

两个春小麦品种的物质生产和生长分析*

肖瑜 陈集贤

(中国科学院西北高原生物研究所)

作物的物质生产及其形成规律的研究,是农田生态系统研究的主要内容之一,它是农田作物与环境 and 人为影响之间本质联系的重要标志,是群落结构和功能的综合表现。对作物的生长过程进行分析,有助于揭示农田生态系统的物质生产规律,是提高作物生产的基础。因此,有关这方面的研究,历来受到普遍重视。

近年来,国外关于植物生长分析的报道日增,而国内的研究尚少。目前,这一领域的研究虽已取得很大进展,但在某些方面仍然存在一些问题。如

(1) 取样数量问题。现在所用的取样方法,一般是在大田或试验地内随机选择若干植株,经过测定求得每株植物的平均值 (Amer *et al.*, 1957; Hughes *et al.*, 1967; Hurd, 1977; McGraw *et al.*, 1983; Sivakumar *et al.*, 1978), 这种方法虽然可减少工作量,但因有人为选择误差,而且样本数较少,若换算为单位面积上的群体指标,势必会造成一定误差。

(2) 植物的相对生长率定义为 $R = \frac{1}{y} \cdot \frac{dy}{dt}$ (y 为植物体任一随时间变化的量), 研究时为方便起见,一般常采用定期取样的方法,求得平均相对生长率 $\bar{R} = \frac{\ln y_2 - \ln y_1}{t_2 - t_1}$ (Bull, 1968)。但因工作中出现的取样误差和一些不可避免的原因,整个植物生长期内的相对生长率会表现的很不规则。另外,使用上述公式计算时,必须定期取样,而非定期取样的数据则不能使用,具有一定的局限性。

(3) 取样间隔期问题。在进行植物生长分析时,几十年来尚未按植物种类等的不同,采用合乎各种植物自然生长规律的间隔期,一些研究者对此仅将植物的生长发育过程作为参考按人为标准划分 (Amer *et al.*, 1957; Arnott, 1975; Hughes *et al.*, 1967; Hurd, 1977; McGraw *et al.*, 1983; Rees, 1963; Sivakumar *et al.*, 1978; Stanhill, 1977; Whale *et al.*, 1985)。这样,不可避免的在某种情况下势必会造成取样间隔期过长,失去大量反映植物生长规律的信息;另一方面,取样间隔期过短,又会造成不必要的人力、物力和财力的浪费。综合上述情况,本研究在取样和分析时,尽量避免取样误差,以春小麦为例对生长分析中出现的某些问题进行探讨,以期使生长分析的工作更为方便和合理化。

* 本工作曾得到黄相国、马晓明、冯海生同志的帮助,在此一并致谢。
本文1988年元月27日收到。

一、研究地区概况和研究方法

试验在青海省平安县下红庄农业研究站进行。该站位于东经 $102^{\circ}05'$ ，北纬 $36^{\circ}28'$ ，海拔高度 2100 米，年平均气温 6.2°C ，年平均降水量 354.1 毫米，多集中于 7, 8, 9 三个月，年蒸发量 1800 毫米，年日照时数 2780 小时，年平均风速 2.1 米/秒，无霜期在 150 天以上，一年一熟制，农田土壤为红壤。

本项研究于 1987 年 3—8 月进行。供试的春小麦品种为“高原 602”和“80-62-3”。选择密度比较均一 (420 株/米²) 的田块作为取样对象，行距 15 厘米，每隔 7 天取样一次 (4 月 28 日开始)，每次的取样面积为 1 米²，重复 3 次。样株收取后，实测样方内的鲜物质总重，随机选择 20 株植物测定株高，并将其中 10 株带回实验室，测定叶面积和植物体各器官 (茎、叶、穗) 的鲜重及比例，随后将测定后的各部样品置于干燥箱中，于 85°C 下烘至恒重，求出含水率，以推算样方内的干物质重量。

结果分析时，首先借助于 IBM-PC/XT 型计算机，采取逐步回归的方法，模拟植物体各器官重量及叶面积和株高随时间的变化过程。所用方程如下：

$$W = a + bt + ct^2 + dt^3 + et^4 \quad (1)$$

$$S = g + ht + it^2 + jt^3 + kt^4 \quad (2)$$

式中， W 是植物体各器官的重量或总重 (克)， S 是叶面积 (米²) 或株高 (米)， t 是时间 (天)， $a, b, \dots, e; g, h, \dots, k$ 为系数。

