基于 GIS 的中国北方干红酒用葡萄品种生态区划*

李红英[1,2] 张晓煜[1,2**] 韩颖娟[1,2] 张 磊[1,2] 王 静[1,2]
([1]宁夏气象防灾减灾重点实验室, 银川 750002; [2]宁夏气象科学研究所, 银川 750002)

摘 要 中国葡萄酒产业发展受市场影响大,产业本身发展不完善。产区规划和区划是推动葡萄酒产业生态化发展的主要途径之一。本文以在葡萄酒中占主导地位的干红酒用葡萄品种为研究对象,综合运用模糊数学、集优法和逐步分区法,借助 GIS 小网格推算技术、空间分析和图层运算等功能,完成中国北方干红酒用葡萄品种生态区划。结果表明,干红酒用葡萄生态最适宜区主要分布在:东北地区的大兴安岭南段余脉区域,辽西走廊大部等;环渤海湾地区的山东半岛大部,河北秦皇岛地区和辽东半岛大部等;晋冀交界地区的张家口和大同部分市县等;西北地区贺兰山东西两麓地区和沿黄河区域;新疆伊犁河谷和天山东段北麓部分地区。

关键词 干红葡萄酒; 生态区划; GIS; 中国北方

中图分类号 S16 **文献标识码** A **文章编号** 1000-4890(2014)11-3081-07

Ecological regionalization for dry red wine grape varieties based on GIS in northern China. LI Hong-ying[1,2], ZHANG Xiao-yu[1,2**], HAN Ying-juan[1,2], ZHANG Lei[1,2], WANG Jing[1,2]
([1] *Ningxia Key Laboratory for Meteorological Disaster Prevention and Reduction*, *Yinchuan* 750002, *China*; [2] *Ningxia Institute of Meteorological Science*, *Yinchuan* 750002, *China*). *Chinese Journal of Ecology*, 2014, **33**(11): 3081-3087.

Abstract: The development of wine industry is greatly influenced by the market in China, being not perfect. Planning and regionalization for production areas are one of the main ways to promote ecological development of wine industry. Comprehensively using the methods of fuzzy mathematics, optimization and stepwise division, the ecological regionalization for dry red wine grape varieties in northern China where dry red wine dominates the wine industry was completed with small grid simulation methods, spatial analysis and layer operation supported by GIS. The results showed that the most ecologically suitable areas of dry wine grape varieties distributed in the following areas: the south section of Daxinanling Mountains region, counties in Western Liaoning Corridor region; most areas of Shangdong Peninsula surround the Bohai Gulf, Qinhuangdao districts and most of Liaodong Peninsula; most of Zhangjiakou and Datong in the border areas of Hebei and Shanxi provinces; the areas on the two sides of Helan Mountain and along the Yellow River in the northwestern region of China; areas in the Yili Valley and along the eastern Tianshan Mountain in Xinjiang.

Key words: dry red wine; ecological regionalization; GIS; northern China.

葡萄酒历史悠久,其品质和风味受多种因素影响,包括栽培、酿造技术等人为因素(苑伟等,2012)和产区气候、品种、土壤、地形和坡向等自然因素(穆宁等,2007;王秀芹等,2009)。然而,由于葡萄酒是一种自然产品,自然因素对其质量与风格起决定性作用,其次才取决于与自然条件相适应的栽培、采收、酿造等人为因素(李华,2000)。干红在葡萄酒产业中占主导地位,也是研究者们关注的重点之一。房玉林等(2007)以四川西昌、陕西杨凌和陕西蓝田的赤霞珠干红葡萄酒为原料,对其香气成分进行了研究,3 种酒香气成分在品种上表现出一致性,但香气成分组成和相对含量等方法却有较大差异。冀剑霜等(2010)对比分析了以宁夏贺兰山东麓、天津蓟县、山东蓬莱 3 个产区红葡萄酿造的干红葡萄

*国家自然科学基金项目(31071323)资助。
**通讯作者 E-mail: zhang_xynet@163.com
收稿日期: 2014-03-12 接受日期: 2014-07-25

