

内蒙古西辽河流域特种玉米品种特性及气候区划

白美兰 刘兴汉 邸瑞琦 杨丽桃 冯晓晶

(内蒙古自治区气象局气象探测资料中心, 呼和浩特 010051)

摘要 基于玉米本身的特性和用途的不同, 将玉米分为高油型玉米、高淀粉型玉米、高赖氨酸型玉米和甜玉米四大类型。根据每种玉米品种对气候条件、土壤类型、地形特征等的不同需求, 以通辽地区作为内蒙古东部西辽河流域玉米主产区的示范区, 提出了特种玉米的区划指标, 并利用 GIS 技术进行适宜种植区域划分。内蒙古通辽地区大部分农区适宜种植特种玉米, 最适宜区、适宜区基本上均位于通辽南部和中部农业区。

关键词 玉米主产区 特种玉米 气候分析 区划

引言

玉米是内蒙古自治区重要的粮食、饲料、经济作物和工业原料, 其种植面积、总产量、单产水平均居粮食作物之首。内蒙地区玉米品种单一, 商品品质低, 为了提高玉米生产的比较效益, 增加农民的实际收入, 在主要农业区尤其是东部农区大力发展优质特种玉米生产具有重要意义。为此, 中国农业大学、内蒙古农科院的专家学者已从调整产业结构、增加农民收入等方面, 提出了内蒙古地区发展特种玉米种植的必要性及发展前景^[1]。但这些研究大部分是从特种玉米育种、引种、栽培、田间管理以及经济价值等方面进行分析论述, 而从气候条件和周围环境对特种玉米品质影响方面的研究极少。同时通过对内蒙古农科院的咨询获知, 同一品种的高赖氨酸型玉米在河套地区和东部区种植的结果就大不相同, 东部地区的品质优于河套地区。其原因是两地区的气候类型差异较大, 河套地区主要受降水量少, 蒸发量大, 空气相对湿度太低、土壤类型不同等条件的制约。众所周知, 每种特种玉米除受它本身品质特性影响外, 气候条件、土壤类型、地形状况等外部环境条件也是影响其品质的重要因素, 同时每种特种玉米品种的培育引进以及种植推广, 均有它的适宜范围, 本文仅从外部气候环境条件对特种玉米的

影响及适应性方面, 在内蒙古玉米主产区西辽河流域选取玉米产量较高的通辽地区, 作为特种玉米种植示范区^[2]。而通辽地区位于蒙古高原向西辽河平原的过渡地带, 地势西北高、东南低, 中部为冲积平原, 海拔高度为 88 ~ 1400 m, 地形地貌多样, 气候要素的地理分布受地形影响十分明显, 因此依托地理信息技术, 探讨内蒙古东部西辽河流域玉米主产区特种玉米的适宜种植区域, 并对适宜区域的气候资源状况进行评估, 旨在为内蒙古广泛开展特种玉米的种植, 减少盲目性, 提供可靠的科学依据。

1 资料的来源及分析处理

1.1 地理信息资料

地理信息资料来源于国家测绘局提供的 1:25 万 1°(纬度) × 1.5°(经度) 的 118° ~ 124°E, 42° ~ 46°N 分块(共计 18 块)的地形高程、行政边界等多层地理信息数据。并利用 GIS 提供的数据接口功能, 分别进行各层地理信息数据的拼接、拓扑运算和配准、叠加等图层处理, 建立通辽地区的数据高程、行政边界等多种数据图层, 同时利用数据高程图层, 生成同样分辨率、同样数据大小的经度和纬度栅格图层。

1.2 气象站点的选择

选择通辽地区现有的 10 个常规气象观测站: 通辽市、开鲁县、扎鲁特旗、科左中旗、库伦旗、奈曼旗、

内蒙古气象局科研项目(nmqx200104)资助

作者简介: 白美兰, 女, 1964 年生, 硕士, 主要从事气候分析和应用开发工作, E-mail: nmghrq@sina.com

收稿日期: 2004 年 6 月 21 日; 定稿日期: 2005 年 3 月 8 日

科左后旗、巴雅尔吐胡硕、舍伯吐和青龙山,考虑到模型的准确性和代表性,同时选取通辽周边地区的 9 个站点:科右中旗、突泉、乌拉盖、浩尔吐、巴林右旗、阿鲁科尔沁旗、翁牛特旗、敖汉旗和宁城县,共计 19 个代表站。

