

表 10

粉锈宁防治白粉病大面积示范效果

示 范 地 点	年 份	使用浓度 (倍)	商品药量 (毫升/亩)	示范面积 (亩)	调查面积 (亩)	防治效果 %
尚志县石头河子乡	1984	1000	50—75	2000	28	80.5
尚志县石头河子乡	1985	1000	50—75	4500	36	83.2
尚志县石头河子乡	1986	1000	50—75	5100	29	82.4
帽儿山镇	1984	1000	50—75	450	12	81.6
帽儿山镇	1985	1000	50—75	1100	21	85.6
帽儿山镇	1986	1000	50—75	1300	18	82.3
海林县横道河子镇	1985	1000	50—75	800	15	82.9
海林县横道河子镇	1986	1000	50—75	1200	21	82.1
阿城县平山镇	1985	1000	50—75	1300	12	84.2
阿城县平山镇	1986	1000	50—75	1300	15	83.6
绥棱县农场	1985	1000	50—75	560	19	86.2
绥棱县农场	1986	1000	50—75	650	26	88.7

黑龙江省大豆气候生产潜力的评价

孙 玉 亭

(黑龙江省气象科学研究所)

提 要

本文根据大豆生长速度曲线, 求出光能利用系数的时间演变过程。提出用生长季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温的分布, 计算生产潜力, 同时又对所计算的生产潜力进行水分条件和土壤基础肥力条件的订正, 提出了计算地区平均生产潜力的气候——土壤——产量模式。

前 言

农业生产的关键在于正确的认识环境资源, 合理的选用作物和品种, 科学的设计作物布局, 轮作制度及群体结构, 协调作物与环境的关系, 提高对环境资源的利用效率。我省幅员辽阔, 作物及品种受气候和土壤条

件的限制具有明显的地域性分布规律。根据气候特点, 建立合理的农业结构, 充分发挥气候资源的潜力, 是农业生产首先要考虑的问题, 因此, 研究植物生产量地域间的差别以及与气候、土壤等环境条件的关系, 计算地区的生产潜力, 是研究农业结构和布局的前提。

本文根据大豆干物质累积速度曲线, 求出光能利用系数的时间动态过程, 依据生长季中 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温的年变程, 计算各地的光合生产潜力, 并对其进行水分条件, 土壤基础肥力条件的订正, 指出每个地区土壤气候潜力以及限制潜力发挥的约束条件, 从而为评价地区土壤气候资源提供依据。同时为探讨计算土壤气候生产潜力的方法, 作一些偿

试。

一、潜在产量的计算

作物的潜在产量，是指在光、温、水等气候条件最适，土壤自然肥力最好，生产技术水平最佳的条件下，由作物光合作用所决定的最大生物量。光合生产潜力 (y_n) 的大小决定于某一地区的太阳辐射量的多少及作物对光能的利用程度。可以写成如下形式：

$$y_n = \frac{k}{q} \cdot \int \eta_t \cdot Q_t \cdot dt \quad (1)$$

式中： y_n 为光合生产潜力， η_t 为生育期中， t 时刻的光能利用系数， Q_t 为时间 t 时刻的生理有效辐射， k 为经济利用系数， q 是干物质发热量，取值 4.25 千卡/克。

(1) 式中用差分形式表示，则：

$$y_n = \frac{k}{q} \cdot \sum_{t=1}^m \eta_t \cdot Q_t$$

如果时间间隔以旬为单位， η_t 、 Q_t 就分别表示旬的平均光能利用系数和旬的生理辐射总量。

任何作物在其生育过程中，干物质积累量都遵循自然增长曲线类型，即 Logsi 曲线，其表达式为：

$$W = \frac{W_0}{1 + a e^{-b \Sigma t / \Sigma t_{max}}} \quad (2)$$

式中： W 为任一时刻的干物质积累量， Σt 是用 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温表示的时间进程， W_0 是生长过程中，最大干物质积累量。

