的土地面积为 9 083.64 万 hm²,占总面积的 49.76%;不适宜种植蓝莓的土地面积为 9 035.87 万 hm²,占总面积的 49.51%。仅从土地资源适宜性出发,在我国有 50.49% 的可利用土地可以种植蓝莓,但基本上都需要进行土壤改良。

2.2.2 土地资源 pH 值单因子的适宜性 野生蓝莓分布较广,通过育种学家的努力,已选育出适合不同气候区栽培的种类和优良品种。蓝莓栽培时受地势和土层深度的限制较少,通过平整、深翻土地即可满足需求。此外,经过许多研究人员的试验和探索,总结出了利用玉米秸秆、花生壳、森林凋落物来改良土壤、提高有机质含量,取得了较好效果。土壤 pH 值才是影响蓝莓生长的最大限制因素^[15],改良效果因土壤 pH 值背景、质地、类型等的不同而变化。利用 ArcGIS 把表 4 中

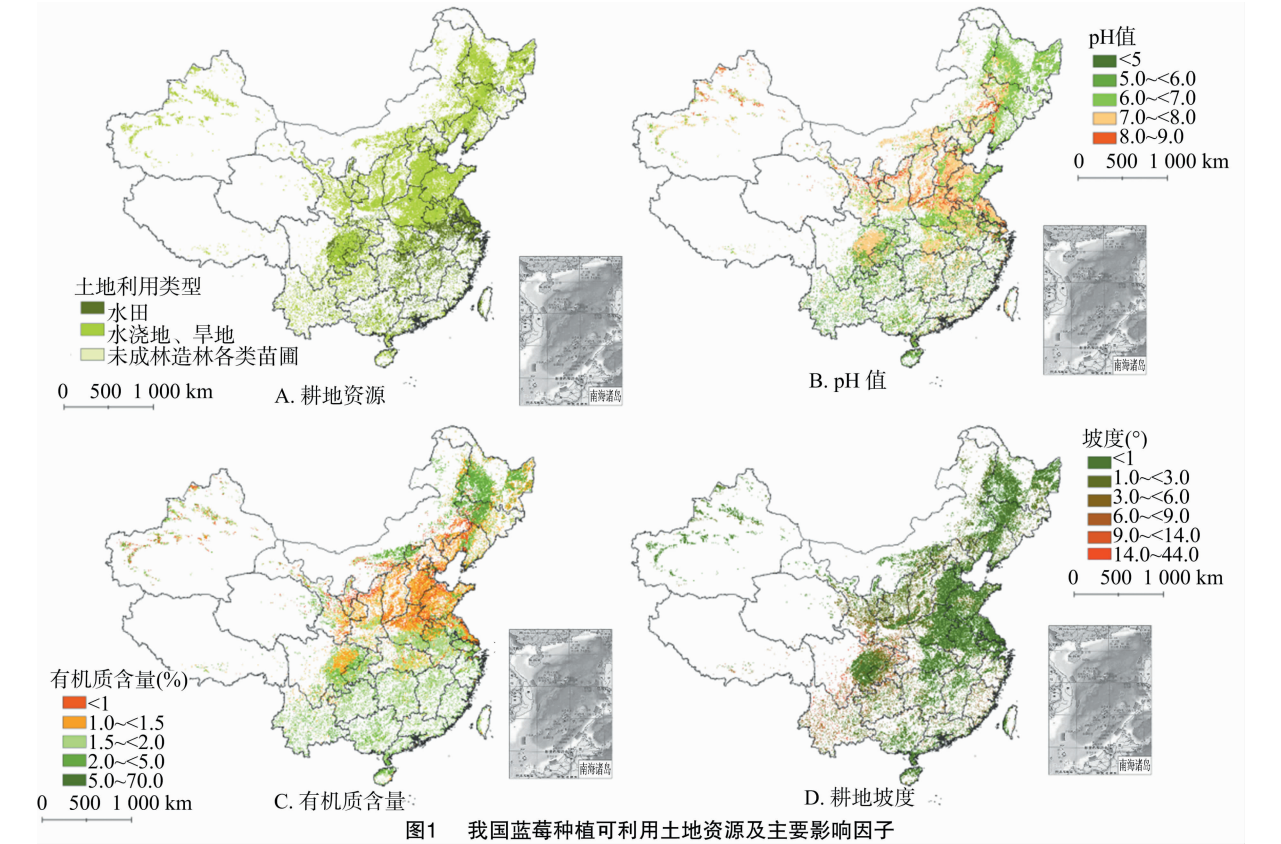


图1 我国蓝莓种植可利用土地资源及主要影响因子

表3 我国耕地 pH 值、有机质和坡度基本统计特征

地区	pH 值				有机质含量(%)				坡度(°)			
	最小值	最大值	平均值	标准差	最小值	最大值	平均值	标准差	最小值	最大值	平均值	标准差
新疆	5.70	8.90	7.52	0.81	0.50	5.21	1.89	1.13	0.00	15.99	0.57	0.79
西藏	4.90	8.30	6.98	0.80	0.71	5.21	2.96	1.48	0.01	37.03	5.19	4.12
安徽	4.50	8.30	7.01	1.20	0.62	11.62	1.87	0.98	0.00	18.73	0.43	0.91
北京	5.70	8.30	7.69	0.64	0.52	3.67	0.98	0.26	0.00	16.08	1.09	1.82
重庆	4.80	8.30	6.24	1.32	0.69	4.69	2.07	0.42	0.00	28.44	3.60	3.60
福建	4.80	8.00	5.96	1.40	0.69	5.29	2.01	0.39	0.00	18.77	3.09	2.60
甘肃	5.10	8.80	7.56	0.70	0.52	5.21	1.48	0.82	0.00	30.81	2.70	2.64
广东	4.70	8.70	6.26	1.39	0.69	5.29	2.00	0.52	0.00	16.02	1.24	1.64
广西	4.60	8.30	5.86	1.18	0.71	11.62	2.16	0.73	0.00	20.34	1.46	1.79