酒品质,发现宁夏贺兰山产区干红葡萄酒品质明显高于其他2个产区。即使在同一个产区内,不同产地葡萄园所产葡萄酿造出的干红葡萄酒品质也各有不同,如同在河西走廊产区,嘉峪关、武威、张掖、民勤等不同产地干红葡萄酒均表现出不同的品质特性(崔日宝等,2012)。由此可见,干红葡萄酒的质量与其原产地有着密不可分的关系,只有在特定的区域内,才能生产出品质优良、独具风格的葡萄酒,其中,积温、光照、降水以及衍生出的干燥度等气候因子,不同地形、土壤条件、地下水等生态因子对酿酒葡萄质量起着至关重要的作用(翟衡等,2001;王华等,2010;毛飞等,2011)。

我国由于受经济、酒文化特点、生活习惯和饮食习惯等方面影响,葡萄酒产业起步较晚,直至20世纪90年代后期进入快速发展阶段,然而这种发展主要是由我国葡萄酒消费市场拉动起来的,并不是葡萄酒产业本身完善的结果(杨和财和薛宏春,2008)。1996年全国开始掀起"干红葡萄酒热",各地出现盲目发展红葡萄品种的现象,研究者开始关注干红葡萄酒用品种气候区划和基地选择的研究,如,修德仁等(1997)根据生态相似性原理,参照世界著名干红葡萄酒产区主要气候条件,初步建立了我国干红气候区划指标,并在考虑海洋对气候的影响、地形地热、土壤条件等因素下,为干红酒葡萄基地选择提供了初步建议,其研究成果为推动我国干红葡萄酒产业提供了可靠的基础和依据。但由于受技术的限制,精细化程度有限,只是给出了描述性的基地分区建议。近年来,随着我国人民生活水平的不断提高,人民对葡萄酒的消费越来越多,葡萄酒种类也越来越精细化,干红葡萄酒作为主要酒种之一,仍存在原料基地建设混乱的现象。随着对干红葡萄酒用品种生长发育特点了解的进一步深入和地理信息技术的发展,刘明春等(2006)在河西走廊,通过对干红干白酒用葡萄生长期主要气象因子相关性普查,结合区域气候特点,筛选出当地干红葡萄气候区域化指标,运用GIS软件平台将河西划分为5个气候区,该研究区划精细化程度大幅提高,为河西产区干红酒葡萄发展和进行综合生态区划奠定了很好的基础。

然而,上述关于干红酒用酿酒葡萄的区划,精细化程度低、且区划结果不够系统。本文在前期研究的基础上,本着循序渐进、分层推进、优中选优的原则,采用模糊数学法、集优法和逐步分区法等多种方法相结合的区划方法,综合考虑气候和土壤等生态环境因素,建立种植区划、气候区划和生态区划3层指标体系,并在GIS技术的支持下,采用小网格分析方法将指标因素进行推算,完成我国北方干红葡萄酒用品种精细化生态区划。我国用来酿造干红葡萄酒的酿酒葡萄包括山葡萄和欧亚种葡萄两类,欧亚种葡萄占主要地位。因此,本文葡萄区划研究侧重欧亚种酿酒葡萄品种。欧亚种葡萄起源于欧洲地中海沿岸及西亚的夏干气候区,是栽培价值最高的种,其抗寒性、抗病性较弱,但在抗旱、抗盐、抗石灰质及对土壤适应性等方面较强,广泛分布于世界各地,拥有许多优良品种,不同品种有差异。研究成果拟科学指导中国北方干红葡萄酒用葡萄基地建设,提升酿酒葡萄品牌的国际化水准,为发展高端葡萄酒、产地酒,将产区优势转化为产业优势奠定基础。

1 资料来源与区划方法

1.1 资料来源

收集中国北方376个气象台站连续30年(1981—2010年)的地面气候资料,整理为年降水量(P)、≥10 ℃活动积温、≥10 ℃活动积温期间降水量、干燥度(K)、无霜期、最冷月平均气温、年极端最低气温、年日照时数、平均日较差。气象资料经过小网格推算为空间分辨率达250 m的面上数据。

