

主要作物气候适宜性评价指标体系的研究

刘东辉

(黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所)

摘要 通过有关资料搜集整理,对8种作物(玉米、大豆、春小麦、水稻、高粱、谷子、马铃薯、甜菜)气候适宜性进行了定量分析,建立了比较符合黑龙江省情的评价指标体系,可为农业区划、生产规划、产量预测、作物栽培诸多方面提供科学依据。

一、建立指标体系的意义

气候资源和作物资源是农业自然资源的重要组成部分。怎样合理利用气候资源,如何充分发挥作物资源优势,并掌握它们之间的相互适应关系,使之成为生产服务,则有赖于科学的评价指标。当今国内尤其是黑龙江省,有关作物气候适宜性评价,一般多停留在文字描述和理论概念上:如所谓的温度“三基点”、蒸腾系数等,近乎定性叙述;在作物区划中,不善于具体指标的科学分级,却偏向于多指标的模糊聚类……。因而指标不够确切,时空观念不强。为了增强科学性和完整性,减少盲目性和片面性,很有必要建立一套概念清晰、指标具体、内容全面的科学指标体系。

建立科学的指标体系,更有其实用价值。在区划规划方面,可以根据作物气候适宜性,对作物结构布局安排调整;在产量预测和年成分析方面,可以对照分析气候变化,评价其对产量的影响程度;在作物栽培方面,可以根据当年当地气候特点,采取与之相适应的耕作栽培措施。从宏观决策到微观指导,指标体

系都可以提供重要的科学依据。

二、建立指标体系的原则

(一)科学性与完整性相结合

科学是前提,综合是基础。建立指标体系,一要有科学性,二要有完整性。所谓科学性,就是概念清晰、准确、指标具体;所谓完整性,就是指标形成体系,其间既有各自的独立性,又有相互的联系和衔接。

(二)共同性与特殊性相结合

所谓共同性即普遍性,这里指的是研究温度、水分等常规气候因素对作物的影响,以评价其适宜性。事实上,在黑龙江省,不仅雨、热同季,有利于一般作物的生长发育,而且作物阶段需水量的比例与降水量的季节分布,也有明显的同步性。

所谓特殊性,是研究特定气候因素对作物生育时段的影响,以评价气候因素对物候特征的满足程度以及某些灾害的敏感性。如玉米的8月 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 的高温日数、甜菜的9月温度日较差等。

(三)全生育期与生育阶段相结合

作物全生育期与生育阶段是整体和部分的的关系,前者是后者的累加值和平均值。同时,两者均具有各自特征的指标体系,对作物气候适宜性分别进行综合性或阶段性评价。

三、建立指标体系的方法

多年来,我们通过种植业区划、农作物生产潜力等多种研究途径,搜集了大量有关作物对气候适宜性资料。本文是在这些资料研究分析的基础上,参照我省气候特点和生产实际,系统整理后提出来的。

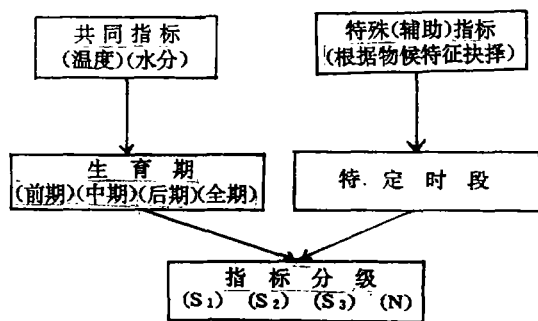


图 作物气候适宜性评价指标体系

表 1

玉米气候适宜性评价指标

项目	温度(°C)				需水量(mm)				≥10°C 积温 (°C)	8月≥ 20°C 日数
	出苗~拔节	拔节~抽雄	抽雄~成熟	出苗~成熟	出苗~拔节	拔节~抽雄	抽雄~成熟	出苗~成熟		
S ₁	18~20	22~25	20~24	20~23	80~90	170~190	150~170	400~450	>2800	>21
S ₂	20~22	25~27	24~26	23~25	90~100	190~220	170~190	450~510	2600~2800	15~21
	17~18	20~22	18~20	18~20	60~80	150~170	130~150	340~400		
S ₃	22~25	27~30	26~28	25~28	100~120	220~270	190~240	510~630	2300~2600	8~15
	15~17	18~20	15~18	16~18	40~60	100~150	80~130	220~340		
N	>25	>30	>28	>28	>120	>270	>240	>630	<2300	<8
	<15	<18	<15	<16	<40	<100	<80	<220		