在植物生长分析中，常用指标为：相对增长率 (RGR)，净同化率 (NAR)，叶面积相对增长率 (RLGR) 和作物增长率 (CGR)。其原始定义公式如下 (亨特, 1980)：

$$\text{RGR} = \frac{1}{W} \cdot \frac{dW}{dt} \quad (3)$$

$$\text{NAR} = \frac{1}{A} \cdot \frac{dW}{dt} \quad (4)$$

$$\text{RLGR} = \frac{1}{A} \cdot \frac{dA}{dt} \quad (5)$$

$$\text{CGR} = \frac{1}{P} \cdot \frac{dW}{dt} \quad (6)$$

式中，除 P 表示取样面积 (本研究为 1 米²) 外，其余各符号意义同前。

利用模拟的植物生长过程的多项式方程，代入公式 (3) — (6) 中，就可以计算出描述任一时刻植物生长发育规律的瞬间变化数值。

目前，生长分析中比较常用的传统分析技术，一般使用下述公式计算这 4 种生长指标的平均值 (户莉次, 1979; 亨特, 1980; Causton *et al.*, 1981)：

$$\text{RGR} = \frac{\text{Ln}W_2 - \text{Ln}W_1}{t_2 - t_1} \quad (7)$$

$$\text{NAR} = \frac{(W_2 - W_1) \cdot (\text{Ln}A_2 - \text{Ln}A_1)}{(t_2 - t_1) \cdot (A_2 - A_1)} \quad (8)$$

$$\text{RLGR} = \frac{\text{Ln}A_2 - \text{Ln}A_1}{t_2 - t_1} \quad (9)$$

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \quad (10)$$

式中, W_2 和 W_1 , A_2 和 A_1 分别是时间 t_2 和 t_1 时单位面积土地上的干物质重量和叶面积。

本文利用上述两种算法分别计算了 4 个生长指标, 并根据实验数据对这两种算法作了评价。

适宜取样间隔期的确定采用自相关的方法, 这一技术通常用于一个量的系列测量。为了对这个量进行分析, 我们计算一系列自相关系数, 并且在相关图上表示出其结果, 这样, 就能观察到这个量正的变动会持续多久。

假定读数 y 的序列从 y_1 变化到 y_n , 则对 k 个单位间隔的区间, 定义自相关系数 r_k 如下:

$$r_k = \frac{N}{N-k} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{N-k} (y_i - \bar{y}) \cdot (y_{i+k} - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$$

当 $k=0$ 时, 自相关系数为 1。

二、研究结果和分析

(一) 两个春小麦品种的生长过程与模拟

了解植物的生长过程和叶面积随时间的变化关系, 是进行生长分析的基础。选择描述植物重量生长和叶面积生长的适宜数学方程, 模拟生长过程, 对于使用回归方法进行生长分析是十分必要的。因此, 我们首先计算出了两个春小麦品种的生物量、叶面积和株高生长方程(表 1)。根据计算结果可知, 所拟合方程的复相关系数和精度都很高, 与植物的实际生长结果相接近。

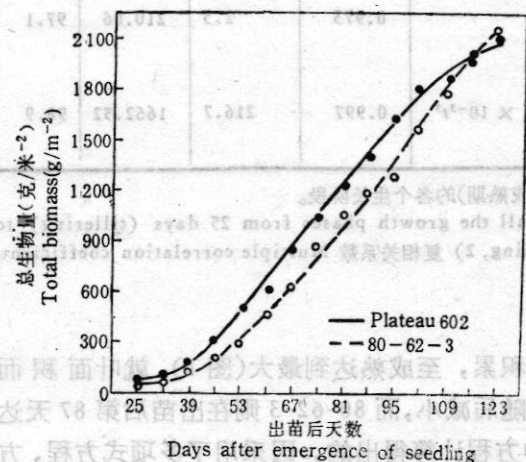


图 1 总生物量随时间的变化过程
Fig. 1 Varying of total biomass with time

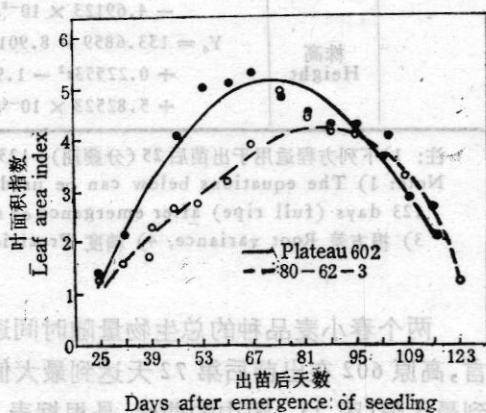


图 2 叶面积指数随时间的变化过程
Fig. 2 Varying of LAI with time

(01)