地理信息资料采用1∶25万数字高程、1∶100万土壤类型,坡度、坡向等地理数据经数字高程转化得到。

1.2 区划方法

本文基于自然区划理论,采用模糊数学法、集优法和逐步分区法等多种方法相结合,完成干红酒用葡萄品种生态区划。由于干红酒用葡萄包括赤霞珠、蛇龙珠、佳美、黑品乐等多个葡萄品种,这些葡萄品种之间无论是在品质上还是对环境条件的需求上,都存在一定的差异性,但本文要将干红酒用的所有葡萄品种作为一个整体,就需要运用模糊数学方法将各品种的差异进行模糊处理。同时根据与葡萄生长发育和产量品种形成有密切关系的气候和环境要素值作为指标,采用集优法和逐步分区法,遵循生态学最小因子律分3个层次开展酿酒葡萄优质生态区区划,先确定酿酒葡萄能够生长的可种植区,再根据干红酒用葡萄品种所需要的热量、水分条件指标划分出不同气候区;在此基础上,分析葡萄对小气候、土壤、地质条件的特殊需求和典型性要求,划分

出干红酒用葡萄品种生态区,下一层次区划以上一层次区划为基础和前提。

(1)自然区划是按照区域的内部差异,把气候、土壤等自然特征不相似的部分划分为不同的自然区,并确定其界线,进而对各自然区的特征及其发生、发展和分布规律进行研究,按其区域从属关系,建立一定的等级系统。

(2)模糊数学是研究和处理模糊性现象的一种数学理论和方法。在实际生产中,许多区域界线是由多个气候因子综合影响的结果,而且这些界线常存在着一个具有模糊概念的模糊地带。因此,可以用模糊数学的方法,将这个模糊地带的界线确定下来。

(3)集优法一般在选择珍贵作物或经济价值高的果树作物的最优种植区时采用,筛选几种与作物生育和产量形成有密切关系的气候、土壤要素值作为指标,分别将这些指标值在地域上的分布范围绘制在一张图上,然后根据各个地区所占有指标的数目,划分出不同适宜程度的农业气候区,当具备所有最适种植指标时,该区为最适宜区;如果这些地区一个也不具备最适种植指标时,则为不适宜或不能种植区。

(4)逐步分区法首先选择对酿酒葡萄农业地域分异规律有重要意义的气候因子,然后确定出不同区划等级的主导指标和辅助指标,逐步进行划区。根据一级区划指标划出若干个大的酿酒葡萄生态区;在每个酿酒葡萄生态区内根据二级区划指标划分出若干个亚生态区;再按照三级区划指标划分出若干个小区。这样,就可以将一个地区划分为具有不同生态特征和具有生产意义的葡萄生态区域。

1.3 区划指标

根据上述1.2 提到的区划方法,要完成区划,首先要确定区划指标。本文采用逐步分区的方法,指标也分为相对应的 3 类。

1.3.1 种植区指标 1)极端最低气温和最冷月平均气温。由于欧亚种葡萄抗寒性差,能否安全越冬是种植的关键问题,而能否安全越冬主要取决于冬季极端气温和低温持续时间。据项目多年观测、调查,最冷月平均气温高于-15 ℃、极端最低气温高于-35 ℃才可能种植欧亚种葡萄。极端最低气温<-35 ℃的地区冬季过于寒冷,欧亚种酿酒葡萄不能安全越冬;而且极端最低气温在-35 ~ -15 ℃地区冬季需要埋土越冬,极端最低气温高于-15 ℃的地区,欧亚种葡萄一般不需要埋土就可以越冬。

2)无霜期和≥10 ℃积温。将无霜期与≥10 ℃积温共同作为酿酒葡萄可种植区区划热量指标,无霜期不足 150 d 或≥10 ℃积温低于 2500 ℃·d 的地区热量条件不能满足酿酒葡萄生长,不可种植欧亚种葡萄。

1.3.2 气候区划指标 1)≥10 ℃活动积温。本文将≥10 ℃积温指标范围跨度设置较大,其中适宜区≥10 ℃积温在 3100 ~ 4200 ℃,次适宜区在 2900 ~ 3100 ℃或 4200 ~ 4500 ℃,<2900 ℃或>4500 ℃为不适宜区。