1.3 气象资料的处理

所有台站气象资料的年代选取标准气候段 1971 ~ 2000 年;气候要素为逐旬平均气温、平均最高气温、平均最低气温、地面温度、降水量、日照时数、大风日数、日较差、相对湿度和大于等于 10 ℃ 积温;根据玉米生育特性所划分的 4 个生长阶段:播种期(4 月下旬至 5 月上旬)、幼苗期(5 月中旬至 6 月上旬)、拔节—灌浆期(6 月中旬至 8 月中旬)和乳熟期(8 月下旬至 9 月中旬),对气象资料作相应时段的统计处理。利用数理统计方法,根据各种特种玉米对环境条件的需求,建立气象要素与地理信息数据的相关模型。

2 特种玉米品种特性及气候区划

基于特种玉米用途的不同及品质成分的差异,把特种玉米分为高赖氨酸型玉米、高油型玉米、高淀粉型玉米和甜玉米四大类。不同种类的玉米,其生长发育对气候、土壤、地形等环境条件需求不同。根据气候相似性的原理,利用 GIS 技术,结合地理背景信息,划分各特种玉米适宜种植的区域范围,为因地制宜地开发利用当地气候资源,为制定特种玉米生产发展规划和特种玉米的合理化布局,为农业产业结构调整提供建议和科学依据,减少特种玉米的种植风险。

2.1 高赖氨酸型玉米种植气候区域划分

高赖氨酸型玉米又称高营养型玉米,它既含有较高的蛋白质,也含有较多的人体所需的氨基酸。普通玉米籽粒中赖氨酸含量在 0.2 % 左右,而高赖氨酸型玉米品种赖氨酸含量可达 0.4 % 以上。目前高赖氨酸型玉米主要作为饲料,其饲料的利用率及经济价值明显高于普通玉米。

许多专家分析认为,玉米品种特性和产量高低有 50 % 是受品种本身特性遗传决定的。而剩余的 50 % 取决于外部气候变化、土壤状况、地形特征等因素^[3]。经在内蒙古农科院大量的调研分析和查阅相关文献,发现高赖氨酸型玉米在整个生长发育阶段与普通玉米极为相似,拔节—灌浆期是高赖氨酸

型玉米生长发育最为关键、敏感时期,此时需水量最多。可以说此时降水量的多少直接影响高赖氨酸型玉米产量的高低和品质的好坏。同时,从现有的高赖氨酸型玉米的品种来看,绝大部分均为中晚熟品种,相应其整个生育期要求较高的热量条件,只有热量条件满足其生长发育,才能确保有较好的收成和品质。因此用拔节期的降水量和生育期的大于等于 10 ℃ 积温作为高赖氨酸型玉米区划的指标。经与专家咨询和实际调查状况的对比分析,得出高赖氨酸型玉米的区划等级如表 1 所示。

表 1 高赖氨酸型玉米气候区划因子及等级划分

拔节—灌浆期降水量/ (6 月中旬至 8 月中旬) mm	≥10 ℃ 积温 ℃	单位面积产量 kg/hm ²	区域划分
≥250	≥2500	≥4500	最适宜区
230 ~ 250	2300 ~ 2500	4000 ~ 4500	适宜区
200 ~ 230	2100 ~ 2300	3500 ~ 4000	次适宜区
< 200	< 2100	< 3500	不适宜区

基于小网格资源推算原理,根据上述选定的 19 个站点,利用数理统计的方法,建立表 1 中区划因子与地理信息参数的推算模型(表 2)。

表 2 高赖氨酸型玉米区划因子推算模型

区划因子	模 型	相关系数
拔节—灌浆期降水量 (0.1 mm)	$-4089.3 + 0.4177 H - 3.3884 \varphi + 53.4834 \lambda$	0.7463
有效积温 (0.1 ℃)	$246678.9 - 20.3345 H - 1469.7 \varphi - 1202.03 \lambda$	0.9810

式中 H 为海拔高度, φ 、 λ 分别为相应站点的纬度和经度,并且推算模型均通过 0.05 的可信度检验(以下类同)。

利用 GIS 的图层叠加和空间运算能力,基于区划因子推算模型,根据表 1 中区划等级划分标准,进行高赖氨酸型玉米的种植区划。其结果表明,通辽南部农区的热量和水分条件,比较适合高赖氨酸型玉米生长,而通辽北部地区由于水分和热量不足,高赖氨酸型玉米产量波动性大,因而限制了喜热和需水量较多的高赖氨酸型玉米的种植和生产。