表 1 两个春小麦品种的生物量、叶面积和株高生长方程¹⁾Table 1 Regression equations of dry-matter accumulation, leaf area and height for two varieties of spring wheat.¹⁾

品种 Varieties	项目 Items	回归方程 Regression equations	R ²⁾	Q ³⁾	F	P% ⁴⁾
高原 602 Plateau 602	总生物量 Total biomass	$Y_1 = 333.9285 - 28.17963t$ $+ 0.75388t^2 - 3.33695 \times 10^{-3}t^3$	0.996	161 782.2	1573.79	98.0
	叶重 Leaf weight	$Y_2 = 69.84662 - 7.42431t$ $+ 0.37841t^2 - 4.57706 \times 10^{-3}t^3$ $+ 1.62555 \times 10^{-5}t^4$	0.928	15 239.1	48.40	95.3
	茎重 Stem weight	$Y_3 = -778.684 + 21.71007t$ $- 5.11762 \times 10^{-4}t^3$	0.985	101 508.3	497.12	96.7
	穗重 Ear weight	$Y_4 = 105170.7 - 4587.972t$ $+ 73.53785t^2 - 0.51361t^3$ $+ 1.32605 \times 10^{-3}t^4$	0.997	16 800.7	712.63	95.7
	叶面积 Leaf area	$Y_5 = -4.53637 + 0.27527t$ $- 2.01267 \times 10^{-3}t^2$ $+ 9.85635 \times 10^{-9}t^4$	0.928	15 239.1	47.48	95.3
	株高 Height	$Y_6 = 136.6582 - 9.39469t$ $+ 0.24555t^2 - 2.21707 \times 10^{-3}t^3$ $+ 6.70434 \times 10^{-6}t^4$	0.998	219.7	1761.67	99.0
80-62-3	总生物量 Total biomass	$Y_1 = 183.15840 - 13.31543t$ $+ 0.32001t^2 - 5.40943 \times 10^{-6}t^4$	0.994	266 717.9	928.32	97.1
	叶重 Leaf weight	$Y_2 = -68.81862 + 4.62783t$ $- 2.30332 \times 10^{-4}t^3$	0.921	13 485.5	100.78	95.3
	茎重 Stem weight	$Y_3 = -362.6057 + 9.56855t$ $+ 2.16269 \times 10^{-2}t^2$ $- 5.62979 \times 10^{-7}t^4$	0.989	80 646.9	417.58	96.7
	穗重 Ear weight	$Y_4 = -371.6233 + 9.83442 \times 10^{-2}t^2$ $+ 6.22318 \times 10^{-3}t^3$ $- 1.99552 \times 10^{-7}t^4$	0.987	63 337.8	169.34	96.1
	叶面积 Leaf area	$Y_5 = -0.20062 + 4.17283 \times 10^{-2}t$ $+ 4.69515 \times 10^{-4}t^2$ $- 4.69123 \times 10^{-8}t^4$	0.973	2.5	210.06	97.1
	株高 Height	$Y_6 = 133.6859 - 8.90133t$ $+ 0.22553t^2 - 1.97961 \times 10^{-3}t^3$ $+ 5.82523 \times 10^{-6}t^4$	0.997	216.7	1662.52	98.9

注: 1) 下列方程适用于出苗后 25 (分蘖期)—123 天(成熟期)的各个生长阶段。

Note: 1) The equations below can be used in all the growth phases from 25 days (tillering) to 123 days (full ripe) after emergence of seedling, 2) 复相关系数 Multiple correlation coefficient, 3) 根方差 Root variance, 4) 精度 Precision.