2)干燥度。对于干红酒用葡萄品种来说,本文采用适宜区 K>1.0,次适宜区 K 在 0.6 ~ 1.0,不适宜 K<0.6。

3)其他。由于我国北方光照资源丰富,葡萄生长季节日照时数普遍>1250 h,气温日较差普遍>10 ℃,完全能满足优质酿酒葡萄生产所需要的光照和温差,这 2 个指标不是我国北方酿酒葡萄栽培的限制因子。

1.3.3 生态区划指标 本文以土壤类型作为主要综合生态区划指标,结合我国北方土壤类型,干红酒用葡萄综合生态区划的土壤因素按照以下分类:最适宜区土壤类型包括固定风沙土、灰钙土、黑钙土、栗钙土、棕钙土、草甸灰漠土和棕壤等;适宜区包括绵土、黄棕壤、褐土、黑土、漠土、灰漠土、灌淤土等;次适宜包括娄土、垆土、暗棕壤、草甸土、高山漠土、黄壤和半固定风沙土等;不适宜包括水稻土、潮土、盐碱土、沼泽土和流动风沙土等。

2 结果与分析

2.1 气候因子小网格推算

我国北方地形复杂,气候资源多样,收集到的基础气象资料是气象台站数据,呈点状分布,难以全面真实地反映我国北方气候资源的立体多样性特征,也不能满足精细化区划的要求。本文在 GIS(地理信息系统)技术的支持下,采用小网格分析方法(蔡哲等, 2010),通过建立气候要素与站点经度、纬度、海拔、坡度和坡向等地理信息的数学模型,完成中国北方气候资源的推算。研究表明,气候资源要素分布与经度、纬度和海拔因子等地理因子关系密切,建立气候资源的推算模型:

$$Y=f(\lambda,\varphi,h)+\varepsilon \quad (1)$$

式中,Y为气候因子(如≥10 ℃积温,无霜期、极端

表1 气候因子网格推算模型
Table 1 Grid estimation model of climatic factors

气候资源因子	模型	相关系数 R^2
≥10 ℃积温	$Y=150621.1-1610.58\lambda-390.431\varphi-13.9112h$	0.925
无霜期	$Y=734.6779-1.294091\lambda-8.7005755\varphi-0.0530407h$	0.945
≥10 ℃积温期间降水量	$Y=18370.74-569.906\lambda+82.70513\varphi-1.49448h$	0.829
极端最低气温	$Y=608.5749-15.7037\lambda-1.9749\varphi-0.0495h$	0.892

最低气温等)；λ、φ、h 分布代表经度、纬度、海拔等地理因子；ε 为综合地理残差，用于订正推算模型，消除小地形影响以及观测资料代表性不足的问题。本文中所用到的气候资源关系模型见表1。

由各个气象站的经度、纬度和海拔作为基本图层，运用GIS图层计算功能，分别得到各气候指标因子图层。并运用ArcGIS软件中的IDW方法得到残差的栅格图，与小网格推算模型所绘制的气候资源图层相叠加，最终得到订正后的气候资源分布图。

2.2 酿酒葡萄种植区区划

根据酿酒葡萄品种特点和生存条件，以无霜期>150 d、≥10 ℃超过2500 ℃·d、最冷月极端气温>-15 ℃、极端最低气温>-35 ℃作为欧亚种葡萄品种种植指标和界限值，划分出种植区域见图1。

从图1可以看出，我国北方大部分地区都可以种植欧亚种酿酒葡萄，包括辽宁除桓仁、内蒙古除兴安盟和呼伦贝尔盟的广大地区、北京、天津、河北、山东、河南、陕西、安徽、江苏、宁夏除原州区的大部分地区、甘肃、新疆吐鲁番盆地、塔里木盆地，只要这些地区有水源，都可以种植欧亚种酿酒葡萄。

内蒙古大兴安岭以西的广大地区、黑龙江小兴安岭以北、完达山、老爷岭；吉林长白山区、甘肃祁连山区、青海可可西里山、唐古拉山；新疆的昆仑山、天山、阿尔泰山山区等，因冬季严寒，即便是耐寒力极强的山葡萄也无法安全越冬，为中国北方酿酒葡萄的不可种植区。