不同作物，不同品种，不同播种期，虽然都属同一类型曲线，但曲线形状各异，对 (2) 式进行标准化处理，即可得到一标准干物质增长曲线：

$$\frac{W}{W_0} = \frac{1}{1 + a e^{-b \Sigma t / \Sigma t_{max}}} \quad (3)$$

式中： Σt_{max} 是作物在整个生育过程中所需的最大积温。

对 (3) 式求导，则：

$$\frac{dW}{d\Sigma t} = \frac{a \cdot b \cdot e^{-b \Sigma t / \Sigma t_{max}}}{(1 + a e^{-b \Sigma t / \Sigma t_{max}})^2} \cdot \frac{W_0}{\Sigma t_{max}} \quad (4)$$

令 $V_t = \frac{dW}{d\Sigma t}$ ，则 (4) 式为干物质累积

速度曲线。 V_t 为任一时刻的干物质累积速度。

任一时刻干物质累积量可以写为：

$$W_t = \eta_t \cdot Q_t / q, \text{ 所以, } dW_t = \frac{1}{q} d\eta_t \cdot Q_t, \text{ 光能}$$

利用系数在一较短时间内可以认为是常数，

$$\text{则 } dW_t = \frac{1}{q} \eta_t \cdot dQ_t.$$

这样 (4) 式可以写成：

$$V_t = \frac{\eta_t}{q} \cdot \frac{dQ}{d\Sigma t} = \frac{a \cdot b \cdot e^{-b \Sigma t / \Sigma t_{max}}}{(1 + a \cdot e^{-b \Sigma t / \Sigma t_{max}})^2} \cdot \frac{W_0}{\Sigma t_{max}} \quad (5)$$

从上式可以看到，光能利用系数的时间动态演变与干物质增长速度的时间演变具有一致性。因此，可以得到：

$$\eta_t = \frac{a \cdot b \cdot e^{-b \Sigma t / \Sigma t_{max}}}{(1 + a \cdot e^{-b \Sigma t / \Sigma t_{max}})^2} \cdot \frac{W_0}{\Sigma t_{max}} \cdot \frac{\Delta \Sigma t}{\Delta Q} \cdot q \quad (6)$$

时间步长取旬为单位，所以 $\Delta \Sigma t$ 、 ΔQ 就分别表示逐旬的 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温和生理辐射， η_t 为旬平均光能利用系数， W_0 可以看作是生产技术的参数， Σt_{max} 是作物及品种类型的参数，随地区不同，作物的种类和品种类型都发生变化， Σt_{max} 可取地区 80% 保证率下，生长季 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温表示。 W_0 随作物、品种及生产技术的不同而变化。在一定的水分供应条件和一定的生产水平情况下 W_0 随 Σt_{max} 的增加而增加， $\frac{W_0}{\Sigma t_{max}}$ 可以看作是产量与积温关系这条直线的斜率，在当前的技术水平下，积温每增减 100°C ，产量相应增减 8% 左右 [1]，这样，对大豆来说， $\frac{W_0}{\Sigma t_{max}}$ 近似取 0.2。随着技术水平的提高，其比值增大。式中参数 a 、 b 值根据大豆、干物质累积曲线求出。

大豆 $a = 348.975$, $b = 8.9135$

因为 $y_n = \frac{k}{q} \sum \eta_t Q_t$ 故:

$$y_n = \frac{k}{q} \sum_{t=1}^h \frac{a \cdot b \cdot e^{-b \sum t / \sum t_{max}}}{(1 + a e^{-b \sum t / \sum t_{max}})^2} \cdot \frac{W_0}{\sum t_{max}} \cdot \frac{\Delta \sum t}{\Delta Q_t} \cdot \bar{Q}_t \cdot q$$

因 $\Delta Q_t = \bar{Q}_t$ 则:

$$y_n = \frac{k}{q} \sum_{t=1}^h \frac{a \cdot b \cdot e^{-b \sum t / \sum t_{max}}}{(1 + a e^{-b \sum t / \sum t_{max}})^2} \cdot \frac{W_0}{\sum t_{max}} \cdot \Delta \sum t_t$$