两个春小麦品种的总生物量随时间逐渐积累, 至成熟达到最大(图 1), 就叶面积而言, 高原 602 在出苗后第 72 天达到最大值, 随后减小, 而 80-62-3 则在出苗后第 87 天达到最大值(图 2)。图中的曲线, 是根据表 1 中方程计算得出的, 因采用了多项式方程, 方程的精度都在 95% 以上, 应用于生长分析时, 将会取得较精确和能够反映植物总体生长规律的结果。

总的来说,高原 602 和 80-62-3 的总生物量与叶面积随时间变化的趋势基本是一致的,但 80-62-3 的生长期较高原 602 要长一些。这种情况也体现在两者的总生物量和叶面积指数的关系上(图 3)。80-62-3 的叶面积指数变化比较平缓,没有高原 602 叶面积指数变化的那么剧烈。从图 3 可以得知,总生物量与叶面积指数是曲线关系,若以 Y 表示叶面积指数, X 表示总生物量,其关系可用方程表示如下:

$$\text{高原 602: } Y = 1.44847 + 7.85087 \times 10^{-3}X - 3.85131 \times 10^{-6}X^2$$

$$R = 0.894$$

$$\text{80-62-3: } Y = 1.25285 + 5.33465 \times 10^{-3}X - 2.36990 \times 10^{-6}X^2$$

$$R = 0.910$$

通过分析得知,总生物量与叶面积指数之间并非在整个生长发育期间都保持直线关系,只是在叶面积指数达到最大值之前保持直线相关。

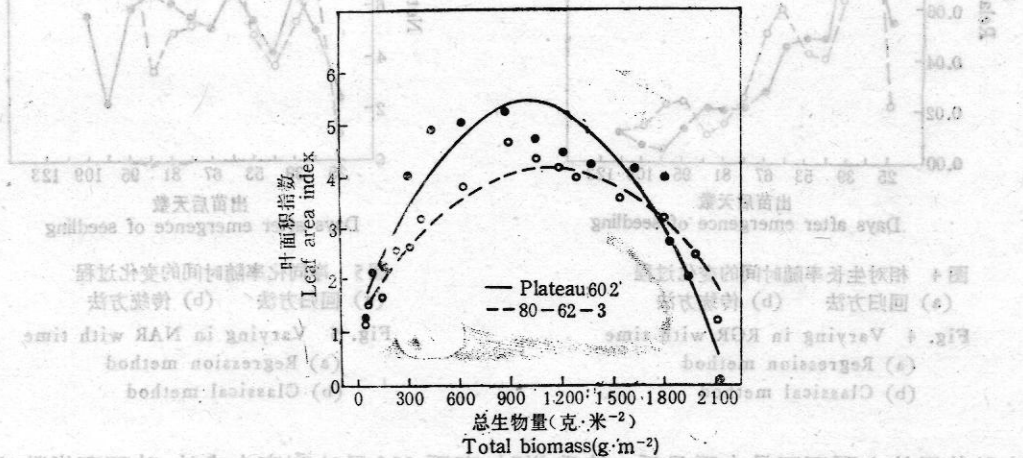


图 3 两个春小麦品种的总生物量与叶面积指数的关系

Fig. 3 Relationships between total biomass and leaf area index for two varieties of spring wheat

(二) 两个春小麦品种的生长分析

通过对两个春小麦品种生长过程的模拟,我们得到一系列相关系数和精度都很高的方程,代入公式(3)~(6)后可用回归方法进行生长分析。使用传统的生长分析公式(7)~(10),同样也可以进行生长分析。我们分别用这两种方法对两个春小麦品种进行了分析比较研究,现分述如下。

相对生长率在整个生育期间的变化主要表现为从前期(分蘖期)到后期(成熟期)逐渐降低(图 4),其最大值出现在分蘖期。与高原 602 相比,80-62-3 的各种指标变化都延后一些(图 1—9)。回归方法得出的结果比用传统公式计算的结果离散度小,整个生育期间的总体变化趋势更加明显。因为这种方法消除了一些不可避免因素引起的植物生长的短期波动,其变化过程便与作物生产力的变化过程相吻合了。

作物的净同化率是描述作物生产与消耗关系的重要指标。使用传统方法计算的净同化率,在作物生育期间内波动较大,而且不易看出总体变化趋势(图 5)。回归方法计算的结果,表明高原 602 的净同化率在后期略有降低,而 80-62-3 的净同化率却一直增高。造