另外，还有一些区域，包括东北三省：黑龙江南部的齐齐哈尔市、大庆市、哈尔滨、无常市，吉林的通化、辽源、四平、松源、白城、吉林市以及辽宁北部的桓仁、清原、新宾等地；西北地区：甘肃的岷县、舟曲、定西；宁夏固原市；青海海南的杂多、玉树、斑玛、久治；海东的同仁、民和、乐都等大部分地区；新疆的克拉玛依阿尔泰市等地，这些地区可以种植山葡萄，但不能在自然条件下(可以加简单的人工辅助措施如埋土)种植欧亚种酿酒葡萄，如需种植欧亚种酿酒葡萄，需要砧木嫁接或人工设施条件保障。

2.3 干红酒用葡萄气候适宜性区划

以≥10 ℃有效积温和干燥度作为气候区划主要指标，按照**1.3.2**中提到的各指标划分标准，在种植区划的基础上，完成中国北方干红酒用葡萄品种气候区划(图2)。

气候适宜区集中分布在：东北地区，辽河平原和辽西走廊大部，以及大兴安岭南段余脉地区；环渤海湾地区，河北北部秦皇岛地区大部和山东半岛部分地区；沿太行山山脉西麓和山西境内大部县市；西北地区，宁夏中北大部，内蒙西部和陕北山地、关中平原和沿黄河区域，河西走廊沿祁连山山脉北麓大部县市；新疆地区，天山山脉北麓、吐鲁番盆地、伊犁河谷、哈密以及塔里木盆地周边县市。

气候次适宜区集中分布在辽宁本溪、丹东地区，北京、天津大部，河北中部保定周边县市，山东淄博、潍坊和日照大部地区，陕西秦岭以南大部地区，内蒙乌海和鄂托克旗，新疆塔里木盆地部分地区等。

气候不适宜区范围较小，主要集中在华北平原的河南中东部、山东西部和河北南部等地区，其他省份有小部分区域不适宜。

2.4 干红酒用葡萄品种生态区划

在气候区划的基础上，利用表2所示综合区划评判规则，运用GIS空间分析功能，完成中国北方干红酒用葡萄品种生态区划(图3)。

干红酒葡萄生态最适宜区，在中国几大主要传统酿酒葡萄产区都有分布，大兴安岭南麓余脉的内蒙开鲁县、奈曼旗、库伦旗、扎鲁特旗、阿鲁科尔沁旗

表2 综合区划判别规则
Table 2 Comprehensive regionalization distinguishing rules

气候分区	土壤类型分类	生态区划等级	综合区划判别规则
C1：气候适宜区	S1：最适宜	E1：生态最适宜区	$E1=C1\cap S1$
C2：气候次适宜区	S2：适宜	E2：生态适宜区	$E2=C1\cap S2$
C3：气候不适宜区	S3：次适宜	E3：生态次适宜区	$E3=C1\cap S3$ 且 $E3=C2\cap(S1\cup S2\cup S3)$
	S4：不适宜	E4：生态不适宜区	$E4=C3\cup S4$