贵州	4.80	8.00	5.83	1.14	0.69	5.29	2.18	0.68	0.00	23.10	3.26	2.68
海南	4.60	8.30	5.47	1.06	0.69	11.62	2.44	1.64	0.00	15.51	0.80	1.08
河北	5.10	8.90	7.63	0.64	0.52	5.07	1.18	0.57	0.00	18.11	0.78	1.32
黑龙江	4.30	8.70	6.54	0.59	0.69	67.93	2.80	3.11	0.00	9.69	0.54	0.68
河南	4.50	8.30	7.41	0.91	0.52	4.15	1.38	0.51	0.00	16.31	0.57	0.99
香港	5.20	7.90	5.31	0.52	0.79	1.69	1.65	0.17	0.00	10.22	2.53	2.09
湖北	4.50	8.30	7.05	1.06	0.69	5.29	1.68	0.47	0.00	24.26	1.02	2.02
湖南	4.60	8.00	6.34	1.39	0.69	5.29	2.06	0.42	0.00	18.93	1.51	1.99
江苏	4.50	8.90	7.36	1.08	0.69	11.62	1.61	0.91	0.00	9.22	0.15	0.27
江西	4.60	8.30	6.33	1.43	0.71	11.62	2.03	0.53	0.00	19.04	1.20	1.63
吉林	5.00	8.80	6.90	0.77	0.69	67.93	2.73	3.70	0.00	11.60	0.65	0.90
辽宁	5.60	8.90	7.08	0.84	0.52	67.93	1.74	1.17	0.00	12.19	0.84	0.96
内蒙古	5.10	8.90	7.22	0.72	0.62	67.93	1.83	1.05	0.00	10.41	0.98	0.92
宁夏	5.70	8.70	7.74	0.64	0.62	4.15	1.25	0.67	0.00	11.14	1.30	1.21
青海	5.10	8.80	7.24	0.69	0.55	5.41	2.21	0.99	0.02	23.34	2.97	2.39
陕西	4.50	8.40	7.50	0.81	0.52	5.21	1.34	0.54	0.00	24.73	2.38	2.44
山东	5.10	8.90	7.42	0.74	0.52	3.91	1.19	0.44	0.00	10.28	0.50	0.77
上海	4.60	8.30	7.55	0.94	0.71	4.15	1.76	0.54	0.00	0.35	0.05	0.05