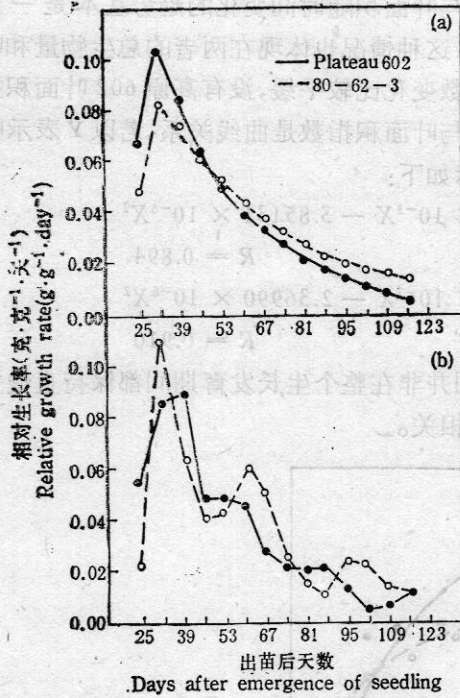


图4 相对生长率随时间的变化过程
(a) 回归方法 (b) 传统方法

Fig. 4 Varying in RGR with time
(a) Regression method
(b) Classical method

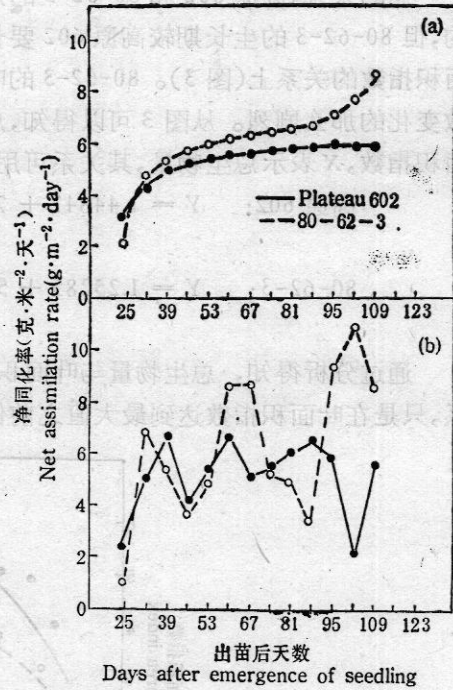


图5 净同化率随时间的变化过程
(a) 回归方法 (b) 传统方法

Fig. 5 Varying in NAR with time
(a) Regression method
(b) Classical method

成这种差异的主要原因是由于最后一次取样时,高原 602 已达到完全成熟,叶面积指数为零,而 80-62-3 尚未完全成熟,叶面积指数还保持在 1.23 的水平上。

使用传统分析公式(8)计算净同化率,必须满足如下条件:整个作物生育期间内的总干重与叶面积之间保持直线相关。否则,计算将带来较大误差 (Causton *et al.*, 1981; Radford, 1967)。由图 3 可看出,高原 602 和 80-62-3 的总干重与叶面积之间都没有显著的线性相关关系(其相关系数分别为 0.187 和 0.267),因此使用公式(8)计算,会造成一定误差(表 2)。高原 602 和 80-62-3 的净同化率变化趋势,与大豆净同化率在整个生育期间的变化相同 (Sivakumar *et al.*, 1978)。

叶面积相对生长率的变化趋势与重量相对生长率的变化趋势基本一致,但叶面积相对生长率在生长的中期以后会出现负值(图 6),这是因为叶面积在生长中期以后逐渐减小造成的。经计算并从图 6-a 可知,高原 602 的叶面积指数在出苗后第 72 天达到最大值,随后下降出现负值,而 80-62-3 的叶面积指数则在出苗后第 87 天达到最大值。这样,高原 602 在叶面积指数达到最大值时总生物量为 1 019.3 克/米²,而 80-62-3 为 1 125.5 克/米²。

作物生长率是作物生物量的绝对生长速率。因其表示的是一定土地面积上的生物量变化率,所以一般用于群体的生长分析。根据结果分析,高原 602 和 80-62-3 的作物生长率最大值与叶面积指数的最大值基本吻合,在整个生育期内呈单峰形式(图 7)。因为作物