时间步长以旬为单位, 这样 $\Delta \sum t_t$ 就为每旬的积温。

这样, 就可根据每旬的积温 $\Delta \sum t_t$ 及积温累积值 $\sum t_t$ 计算光合生产潜力, 并且可以不用辐射资料, 直接采用积温。克服辐射观测台站少, 计算误差大的缺点, 并且生物学意义明确, 能较客观的反映热量资源及其潜力。

二、土壤——气候生产力的求算

土壤气候生产力又称土地生产力, 是指在生产技术水平最佳, 作物产量受到气候和土壤条件限制情况下所能达到的产量。它反映了土壤和气候条件对潜在产量的影响程度

因此, 任一地点的作物产量模型可以写成如下形式

$$y_i = y_n \cdot f(T) \cdot A \cdot f(R) \cdot B \cdot f(W) - \bar{a}$$

式中: $i = 1, 2, \dots, m$, 地区的代号

y_i 为某一地区当前技术条件下的产量

y_n 为某一地区的潜在产量

$f(T)$ 为温度条件对产量的影响函数

$f(R)$ 为水分条件对产量的影响函数, 其中 A , 可以看作是作物对水分需求程度的参数。

$f(W)$ 是土壤基础肥力 (土壤质

地) 对产量的影响函数, 同样 B 可以看作是作物对土壤质地要求程度的参数

\bar{a} 是一个量级修正参数, 它表示当前平均技术水平与达到潜在产量时的技术水平的差值。

这样 $y_n \cdot f(T) \cdot A \cdot f(R) \cdot B \cdot f(W)$ 就可以看作为土壤气候生产潜力。

1. \bar{a} 的求算

分析全省各县实际平均产量 y_i (取 1975—1984 年历年平均产量代表当前技术条件下的产量水平) 与潜在产量 y_n 之间的关系如图 1 所示,

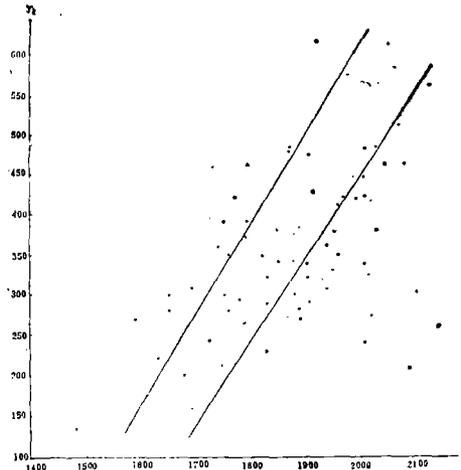


图 1 大豆实际产量 y_i 与潜在产量 y_n 的关系

从图中可以看到, 在不同水分条件下, y_i 与 y_n 均呈直线关系, 其关系式可以表达为:

$$y_i = \bar{a} + b_i \sum t_{max} \quad (8)$$

但在不同水分条件下 (以张宝堃干燥指数

$$K = \frac{0.16 \sum t \geq 10^\circ C}{r}$$

表示水分供应条件), 各直线的斜率不同, 即 b_i 值不同, 取 $K = 0.9$ 这一直线作为标准线, 其它各点与这条直线的偏离, 可以看作是水分条件、土壤肥力条件等不同所造成的。 $K = 0.9$ 这一直线的常数项可以近似作为 \bar{a} 的近似值。大豆的 $\bar{a} = 297$, 由 (8) 式可得:

$$b_i = \frac{y_i - \bar{a}}{y_n}, b_i \text{ 可看作是水分等其它条件的影响函数。}$$

其它条件的影响函数。

2. 水分影响函数的计算

从图 1 中可以看到, 由于 K 值的变化, 直线斜率也随之变化, 说明水分条件明显的限制了生产潜力的发挥。为此, 采用逐步分离法, 首先分析 b_i 与 K 的关系, 如图 2 所示