2.2 高油型玉米种植气候区域划分

高油型玉米顾名思义以其含油量高而得名。普通玉米一般含油量为 4 % 左右,而高油型玉米籽粒含油量均在 7 % 以上。早在 1989 年北京农业大学育成我国的第 1 个高油玉米品种(农大高油 1 号),含油量达 8.2 % 以上,而我国近年研制的高油 115,

其含油量可达 10 % 以上 , 其品质和经济价值较高 , 有很大的发展前景。

据内蒙古赤峰气象局杨渊华、李红宇等在 1992 和 1994 年赤峰地区 8 个不同农业气候区 , 采用平行观测法进行高油玉米生长发育状况的设点观测 , 得出高油型玉米具有较强的适应性和需要较高的热量条件。同时得出在高油型玉米的产量形成中 , 幼苗期平均最低温度高 , 易于形成壮苗和全苗 , 而在生长后期 , 必须抑制高油型玉米的植株高度。因高油玉米植株较高 , 比普通玉米高 10 ~ 20 cm^[4] , 易造成折断或倒伏 , 影响其品质和产量。故在生长前期应适当提高土壤温度 , 而在生长后期 , 需要充足的阳光来进行大量的光合作用和少量的降水减少植株的贪长 , 确保高油型玉米的品质。因此通过上述分析 , 得出高油型玉米区划因子为幼苗期平均最低气温和乳熟期的降水量。同时结合大量的参考文献和实际种植状况的咨询 , 得出高油型玉米的区划等级划分如表 3 所示。

表 3 高油型玉米气候区划因子及等级划分标准			
区域	幼苗期平均最低 温度/℃ (5 月中旬至 6 月上旬)	乳熟期 降水量/ mm (8 月下旬至 9 月中旬)	高油玉米含 油量/ %
最适宜区	≥8.0	≤20.0	≥9
适宜区	7.0 ~ 8.0	20.0 ~ 30.0	7 ~ 9
次适宜区	6.0 ~ 7.0	30.0 ~ 40.0	5 ~ 7
不适宜区	≤6.0	≥40.0	≤5

参照 2.1 中高赖氨酸型玉米区划因子的推算方法 , 得出高油型玉米区划因子推算模型如表 4。

表 4 高油型玉米区划因子推算模型		
区划因子	模 型	相关系数
幼苗期平均最低气温 (0.1℃)	$959.3369 - 0.113 H - 7.6675 \varphi - 4.3249 \lambda$	0.9256
乳熟期降水量 (0.1 mm)	$- 6346.87 + 0.4783 H - 10.9656 \varphi + 59.0434 \lambda$	0.9742

利用 GIS 技术 , 调用海拔高度、纬度和经度等图层。经模型运算得到高油型玉米的适宜种植区域为通辽大部分农区。因该地区在 5 月中旬至 6 月上旬期间 , 热量条件较好 , 而在 8 月下旬至 9 月中旬期间 , 由于副高位置的南撤 , 降水量相应减少 , 因此比较适合高油型玉米的种植。

2.3 高淀粉型玉米种植气候区划

高淀粉型玉米是指籽粒淀粉含量在 75 % 以上的专用型玉米^[5] , 它主要用于食品、化工、医药、纺

织及军事工业等 , 经济效益比较明显。经查阅大量相关资料和调研咨询分析 , 得出高淀粉型玉米品种淀粉含量的高低主要取决于玉米籽粒灌浆成熟阶段即乳熟期气象条件的优劣 , 要求此时有较大的温度日较差。早晚温差大有利于有机物质的累积和向果穗籽粒运转干物质 , 增加其千粒重和淀粉含量。同时在高淀粉型玉米的整个生育过程中 , 水分对玉米的品质和产量的影响也很重要。尤其是在拔节—灌浆时期 , 需水量大约在 200 mm 以上 , 如低于此界限值 , 就会因缺水而使籽粒不饱满 , 千粒重下降 , 相应淀粉含量下降 , 因而影响高淀粉型玉米的产量品质和经济效益。结合实际生产情况调查 , 将高淀粉型玉米的区划因子和等级划分如表 5 所示。