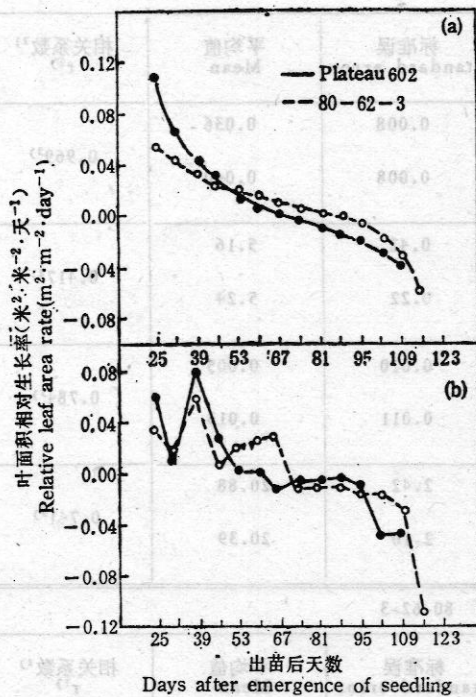


图6 叶面积相对生长率随时间的变化过程
(a) 回归方法 (b) 传统方法

Fig. 6 Varying in RLGR with time
(a) Regression method
(b) Classical method

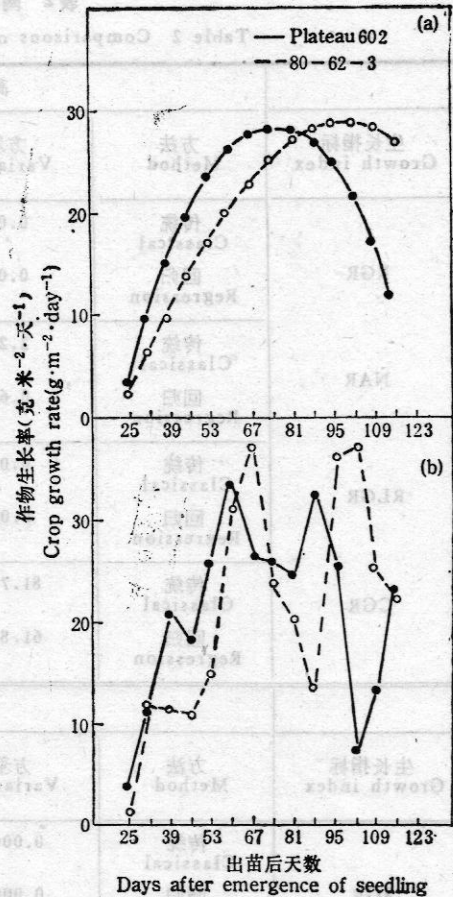


图7 作物生长率随时间的变化过程
(a) 回归方法 (b) 传统方法

Fig. 7 Varying in CGR with time
(a) Regression method
(b) Classical method

生长率能表明发育节律与环境因素综合作用的特点,所以,它也是表示农业生产力的一种简单而重要的指标。

以上,通过两种生长分析方法的比较,我们可以看出,在表示结果方面,这两种方法是有差别的。为进一步说明和比较,我们分别计算了两种分析方法结果的方差、标准误、平均值和相关系数(表2)。一般来说,回归方法比传统方法计算的方差和标准误小,而平均值却差异不大,相关比较紧密,这种情况在净同化率的计算结果上表现尤为明显。这说明回归方法能够减小分析结果的离散度,与传统方法在分析的总体结果上没有差异。两种分析方法结果的相关系数很高,表明回归方法是一种较好的生长分析方法,虽然用于生长分析的时间不长,但较之传统方法有许多优点。如:使用回归方法进行生长分析不需定期取样;使用传统分析方法时,如果一次取样 n 个重复之间的误差大于两次取样之间的误差,分析往往是毫无意义的 (Causton *et al.*, 1981)。

表2 两种生长分析方法的比较

Table 2 Comparisons of two methods for growth analysis.