续表 3

地区	pH 值				有机质含量(%)				坡度(°)			
	最小值	最大值	平均值	标准差	最小值	最大值	平均值	标准差	最小值	最大值	平均值	标准差
山西	5.10	8.40	7.91	0.39	0.52	11.62	1.09	0.39	0.00	19.85	1.81	1.54
四川	4.30	8.30	6.81	1.32	0.69	67.93	1.91	1.06	0.00	33.96	2.84	3.83
台湾	4.40	8.10	7.05	1.31	0.74	5.29	1.95	0.73	0.00	24.87	1.12	2.21
天津	6.30	8.90	7.72	0.48	0.52	3.67	1.14	0.58	0.00	10.08	0.18	0.50
云南	4.60	8.30	5.77	1.10	0.69	13.36	2.32	1.04	0.00	43.36	4.88	4.11
浙江	4.60	8.90	6.38	1.45	0.69	11.62	2.46	1.33	0.00	16.73	1.51	2.11

表 4 土地资源适宜性分类与分布

地区	土地面积(万 hm ²)									
	分类 1	分类 2	分类 3	分类 4	分类 5	分类 6	分类 7	分类 8	分类 9	合计
云南	51.37	0.41	307.53	7.58	158.20	0.01	21.81	51.68	105.03	703.62
浙江	26.38	1.30	93.77	0.64	35.73	0	0.04	0.97	130.42	289.25
广西	18.31	0.35	303.85	0.62	92.58	0	0.36	1.55	116.54	534.16
安徽	15.62	3.37	165.48	0.05	141.10	0	0.15	0.24	486.10	812.11
贵州	10.30	0	242.19	0.20	107.96	0	3.46	6.93	97.16	468.20
黑龙江	3.54	31.56	151.24	0	1 234.99	0	0	0	198.97	1 620.30
江西	2.66	0.37	204.88	0.11	26.64	0	0.09	1.44	206.19	442.38
吉林	2.26	35.59	12.92	0	453.03	0	0.03	0	260.76	764.59
台湾	2.26	0	15.27	0.27	2.20	0	0.03	0.78	51.90	72.71
湖南	0.53	0	283.85	0	61.75	0	1.37	3.01	269.64	620.15
湖北	0.31	0	92.88	0.02	193.41	0	4.57	2.43	385.05	678.67
四川	0.24	0	365.93	0	88.89	0	34.48	33.28	677.40	1 200.22
福建	0.06	0	144.46	0.02	3.07	0	0.03	3.72	85.01	236.37
辽宁	0.05	10.58	0.03	0	384.22	0	0.02	0	273.70	668.60
海南	0.03	3.12	104.02	0	11.77	0	0	0.10	18.16	137.20
内蒙古	0.02	15.59	33.44	0	672.88	0	0.05	0	429.92	1 151.90
广东	0.01	0	264.76	0	25.73	0	0.16	0.84	216.22	507.72
江苏	0.01	2.51	80.28	0	102.29	0	0	0	525.62	710.71
新疆	0	17.83	29.65	0	118.50	0	0.09	0.01	434.36	600.44
西藏	0	0	2.51	0	14.57	0	2	0.52	24.03	43.63
北京	0	0	0.05	0	13.28	0	0.23	0	41.23	54.79
重庆	0	0	190.51	0	32.05	0	8.77	14.85	148.90	395.08
甘肃	0	2.53	6.05	0	188.61	0	4.26	0.08	476.81	678.34
河北	0	2.18	2.01	0	297.45	0	0.22	0	690.05	991.91
海南	0	0	86.75	0	305.85	0	0.14	0.03	715.21	1 107.98
香港	0	0	0.72	0	0	0	0	0.01	0.03	0.76
宁夏	0	0	1.87	0	27.13	0	0.01	0	146.39	175.40
青海	0	0.10	6.48	0	49.26	0	0.62	0.09	25.98	82.53
陕西	0	0	22.53	0	179.25	0	11.34	2.60	506.33	722.05
山东	0	0	3.27	0	412.45	0	0.01	0	626.86	1 042.59
上海	0	0	4.05	0	1.34	0	0	0	39.76	45.15
山西	0	0.01	1.32	0	47.80	0	0.22	0	571.11	620.46
天津	0	0	0	0	18.46	0	0.01	0	55.03	73.50
合计	133.96	127.40	3 224.55	9.51	5 502.44	0.01	94.57	125.16	9 035.87	18 253.47