表 5 高淀粉型玉米气候区划因子及等级划分			
区域	乳熟期日较差/℃ (8 月下旬至 9 月中旬)	拔节—灌浆期 降水量/ mm (6 月中旬至 8 月中旬)	高淀粉玉米 籽粒淀粉 含量/ %
最适宜区	≥20.0	≥250	≥80
适宜区	19.0 ~ 20.0	230 ~ 250	75 ~ 80
次适宜区	18.0 ~ 19.0	200 ~ 230	70 ~ 75
不适宜区	≤18.0	≤200	≤70

参照前面小网格资源推算原理与方法 , 对高淀粉型玉米品种所涉及到的区划因子进行与地理信息因子的相关统计分析 , 其模型如表 6 所示。

表 6 高淀粉型玉米区划因子推算模型		
区划因子	模 型	相关系数
乳熟期日较差	$796.698 + 0.0062 H + 6.3265 \varphi - 7.1303 \lambda$	0.8375
拔节期降水量	$- 4089.3 + 0.4177 H - 3.3884 \varphi + 53.4834 \lambda$	0.6463

利用 GIS 技术 , 把各个区划因子作为图层变量代入到模型中 , 进行空间的叠加运算 , 区划出高淀粉型玉米的种植区域为通辽南部农区。因通辽偏南部 , 地形主要以浅山和丘陵地带为主 , 海拔高度高于通辽农区中部辽河冲积平原 , 相应日较差南部大于中部农区 ; 而降水量在纬度大致相同的区域内 , 主要受地形的影响 , 南部多于中部 , 故通辽南部农区为高淀粉型玉米生产种植的最佳区域。

2.4 甜玉米种植气候区域划分

甜玉米是以其籽粒(胚乳)在乳熟期含糖量高而得名 , 它主要用于新鲜果穗直接蒸煮、冷冻、加工罐头等。甜玉米一般均为早熟性品种 , 生育期较短 , 大约为 70 ~ 90 天 , 与此相适宜的对气候条件的要求 ,

也与其它特种玉米不同。经大量的资料查询分析,甜玉米在播种期要求平均最低气温在 0℃以上,最适应的温度为 2℃以上。温度愈高,愈有利于玉米的发芽、出苗;幼苗期的平均气温在 20~22℃,最有利于根系的生长,而根系发育健壮正是稳定、高产的基础。在玉米拔节开花期,此时温度要求不易太高,以 23~25℃较为适宜,但此时需求空气湿度至少应在 60%以上,如空气过于干燥,影响玉米的抽雄及开花授粉,致使玉米品质下降,营养体小,甜度下降,产量降低^[6]。甜玉米种植气候区划因子等级指标划分与推算模型如表 7 所示。

表 7 甜玉米种植气候区划因子及等级划分		
区域	播种期平均最低温度/℃ (4月下旬至5月上旬)	拔节期相对湿度/% (6月中旬至8月中旬)
最适宜区	>2.0	>80
适宜区	1.0~2.0	70~80
次适宜区	0.0~1.0	60~70
不适宜区	<0.0	<60

表 9 通辽地区各区域玉米各生育期气象要素分布												
生育期	北部区域				中部区域				南部区域			
	R/mm	T/℃	T _g /℃	T _d /℃	R/mm	T/℃	T _g /℃	T _d /℃	R/mm	T/℃	T _g /℃	T _d /℃
播种期	15.7	11.7	26.6	1.0	16.7	11.4	26.8	0.7	20.0	12.8	27.1	1.7
幼苗期	33.0	18.4	30.8	7.0	40.6	18.3	31.0	7.1	43.5	18.0	30.7	7.6
拔节灌浆期	213.1	22.9	31.0	14.7	216.3	23.2	32.4	14.8	234.5	22.8	32.1	15.1
乳熟期	43.2	18.1	28.2	7.4	44.9	18.4	29.0	8.0	49.8	18.6	28.2	9.1
气温年较差/℃	37.6				36.5				38.5			

注:式中 R 代表降水量, T 为平均温度, T_g 为平均最高温度, T_d 为平均最低温度, 各区域代表区域内各站的平均状况。

从表 9 中可以明显看出,通辽南部区域的热量和水分条件好于中部和北部区域。而特种玉米的本质都具喜热、喜水特性;气温年较差也以南部区域最大,年较差大利于高品质玉米的生长。