生长指标 Growth index	方法 Method	高原 602 Plateau 602		平均值 Mean	相关系数 ¹⁾ $r^{1)}$
		方差 Variance	标准误 Standard error		
RGR	传统 Classical	0.001	0.008	0.036	0.969 ³⁾
	回归 Regression	0.001	0.008	0.040	
NAR	传统 Classical	2.29	0.42	5.16	0.417 ²⁾
	回归 Regression	0.64	0.22	5.24	
RLGR	传统 Classical	0.001	0.010	0.005	0.784 ³⁾
	回归 Regression	0.002	0.011	0.013	
CGR	传统 Classical	81.74	2.42	20.88	0.741 ³⁾
	回归 Regression	61.84	2.10	20.39	
80-62-3					
生长指标 Growth index	方法 Method	方差 Variance	标准误 Standard error	平均值 Mean	相关系数 ¹⁾ $r^{1)}$
RGR	传统 Classical	0.0008	0.007	0.037	0.835 ³⁾
	回归 Regression	0.0005	0.006	0.040	
NAR	传统 Classical	9.98	0.84	6.73	0.767 ³⁾
	回归 Regression	4.01	0.54	6.34	
RLGR	传统 Classical	0.0016	0.011	0.0002	0.875 ³⁾
	回归 Regression	0.0009	0.008	0.0079	
CGR	传统 Classical	128.88	3.03	21.23	0.728 ³⁾
	回归 Regression	81.81	2.42	20.58	

注: 1) 两种计算方法得出结果之间的相关系数。

Note: 1) Correlation coefficients between results of two-method calculating growth index

2) $P \leq 0.01$ 3) $P \leq 0.001$ 。

(三) 最适取样间隔期的探讨

两个春小麦品种最适取样间隔期的分析, 主要采用了自相关的分析方法。该方法能对一个系列变化的量进行前后数据变异度的分析, 告诉我们取多少读数最合适。一般来说, 使用自相关方法确定最适间隔期, 较好的折中方法是使 $r_1 = 0.70$ (雷宾诺维奇, 1982),

这样,每个读数将有 50% 的信息是由前面读数决定的,而 50% 是新的。采取这种方法确定间隔期,可以减少工作量,不会使每个点的数据同前一个点一样,以致很少含有新的信息;另一方面,也不至于丧失反映前后数据之间关联的大量信息。因为农、林、牧业的研究常常要采取定期取样或观察的方法,而每次取样或观察往往要花费很大的劳动力,所以,这种方法能够针对这些学科的主要特点,减小花费,对于研究十分有益。

本文分别对高原 602 和 80-62-3 的总生物量、茎重、叶重、穗重、叶面积和株高进行了最适取样间隔期的分析。因为各器官和生长指标之间的发育节律不同,研究不同器官生物量和生长指标的取样或观察间隔期也有差异。对此,我们分别进行了计算。若以单位间隔 k 作为横坐标,以不同间隔期的自相关系数 r_k 作为纵坐标,就能作出相关图(图 8, 9)。相关图能够反映出经一段时间后 r_k 才降到零的原因。例如,叶重、叶面积和穗重的自相关曲线变化都很大,这说明三者相邻取样期内的变化也很明显,其响应特性较强。而总生物量、株高和茎重的相邻取样却变化不很明显,如高原 602 总生物量的自相关系数 $r_1 = 0.895, r_2 = 0.755$ 。这样,即使延长取样间隔期,也能捕捉到作物生长的关键变化。这是由于总生物量、株高和茎重在以 7 天为间隔的两次取样之间差异不大,生长变化未达到显著水平,而叶重、叶面积和穗重的生长变化较明显,要求取样间隔期保持在 7 天左右。根据计算结果并对照图 8 和图 9,可以明白高原 602 和 80-62-3 的生长发育基本是一致的,这说明研究同一对象时,取样间隔期基本一致。在进行本研究的下红庄地区,若研究这两个春小麦品种地上部分总生物量变化特征时,取样间隔期最好为 15—17 天;研究株高时,取样间隔期为 15—16 天;研究叶重和叶面积时,取样间隔期为 6—8 天;研究茎重时,取样间隔期为 11—13 天;而研究穗重时,取样间隔期以 8 天为宜。但是,为避免工作中不必要