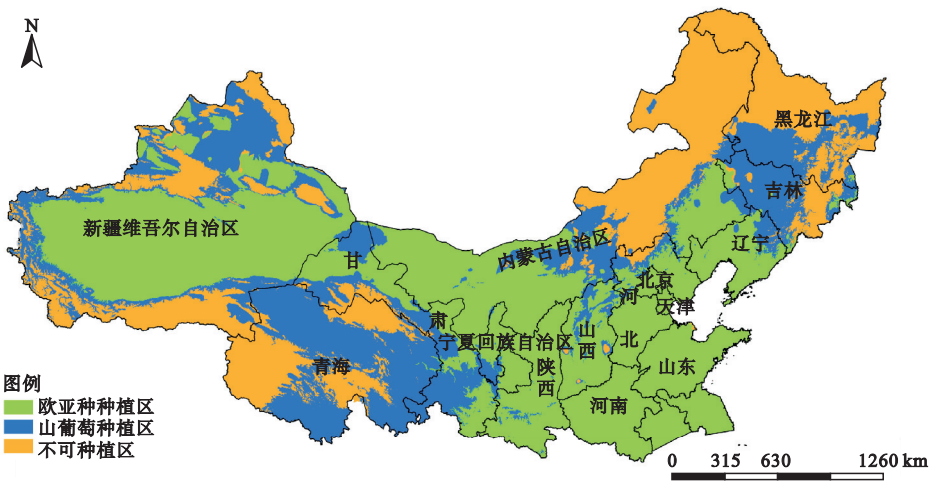

图 1 酿酒葡萄种植区域划分示意图

Fig. 1 Planting region division of wine grape

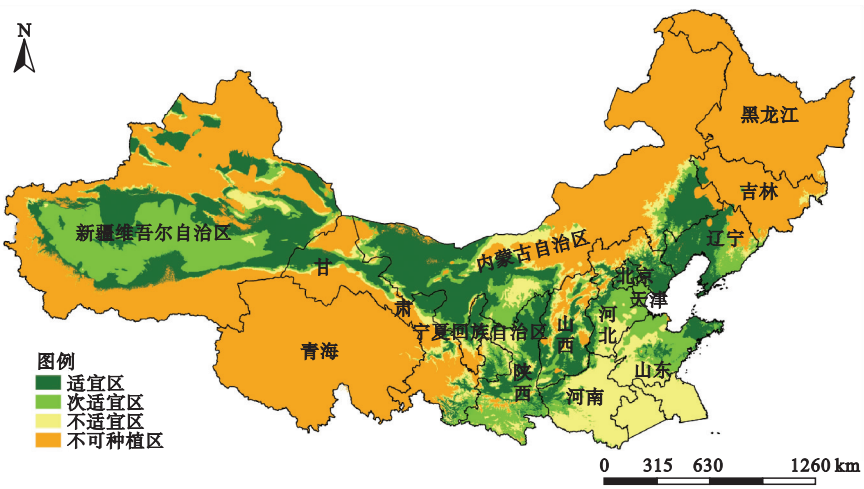

图 2 中国北方干红酒用葡萄品种气候区划示意图

Fig. 2 Climatic regionalization of grape varieties for dry red wine

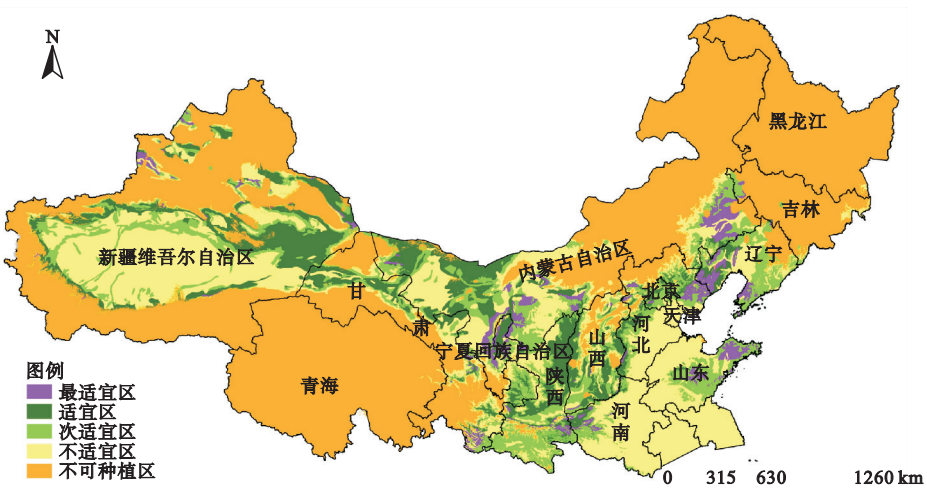

图 3 中国北方干红酒用葡萄品种生态区划示意图

Fig. 3 Ecological regionalization of grape varieties for dry red wine

等,东北平原南部的吉林四平市、洮南市、通榆县和辽宁凌源市、建昌市、绥中县、朝阳县、阜新县等,以及辽东半岛大部县市等;环渤海湾地区的山东半岛大部以及河北秦皇岛地区大部;晋冀交界地带的张家口市、万全县、怀安县、阳原县、怀仁县等,沿太行山以及吕梁山山地部分县市等;秦岭山麓及东段余脉山地,包括河南西部三门峡以及陕西渭南地区大部县市;西北地区,贺兰山东西两麓银川西部和阿拉善左旗东部,沿黄河区域的宁夏中宁县、同心县、灵武市等,内蒙鄂尔多斯高原杭锦旗、鄂托克旗、乌海市、准格尔旗磴口县、乌拉特前旗、达拉特旗、托克托县等,额济纳旗中部;甘肃中部景泰县、靖远县、永靖县等;新疆地区,沿天山山脉北麓麓和伊犁河谷部分县市。

生态适宜区主要分布在辽宁与内蒙交界处,包括辽宁锦西、阜新、朝阳南部和内蒙赤峰东部、通辽南部等地;河北保定市、石家庄市、邢台市西部沿太行山区域;山西榆次、临汾、晋城、长治、离石等南部山地;河南西部三门峡;西北地区,陕西北部榆林、延安东部、中部宝鸡、平凉,甘肃沿祁连山山脉的敦煌市、安西县、玉门市、金塔县、高台县、临泽县等,内蒙西部的额济纳旗、阿拉善左旗、临河、包头,宁夏银川中北各县、青铜峡市等;新疆适宜区集中在哈密市、鄯善县、奇台县、塔里木盆地周边县市、准格尔盆地西北部和布克赛尔蒙古自治县等。