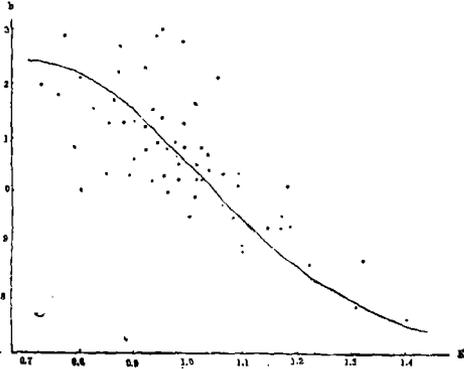


图 2 大豆 b_i 与 K 的关系

b_i 与 K 的关系, 反映了水分条件的影响函数, 为对比起见, 对水分影响函数进行归一化处理, 并令 $b'_i = 1 - \frac{b_i}{b_{max}}$ 其中 b_{max} 是从图 1 中查得的 b_i 的最大值为 1.24, b'_i 与 K 的关系可以写成

$$b'_i = \frac{1}{1 + a' \cdot 0^{-b'k}} \cdot A \quad (9)$$

$A = b'_{max}$ 它可以看作是作物对水分需求的参数, 其值越大反映作物对水分的需求就越强, 抗旱性能就越弱。大豆 $A = 0.39$, 玉米 $A = 0.29^{[1]}$, a', b' 是待定常数。经模拟,

$$a' = 39928.874$$

$$b' = 10.024$$

由 $b'_i = 1 - \frac{b_i}{b_{max}}$ 及 (9) 式, 可得水分影响函数为

$$f(R) = b_i = \left(1 - \frac{A}{1 + a' \cdot 0^{-b'k}}\right) \cdot b_{max} \quad (10)$$

$$1.35 \geq K \geq 0.6$$

如果定义水分影响函数取值在 0—1 之间, 则水分影响的订正函数为 $1 - \frac{A}{1 + a' \cdot 0^{-b'k}}$, b_{max} 可在下一级函数中加以考虑。

3. 土壤自然肥力影响函数的求算

将水分影响函数 $f(R)$ 代到 (7) 式中, 可以得到

$$y_i = y_n \left(1 - \frac{A}{1 + a' \cdot 0^{-b'k}}\right) \cdot b_{max} \cdot B \cdot f(w) \cdot f_{(T)} - \bar{a}$$

令 $B = b_{max} \cdot B$, B 可以看作是作物对土壤肥力需求的参数, 它由作物的生物学特性来决定。如有的作物对土壤要求不严格, 适应性较强; 相反, 有的作物对土壤要较严格, 土壤质地稍有变动, 产量就随之波动。

土壤质地反映了土壤自然肥力的情况。根据全省土壤普查资料, 将全省分为 7 种土壤类型, 每种土壤类型的肥力等级如表 1 所示:

表 1 土壤肥力分级

土壤名称	有机质	PH	N%	P ₂ O ₅ %	肥力等级	肥力评分
黑土	2.5—5.6	6.4	0.14—0.32	0.12—0.23	1	7
黑钙土	2—5.1	7.2	0.19—0.25	0.09—0.08	2	6
草甸土	3—6.7	6.7	0.2—0.6	0.1—0.3	3	5
白浆土	2—4.5	6.1	0.15—0.18	0.11—0.15	4	4
暗棕壤	2.3—3.3	6.1	0.12—	0.11	5	3
轻碱土	2—3.3	8.2			6	2
砂土	1—1.2	6.7	0.1—0.15	0.15—0.18	7	1

注 表 1 由高级农艺师白凤亭老师提供, 并提供全省主要县的土壤分类资料, 深表谢意。

作物产量随土壤肥力等级的增加而递减, 也就是说, 产量随土壤肥力评分的增加而增加。

作为一个地区来说, 土壤的类型是相当复杂的, 为综合评价一个地区(以县为单位)的土壤肥力等级, 采用面积加权平均, 即,

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^7 S_i W_i}{\sum_{i=1}^7 S_i}$$

式中: S_i 为各种土壤类型所占面积, W_i 为各种土壤类型肥力评分等级, 最高为 7, 最低为 1, $i=1, 2, \dots, 7$ 为土壤类型, j 地区代号。