的 1、3、4、8 类归为 1 类,为适宜种植蓝莓的土地;2、5、6、7 类归并为需要土壤调酸才可种植蓝莓的土地;9 类为土壤 pH 值较高,难以改良的土地,结果见图 2。北方省份以须改良 pH 值的土地为主,南方省份以不须改良就适宜的土地为主。

2.3 土地资源 pH 值适宜性的分布格局

从图 3 可知,根据可利用土地的 pH 值适宜性,我国从北到南可以划分为 4 个适宜带。第 1 适宜带是东北地区的黑龙江、吉林、辽宁和内蒙古,多数土地 pH 值可以种植蓝莓,但以

需要调酸改良类型为主;第 2 适宜带为北京、天津、河北、山西、河南、山东、宁夏、甘肃、陕西、青海等,该区多数土地 pH 值过高,不适合种植蓝莓,可以种植的土地 pH 值也要调酸改良;第 3 适宜带为江苏、浙江、上海、湖南、湖北等省份和直辖市,该区土地的 pH 值比第 2 适宜带要低,有相当一部分土地不须调酸即可种植蓝莓;第 4 适宜带为福建、贵州、广东、广西、云南、四川、海南等,该区以酸性土壤为主,多数土地 pH 值不须改良即可种植蓝莓。