生态次适宜区分布在辽宁丹东、本溪、沈阳、铁岭西部;内蒙通辽东部、赤峰、乌海东部、阿拉善额济纳旗等;河北唐山、保定、石家庄和邢台西部;山东中东部大部;山西临汾、长治、大同等;陕西延安西部、渭南、咸阳部分地区以及陕西南部汉中、安康大部;宁夏吴忠市南部小部分地区;甘肃张掖、酒泉小部分地区。

生态不适宜分布区域与最适宜区、适宜区和次适宜区交错分布,较为集中的区域分布在辽宁盘锦和营口地区,河北西南部沧州、衡水、保定等,山东西部东营、滨州、聊城、济宁等,河南大部,陕西西部,内蒙阿拉善右旗中部和左旗南部、乌海和临河东部、东胜,新疆中部、吐鲁番和哈密部分地区。

3 小结与建议

3.1 小结

1)欧亚种酿酒葡萄在我国北方大部分省份均可以种植,黑龙江、吉林、青海等地受热量条件限制,可种植区域较小。从干红酒用葡萄品种气候适宜性角度来看,气候不适宜区主要集中在种植区内东南部的河北南部、河南中东部和山东西部等地,其他省份大部分地区属于气候适宜或次适宜区。

2)其中干红酒用葡萄品种生态最适宜区在各地均有分布,主要包括东北区大兴安岭南段余脉部分地区;环渤海湾的辽东半岛、河北秦皇岛、山东半岛等;西北地区贺兰山东西两麓及沿黄河区域;新疆伊犁地区等。生态适宜区集中分布在太行山西麓各地,山西吕梁山两麓,陕西境内沿黄河区域和关中盆地,内蒙古西部额济纳旗和阿拉善旗,沿祁连山北麓,新疆吐鲁番盆地和沿天山山脉区域等。

3)采用的分步区划方法,生态区划是在气候区划的基础上完成的,生态区除受大的气候条件限制外,还受小气候环境的影响,从干红酒用葡萄品种生态区划结果可以看出,生态(最)适宜区基本分布在各大山系(包括大兴安岭、太行山、吕梁山、贺兰山、天山、祁连山等)和水系(渤海、黄河等)等形成的小气候和环境区内,因此,我国北方复杂的气候和地形将为酿酒葡萄发展提供很好的机会,今后酿酒葡萄发展要充分利用小气候和环境条件。