通辽各区域主要气象灾害的发生频率南部最小,北部最大,中部次之(表 10),说明南部进行特种玉米的生产稳定性最好。

通过以上通辽各区域气候条件分析,进一步说明通辽偏南部区域最适宜于特种玉米的种植,这与前述的区划结果基本一致。

表 10 通辽各地区主要气象灾害发生频率 %			
	北部区域	中部区域	南部区域
春旱	77	58	53
夏旱	57	67	59
秋旱	57	54	52
低温冷害	40	36	31
初霜冻	53	47	40

表 8 甜玉米种植区划因子推算模型		
区划因子	模 型	相关系数
播种期平均最低温度 (0.1℃)	$802.1583 - 0.0969 H - 8.6762 \varphi - 3.2170 A$	0.9144
拔节期相对温度(%)	$-506.441 + 0.0343 H + 0.1608 \varphi + 4.5995 A$	0.7834

利用 GIS 技术,根据表 7 的区划等级划分标准,划分结果为通辽中部和南部地区比较适宜于甜玉米的种植和生产。因通辽中部和南部地区,热量和水分条件较好,交通便利,有利于甜玉米的生产和运输。

3 特种玉米适宜种植区域气候条件分析

根据地形状况和气候条件,将通辽地区分为北部、中部和南部 3 个区域,北部区域包括扎鲁特旗,主要以牧业为主;中部区域包括开鲁、科区、左中;南部区域包括奈曼、库伦、后旗,而中部和南部主要以半农半牧区和农区为主。由于北部、中部和南部地理位置及地形的差异,导致各生育阶段气候条件的差异性。

4 结论

(1) 基于 GIS 技术,利用小网格推算的原理,将内蒙古通辽地区 10 个气象站点的气象资料,插值到 3"×3"的网格点上,实现了气象资料的连续性分布。

(2) 通辽大部分农区的气候条件,非常适宜于特种玉米的生长发育。尤其是光照条件和热量资源完全可以满足高品质特种玉米的生殖、生产。

(3) 针对特种玉米不同的生长特性,给出 4 种特种玉米的气候区划因子和区划指标,并依托 GIS 技术,实现了特种玉米空间种植区域的区划和细化。

(4) 虽然各特种玉米区划因子和指标不同,但总是围绕光、热、水条件来划分的,其最适宜和适宜区域基本上都是位于通辽南部和中部农区。

(5) 从上述的分析来看,气候条件只是影响其本身特性的一部分,玉米品种的特性和遗传性起着很

重要的作用。

参考文献

1

冯勇,苏二虎.加快内蒙古自治区玉米产业化生产进程的对策探讨.内蒙古农业科技,2001,(3):1-4

2

李世奎(主编).中国农业灾害风险评价与对策.北京:气象出版社,1999.122-125

3

朱才,栾晓燕.中国东北地区玉米种质资源的品质评价.中国粮油学报,1994,9(3):14-17

4

杨渊华,李红宇.高油玉米的农业气象条件研究初报.中国农业气象,1998,19(3):54-55

5

姚蓁孙等.玉米综合利用(第2版).北京:科学技术文献出版社,2000.21-48

6

范红伟,曹林奎(编).甜玉米新品种栽培与加工.北京:中国农业出版社,2002.49-53

Characteristic Analysis and Climatic Regionalization of Special Variety Corn over West Liaohe Drainage Area of East Inner Mongolia

Bai Meilan Liu Xinghan Di Ruiqi Yang Litao Feng Xiaoqing
(Inner Mongolia Meteorological Sounding Data Center, Huhhot 010051)

Abstract : In order to increase the benefits and reduce the blindness of special-variety corn planting in the major planting area over the West Liaohe drainage area of the eastern Inner Mongolia , four special types of corns were selected as the research objects such as high-oil , high-amylum , high-lysine and sweet corns . Based on the needs of various corns for climatic conditions , soil types and topographic geomorphology , the planting regionalizing indexes of special-variety corn were presented with Tongliao as the demonstration area . By using of small-grid deduction and GIS techniques , as well as the climatic similarity principle , the favorable planting areas for various special-variety corns were given respectively . It was pointed out that the most part of the agricultural area in Tongliao of Inner Mongolia is favorable for planting special-variety corns .

Key words : special-variety corn , climatic analysis , regionalization