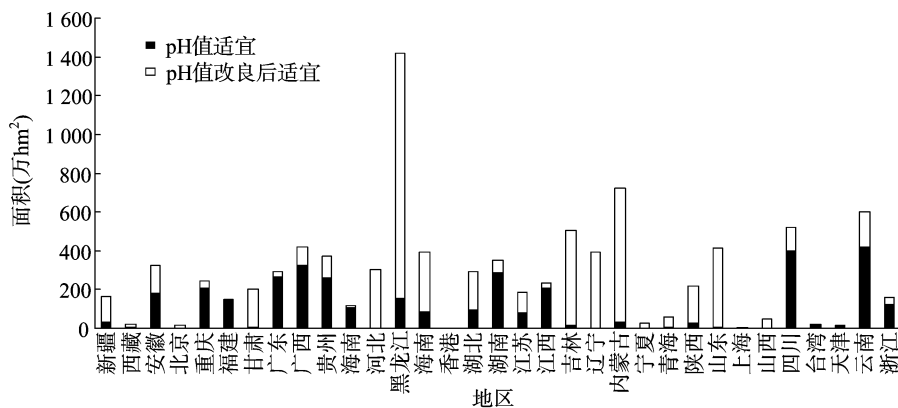


图2 蓝莓种植可利用土地pH值适宜性

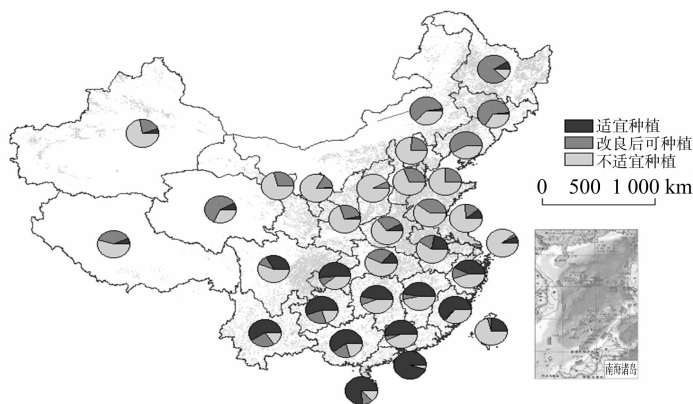


图3 蓝莓种植可利用土地的空间分布格局

3 结论与讨论

蓝莓适生于有机质含量高的酸性土壤,合适的耕地资源决定了我国蓝莓的种植规模和分布格局。利用1:100万比例尺的土壤、土地利用和数字地形空间数据集在GIS中进行空间建模分析,可以很好地研究蓝莓在不同pH值、有机质含量和坡度耕地条件下的种植适宜性和种植区域划分。

适宜和改良后适宜种植蓝莓的土地资源占有耕地和经济林用地的50.49%,但空间分布不均衡,主要分布在东北、华南和西南地区。最适宜土地主要分布在云南、浙江、广西和安徽等地,适宜土地面积要大于须改良的土地,改良后适宜土地在东北占主体。改良后适宜土地主要问题是pH值较高和有机质含量过低,土地坡度影响较小。

目前关于全国尺度的蓝莓耕地适宜性评价及其种植区域划分方面的研究较少,尤其是在蓝莓种植区域规划方面。此外,关于种植区分布的研究还要综合考虑蓝莓品种差异、气候因素等自然条件和经营者的主观意愿,从经济和生态等角度综合考虑来发展。在全国尺度上开展耕地资源和蓝莓潜在种植区分布研究,在一定程度上为合理规划和发展我国的蓝莓产业提供理论参考。

参考文献:

- [1] 胡雅馨,李京,惠伯棣. 蓝莓果实中主要营养及花青素成分的研究[J]. 食品科学,2006,27(10):600-603.
- [2] 陈介甫,李亚东,徐哲. 蓝莓的主要化学成分及生物活性[J].

- 药学报,2010(4):422-429.
- [3] 贺强,吴立仁. 蓝莓果实中营养成分的生物学功能[J]. 北方园艺,2010(24):222-224.
- [4] 赵秀玲. 蓝莓的成分与保健功能的研究进展[J]. 中国野生植物资源,2011,30(6):19-23.
- [5] 葛翠莲,黄春辉,夏思进,等. 10个蓝莓品种主要营养成分与色素含量分析[J]. 中国南方果树,2012,41(4):33-35.
- [6] 李亚东,唐雪东,袁菲,等. 我国小浆果生产现状、问题和发展趋势[J]. 东北农业大学学报,2011,42(1):1-10.
- [7] 李丽敏,吴林,郝庆升,等. 中国蓝莓市场现状及产业发展对策研究[J]. 中国果树,2011(3):70-73.
- [8] 聂飞,张玉春. 我国蓝莓产业发展的机遇与挑战[J]. 北方园艺,2014(4):165-170.
- [9] 乌凤章,王贺新,陈英敏,等. 我国蓝莓生理生态研究进展[J]. 北方园艺,2006(3):48-49.
- [10] 王连润,胡忠荣,李坤明,等. 兔眼蓝莓园蓝在昆明的引种表现及栽培要点[J]. 中国南方果树,2012,41(1):87-88.
- [11] 唐雪东,李亚东,臧俊华,等. 土壤施硫对越桔生长发育的影响[J]. 东北农业大学学报,2004,35(5):553-560.
- [12] 乌凤章,王贺新,韩慧,等. 防寒措施对越橘越冬微环境和越冬性的影响[J]. 果树学报,2012,29(2):278-282.
- [13] 周琳,徐海军,李静,等. 土壤pH值对蓝莓幼苗生长发育的影响[J]. 国土与自然资源研究,2010(1):91,94.
- [14] 谭钺,王茂生,吕勐,等. 土壤环境对蓝莓生长的影响及改善措施[J]. 山东农业科学,2015(3):80-84.
- [15] 宋雷,柏文富,梁文斌,等. 土壤pH对蓝莓生长及光合作用的影响[J]. 湖南林业科技,2015,42(1):6-11,26.