3.2 我国北方干红酒用葡萄区域化布局建议

适宜于干红葡萄酒的红色品种种类多,适应性广,在中国北方分布广,种植面积大。西北地区的贺兰山东麓、内蒙古乌海、河西走廊光照充足、昼夜温差大、热量条件适中、干旱少雨,灌溉便利,葡萄着色好,糖度高,酸度适中,葡萄成熟后有很好的干化条件,有利于糖分浓缩,自然生态条件适宜于发展高档干红酒,是中国北方高档干红的重点发展区域。环渤海湾产区,包括天津产区、胶州半岛产区、秦皇岛产区等地,高温多雨,夏秋季降水多,葡萄着色差、感病重、糖分积累不足,葡萄品质一般,适宜于发展中、低档佐餐型红葡萄酒。黄土高原清徐产区、陕西铜川产区热量条件好、降水适中,葡萄含糖量较高,葡萄果实着色较好,适合发展干红酒,宜作为中档干红酒的重点区域。

我国北方地域辽阔,地理位置、地形、地势等存在较大差异,再加上小环境、小气候和地质土壤的复杂变化,在具体选择规划酿酒葡萄基地时仍须进一步细化,还要结合具体品种。适宜于发展高档干红酒的地区,在品种选择上要选择耐陈酿的品种,如赤霞珠、贵人香等;暖区发展干红则要选择酸度潜势高的晚熟品种,躲避夏季高温和雨季,在葡萄采摘前有

一定的干化过程,促进糖分聚集,适宜的品种如赤霞珠、宝石解百纳等;温凉区发展干红葡萄酒则要选择糖分积累快的品种,如黑比诺、美乐等。

参考文献

蔡 哲, 刘冬梅, 辜晓青, 等. 2010. 基于 GIS 的江西省农业气候资源小网格推算研究. 江西农业大学学报, **32**(4): 842-846.

崔日宝, 张 波, 翦 祎, 等. 2012. 河西地区不同产地赤霞珠干红葡萄酒挥发性成分分析. 食品工业科技, **33**(18): 178-181.

房玉林, 张 昂, 宋士任, 等. 2007. 3 个地区赤霞珠干红葡萄酒香气成分研究. 西北林学院学报, **22**(6): 114-117.

冀剑霜, 张美玲, 钱伟斌, 等. 2010. 葡萄原料对干红葡萄酒品质及白藜芦醇含量的影响. 中国酿造, (11): 149-152.

李 华. 2000. 中国葡萄酒的原产地域产品命名系统. 葡萄栽培与酿酒, **114**(6): 30-32.

刘明春, 张旭东, 蒋菊芳. 2006. 河西走廊干红干白酒用葡萄种植气候区划. 干旱地区农业研究, **24**(6): 133-137.

毛 飞, 孙 涵, 杨红龙. 2011. 干湿气候区划研究进展. 地理科学进展, **30**(1): 17-26.

穆 宁, 张振文, 曹建宏. 2007. 地形对赤霞珠干红葡萄酒香气成分的影响. 干旱地区农业研究, **25**(2): 30-34.

王 华, 王兰改, 宋华红, 等. 2010. 宁夏回族自治区酿酒葡萄气候区划. 科技导报, **28**(20): 21-24.

王秀芹, 张庆华, 战吉成, 等. 2009. 产地与品种对葡萄酒中分类物质含量的影响. 食品科学, **30**(21): 113-118.

修德仁, 周润生, 晁无疾, 等. 1997. 干红葡萄酒用品种气候区域化指标分析及基地选择. 葡萄栽培与酿酒, (3): 22-26.

杨和财, 薛宏春. 2008. 我国葡萄酒产业发展特征、路径依赖与战略选择. 酿酒科技, (12): 126-128.

苑 伟, 郑永菊, 张会宁, 等. 2012. 不同酿造工艺对葡萄酒中花色苷和香气的影响. 酿酒科技, (11): 84-86.

翟 衡, 杜金华, 管雪强, 等. 2001. 酿酒葡萄栽培及加工技术. 北京: 中国农业出版社.

作者简介 李红英,女,1980 年生,博士,高工,主要从事气候资源利用与农业减灾研究。E-mail: hongyinglhy@163.com

责任编辑 魏中青