(二)大豆

大豆原产我国,喜温和半湿润气候。对温度有较宽的适应范围,对水分反应敏感,是旱

指标体系建立在指标分类、生育分期和指标分级的基础上(图),用以评价不同作物、不同生育阶段对不同气候条件的适应程度。指标分级根据抛物线取值定性,峰值为适宜(S₁),左右两侧为中等适宜(S₂),再两侧为边界适宜(S₃),最后>S₁上限和<S₃下限为不适宜(N)。

四、作物气候适宜性评价指标体系

(一)玉米

玉米原产南美洲,喜温暖半湿润气候。生育期适宜温度为 20~23°C;生育中期最高,为 22~25°C;后期次之,为 20~24°C;前期最低,为 18~22°C。生育期需水量 400~450 毫米,前期耐旱,中期喜水,后期稍喜水,分别占生育期的 18.3%、43%和 38.7%。在黑龙江省热量资源不够充足和稳定,玉米年成常因“低温冷害”减产,“自老山”而丰收。温度是评价的关键指标,除平均温度外,≥10°C 积温和 8 月日平均温度(下同)≥20°C 日数也很重要(表 1)。

田作物中需水最多的作物。生育期适宜温度为 20~23°C;生育中期最高,为 22~25°C;后期次之,为 19~23°C;前期最低,为 18~22°C。

生育期需水量 450~500 毫米；前期耐旱，中期喜水，后期怕旱，分别占全生育期的 34.2%、46.7%和 19.1%。在黑龙江省大部地区的温度条件基本可以满足需要。指标的关

键是水分，局部地区 and 不同气候年，水分丰缺常是大豆产量的决定因素(表 2)。

表 2 大豆气候适宜性评价指标

项目	温度(°C)				需水量(mm)				≥10°C 积温 (°C)
	出苗~拔节	拔节~抽雄	抽雄~成熟	出苗~成熟	出苗~拔节	拔节~抽雄	抽雄~成熟	出苗~成熟	
S ₁	20~22	22~25	19~23	20~23	150~170	210~230	90~100	450~500	>2500
S ₂	22~23	25~26	23~24	23~24	170~190	230~260	100~110	500~560	2200~2500
	18~20	19~22	15~19	17~20	130~150	180~210	80~90	390~450	
S ₃	23~24	26~27	24~25	24~25	190~230	260~320	110~130	560~680	2000~2200
	16~18	17~19	13~15	15~17	90~130	130~180	50~80	270~390	
N	>24	>27	>25	>25	>230	>320	>130	>680	<2000
	<16	<17	<13	<15	<90	<130	<50	<270	

(三)春小麦

春小麦喜冷凉半湿润气候。前期喜凉，后期怕热，生育期适宜温度为 16~18°C，前期、中期、后期分别为 13~14°C、16~18°C 和 18

~20°C。生育期需水量 300~350 毫米，前期怕旱，中期喜水，后期怕水，分别占全生育期的 25.8%、43.4%和 30.8%。水分是关键指标，小麦生产被前期水分不足所困扰(表 3)。

表 3 春小麦气候适宜性评价指标

项目	温度(°C)				需水量(mm)				7 月最高平均 温度(°C)
	出苗~拔节	拔节~抽雄	抽雄~成熟	出苗~成熟	出苗~拔节	拔节~抽雄	抽雄~成熟	出苗~成熟	
S ₁	13~14	16~18	18~20	16~17	80~90	130~150	90~110	300~350	>27
S ₂	14~16	18~19	20~22	17~19	90~110	150~170	110~130	350~410	27~28
	12~13	15~16	17~18	15~16	60~80	100~130	80~90	240~300	
S ₃	16~20	19~21	22~24	19~22	110~140	170~230	130~160	410~530	28~29
	10~12	14~15	16~17	13~15	30~36	50~100	40~80	120~240	
N	>20	>21	>24	>22	>140	>230	>160	>530	<29
	<10	<14	<16	<13	<30	<50	<40	<120	

(四)水稻

水稻原产我国南方，喜温暖湿润气候。水稻的生物学起点温度很高，生育期适宜温度为 22~24°C；生育中期最高，为 25~28°C；前期和后期分别为 20~23°C 和 20~22°C。水稻的需水量很大，但在有充足水源保证条件下可不予以考虑。水稻对温度反应敏感，生育各阶段低于临界温度，均可发生低温冷害。指标除平均温度外，8 月 ≥20°C 日数和 7 月中旬 ~8 月上旬 <18°C 日数频率也很重要(表 4)。