计算 $f(w_j) = \frac{y_j - a}{y_n} / f(k)$ 的均方差 (S)

和平均值 (\bar{W}), 并以此估计总体平均值

$$\left(\bar{W} - t \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \bar{W} \leq \bar{W} + t \frac{s}{\sqrt{n}} \right),$$

经 t 测定, 99.9% 的可靠性判断, \bar{W} 落在 1.03—0.9 之间, 也就是说, 土壤自然肥力的订正函数的取值范围在 1.03—0.9 之间, 我省按县进行的肥力评分等级最低为 2.5, 最高为

6.5, 按取值范围进行线性内插, 并进行归一化处理, 这样土壤基础肥力的订正函数可以写成:

$$f(w) = [0.78 + 0.031Wj] \cdot B \quad (12)$$

其中 $B = 1.05$, 可以看作是一个量级参数。

故 D大豆 = 1.24×1.05

D玉米 = 1.08×1.05

把 (12) 式及给定的参数代到 (1) 式中, 计算各地的土壤气候生产潜力, 并绘出其分布图如图所示

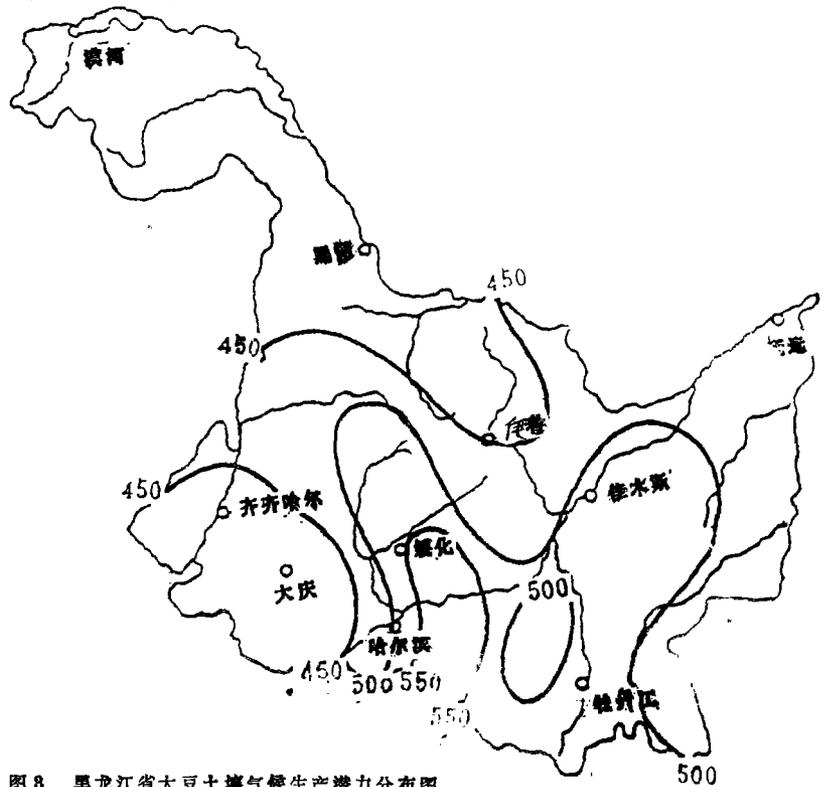


图 8 黑龙江省大豆土壤气候生产潜力分布图

三、结果与讨论

分析计算的结果可以看到:

1. 在全省范围内, 大豆潜在产量 (y_n) [$(y_{max} - y_{min}) / y_{max}$] 的变化幅度在 30—31%, 也就是说, 受热量资源的限制使之地域间产量差达到 30% 左右。

2. 计算水分条件对潜在产量的影响程度, $(y_n - y_n \cdot f_{(R)}) / y_n$, 其最大值在 22%, 最

小值在 9%, 说明我省水分条件是限制热量资源发挥的一个重要因素, 尤其在西部干旱和半干旱区。其影响程度达 20% 以上。

3. 土壤基础肥力的影响程度 $(y_n \cdot f_{(R)} - y_n \cdot f_{(R)} \cdot f_{(w)}) / y_n \cdot f_{(R)}$, 其最大值为 10%, 最小值为 3%, 说明土壤基础肥力仍是一个影响地区产量水平的一个很重要因素。培肥土壤, 维持或提高土壤基础肥力是提高热能效率的重要措施之一。