(五)高粱

高粱原产非洲，喜温暖半干旱气候，是典型的喜温作物，生育适宜温度为 22~26°C；生育中期最高，为 25~30°C；后期和前期分别为 20~24°C 和 20~23°C。生育期需水量 300~350 毫米，前期极耐旱，中期喜水，后期耐旱，分别占全生育期的 23.8%、45.6%和 30.6%。高粱喜温怕冷，温度是关键指标，除平均温度外，≥10°C 积温和 8 月 ≥20°C 日数也很重要(表 5)。

表 4

水稻温度适宜性评价指标

项目	温度(°C)				≥10°C 积温	8月≥20°C 日数	7月中旬~8月上旬 <18°C 日数 频率(%)
	插秧~拔节	拔节~抽穗	抽穗~成熟	插秧~成熟			
S ₁	20~23	25~28	20~22	22~24	>260	>21	<4
S ₂	23~25	28~29	22~24	24~26	2400~2600	15~21	4~7
	18~20	20~25	18~20	19~22			
S ₃	25~28	29~30	24~26	26~28	2300~2400	8~15	7~10
	16~18	17~20	15~18	16~19			
N	>28 <16	>30 <17	>26 <15	>28 <16	<2300	<8	>10

表 5

高粱气候适宜性评价指标

项目	温度(°C)				需水量(mm)				≥10°C 积温 (°C)	8月≥20°C 日数
	出苗~拔节	拔节~抽穗	抽穗~成熟	出苗~成熟	出苗~拔节	拔节~抽穗	抽穗~成熟	出苗~成熟		
S ₁	20~23	25~30	20~24	22~26	70~80	140~160	90~110	300~350	>2900	>26
S ₂	23~24	30~31	24~25	26~27	80~100	160~190	110~120	350~410	2700~2900	21~26
	19~20	22~25	19~20	20~22	60~70	110~140	70~90	240~300		
S ₃	24~25	31~32	25~26	27~28	100~130	190~200	120~160	410~490	2400~2700	15~21
	18~19	20~22	17~19	18~20	30~60	50~110	40~70	120~240		
N	>25 <18	>32 <20	>26 <17	>28 <18	>130 <30	>200 <50	>160 <40	>490 <120	<2400	<15

(六)谷子

谷子原产我国黄河流域,喜温和半干旱气候。对温度有较宽的适应范围,是旱田作物中需水最少的作物。生育期适宜温度为 20~22°C;生育中期最高,为 22~24°C;后期次之,为 19~21°C;前期最低,为 18~20°C。生育期

需水量 250~300 毫米,前期耐旱,中期喜水,后期怕水,分别占全生育期的 27.3%、40%和 32.7%。谷子对温度要求不十分严格,对水分反应较敏感,多雨地区和多雨年分产量较低

(表 6)。

表 6

谷子气候适宜性评价指标

项目	温度(°C)				需水量(mm)				≥10°C 积温 (°C)
	出苗~拔节	拔节~抽穗	抽穗~成熟	出苗~成熟	出苗~拔节	拔节~抽穗	抽穗~成熟	出苗~成熟	
S ₁	18~20	22~24	19~21	20~22	70~80	100~120	80~100	250~300	>2500
S ₂	20~21	24~25	21~22	22~23	80~100	120~140	100~120	300~360	2400~2500
	16~18	20~22	17~19	18~20	50~70	70~100	70~80	190~250	
S ₃	21~22	25~26	22~23	23~24	100~120	140~180	120~160	306~460	2300~2400
	15~16	19~20	16~17	17~18	20~50	30~70	20~70	70~190	
N	>22 <15	>26 <19	>23 <16	>24 <17	>120 <20	>180 <30	>160 <20	>460 <70	<2300

(七)马铃薯

马铃薯原产南美洲高原,喜冷凉半干旱气候。是典型的喜凉作物,生育期适宜温度为16~19℃;生育中期(块茎形成期)对温度反应最敏感,以16~18℃最适宜。生育期需水

量300~350毫米,前期极耐旱,中期喜水,后期怕涝,分别占全生育期的15%、25%和60%。温度是关键指标,除平均温度外,7月温度更为重要(表7)。

表7 马铃薯气候适宜性评价指标

项目	温度(℃)				需水量(mm)				7月平均温度(℃)
	出苗~拔节	拔节~抽雄	抽雄~成熟	出苗~成熟	出苗~拔节	拔节~抽雄	抽雄~成熟	出苗~成熟	
S ₁	15~18	16~18	16~20	16~19	40~50	80~90	180~210	300~350	17~20
S ₂	18~19	18~22	20~22	19~21	50~60	90~100	210~250	350~410	20~22
	14~15	15~16	14~16	14~16	30~40	60~80	150~180	240~300	
S ₃	19~21	22~26	22~23	21~23	60~80	100~130	250~320	410~530	22~23
	13~14	14~15	13~14	13~14	20~30	30~60	70~150	120~240	
N	>21	>26	>23	>23	>80	>130	>230	>530	<23
	<13	<14	<13	<13	<20	<30	<70	<120	