4. 实际产量与土壤气候生产力之差,反映了技术管理水平的潜力,在进行潜在产量计算时,大豆按平均亩产 250 公斤左右计算,这种产量水平是当前大面积高产地块所能达到的平均水平,并非可望而不可及。从当前的产量水平与土壤气候产量之差可以看到,大豆相差 150 公斤左右,可见生产管理水平的潜力是相当可观。

5. 从土壤气候产量的地理分布来看,大

豆的优势区集中在大小兴安岭向平原地区过渡的湿润半湿润地区及三江平原完达山以西的半湿润地区,在发展大豆的生产时要注意发挥这种地区气候优势。

6. 本文就黑龙江省大豆的土壤气候生产潜力的评价作了一些有意义的探讨。其中关于潜在产量的计算没有采用惯用的辐射,而直接用积温来计算。这样,克服了辐射观测台站少,而计算误差较大的缺点。

龙辐麦四号易位系的选育

陈义纯 孙光祖 张月学 尚志敏

(黑龙江省农科院育种所)

现代农业对小麦新品种的要求越来越高,特别是实行联产承包责任制后,对高产、抗病和优质小麦新品种的需求更加迫切。根据我省的气候、土质特点,需要选育出具有生育前期抗旱,后期耐湿,抗多种病害、高产、质优等特性的新品种。我们从 1980 年起进行了多抗、高产小麦新品种的选育工作。

一、选育经过

抗病育种中远缘杂交是获得抗病基因的重要途径。为了克服远缘杂交的不亲和性、 F_1 代的不孕性以及能导入野生种的抗病基因,我们采用辐射与远缘杂交相结合的方法选育易位系。

1980 年夏季,配制 8 个普通小麦 (*T. Aestivum*) × 提莫非维小麦 (*T. timopheevi*)、小黑麦 (*Triticale*) × 普通小麦和普通小麦 × 山羊草等远缘杂交组合,其中小黑麦黑杂 266 × 普通小麦克 79 F_3 -392-2 获得 F_0 种子 44 粒。经 ^{60}Co - γ 射线 1.1 万伦琴照射后当年秋播于温室,克服了远杂 F_1 的不孕性,照射的较未照射的提高 F_1M_1 代结实率 2.6 倍。1981 年将 F_1M_1 代种子播于田间,行端播病

害鉴定感染行。在 F_2M_2 代类型分离十分广泛,纺锤型穗占 68.42%,方型穗占 14.04%,塔型穗占 5.26%,分枝型穗 3.51%,轮生型穗占 3.51%,重叠型穗占 5.25%。经反复田间观察、鉴定和室内考种选出抗病高产 300 个单株。1982 年从该组合 F_3M_3 代 300 个株系中选出 8 个抗多种病害的优良株系,当年冬季进行南繁加代,最后在 F_4M_4 代决选出对秆锈病免疫、高抗叶锈病、抗赤霉病和根腐病,秆强抗倒伏、穗大多花的龙辐 82 南 389 优良品系。细胞学观察表明,龙辐 82 南 389 系为 6R/6B 易位系。1983 年参加产量鉴定试验,亩产 337.5 公斤比对照增产 18.0%。1984 年参加品种比较试验,亩产 271.1 公斤,比对照增产 37.3%。两年平均亩产 304.5 公斤,平均增产 27.7%。1985—1986 年参加全省联合区域试验。1987 年参加黑河地区小麦生产试验。经三年的生产试验表现抗逆性强,综合抗病性好,增产显著。于 1987 年 12 月 19 日经黑河地区农作物品种审定委员会审查在该区推广。

1. 生物学特征

株型紧凑叶片上挺,叶色深绿,叶片宽长