(八)甜菜

甜菜原产地中海沿岸,喜温凉半干旱气候,是各作物中生育期最长、生物学温度最低的作物。生育期适宜温度为15~17℃;生育后期最低,为12~13℃;前期和后期分别为15

~17℃和18~20℃。生育期需水量300~350毫米,前期耐旱,中期怕旱,后期怕涝,分别占全生育期的20%、46.2%和33.8%。温度是关键指标,除平均温度外,≥10℃积温和9月日较差也很重要(表8)。

表8 甜菜气候适宜性评价指标

项目	温度(℃)				需水量(mm)				≥10℃积温(℃)	月温度日较差(℃)
	出苗~拔节	拔节~抽雄	抽雄~成熟	出苗~成熟	出苗~拔节	拔节~抽雄	抽雄~成熟	出苗~成熟		
S ₁	15~17	18~20	12~13	15~17	100~120	140~160	60~70	300~350	2500~2800	13~15
S ₂	17~19	20~22	13~14	17~18	120~140	160~190	70~80	350~410	2300~2500	11~130
	14~15	17~18	11~12	14~15	80~100	110~140	50~60	240~300		
S ₃	19~21	22~24	14~16	18~20	140~190	190~240	80~100	410~530	2000~2300	10~11
	13~14	16~17	10~11	13~14	40~80	60~110	20~50	120~240		
N	>21	>24	>16	>20	>190	>240	>100	>530	<2000	<10
	<13	<16	<10	<13	<40	<60	<20	<120		

[3] 山东省农学院主编:作物栽培学(北方本)农业出版社,1980年

[4] 黑龙江省水利科学研究所:旱田灌溉,黑龙江省人民出版社,1974年

[5] 吉林省农业科学院主编:中国大豆育种与栽培,农业出版社,1987年

[6] 辽宁省农业科学院编:高粱栽培技术,农业出版社,1981年

参 考 文 献

[1] 黑龙江省农业厅种植业区划办公室:黑龙江省种植业区划,1986年

[2] 任德华等:作物栽培理论与技术,吉林人民出版社,1982年

[7] 山西省农业科学院主编:中国谷子栽培学,农业出版社,1987年

[8] 董一忱:甜菜的气象指标商榷,中国甜菜,1980年,第3期

海玉四号玉米高产栽培模式分析

杨崇品

张亚清 那志海

(海伦市种子公司)

(海伦市农业科研所)

摘要 海玉四号原系号:海 861,是 1990 年由黑龙江省农作物品种审定委员会审定命名在第三积温带下限推广的玉米优良品种。在绥化地区东北部,齐齐哈尔东部,松花江地区半山区、吉林省浑江地区已代替嫩单四号推广,其推广面积正逐渐扩大。为摸清海玉四号玉米在综合栽培条件下的增产潜力,笔者利用最佳模拟配合法,进行多因素综合试验,经微机解析出各因素对产量的作用,找出海玉四号高产综合栽培技术的最佳组合方案,为该品种适应区玉米高产栽培技术提供科学依据。

一、试验设计

试验采取三元二次回归旋转组合设计。按要求设 23 个小区,mc=8, mr=6, mo=9,

以密度(X_1)、磷酸二铵(X_2)、尿素(X_3)三项决策变量,通过田间试验,微机寻优,建立玉米高产最佳栽培数学模式。各因素的线性编码见表 1。

表 1 因素水平线性编码表

因 素	零水平	间 距	$r=1.682$				
			-1.682	-1	0	1	1.682
X_1 (密度)	1 尺	0.1	0.8	0.9	1	1.1	1.2
X_2 (磷酸二铵)	10 公斤/亩	5	0	5	10	15	20
X_3 (尿素)	10 公斤/亩	5	0	5	10	15	20

小区行长 10 米,4 行区,行距 70 厘米,小区面积 28 平方米。人工掩种,磷酸二铵做种肥,尿素拔节期追肥,其它措施按常规技术实施。

试验地为黑土,0~20 厘米耕层有机质含量 6.37%,全氮 0.197%,全磷 1.3%,全钾 2.45%,水浸 pH 值 7.2。前茬为大豆。

二、试验结果分析

1. 产量结果

玉米成熟后,去掉小区两边行及两端,每区实收面积为 12 平方米,按要求进行室内考种和计产。试验结构矩阵及产量结果见表 2。

注:本文在东北农学院张瑞忠教授指导下完成,在此致谢。