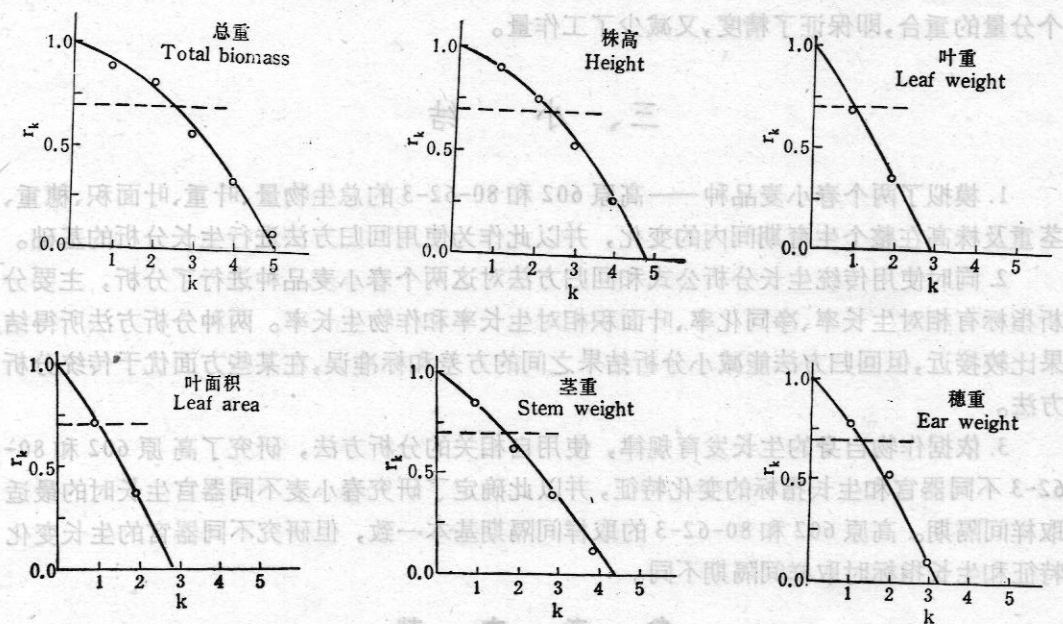


图 8 高原 602 生物量、叶面积和株高最适取样间隔期的相关图

Fig. 8 Correlation diagrams of optimum sampling intervals in biomass, leaf area and height for Plateau 602

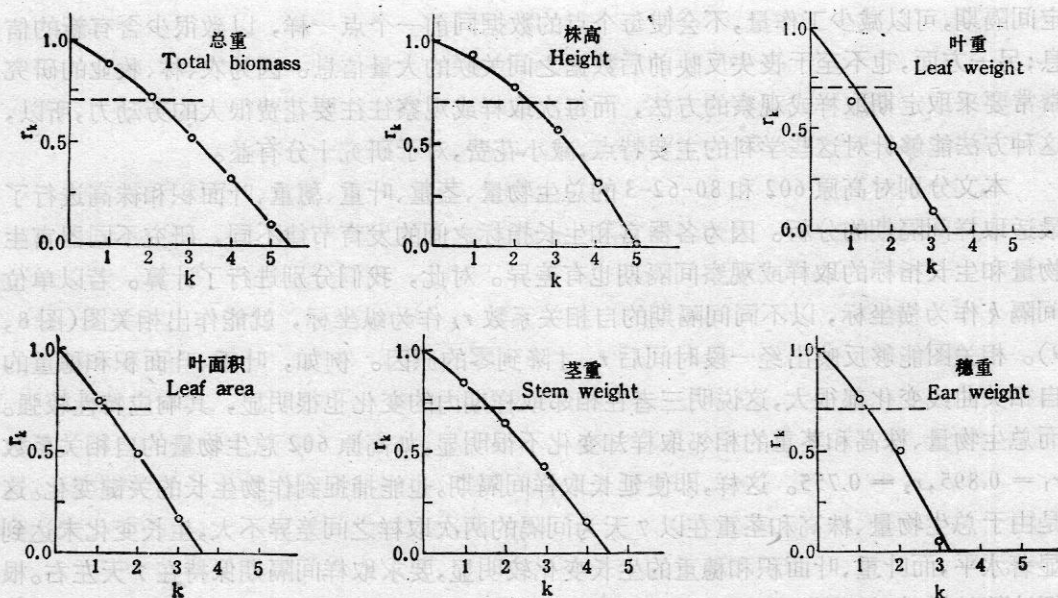


图9 80-62-3 生物量、叶面积和株高最适取样间隔期的相关图

Fig. 9 Correlation diagrams of optimum sampling intervals in biomass, leaf area and height for 80-62-3

的繁琐,根据研究各分量时所需取样间隔的天数,可以将取样间隔期相近的分量合并,利于工作进行。经合并后的各分量取样间隔期为:穗重、叶重和叶面积——8天;茎重——12天;总生物量和株高——16天。这样,研究时有一半以上的取样是其中2个分量或3个分量的重合,即保证了精度,又减少了工作量。

三、小 结

1. 模拟了两个春小麦品种——高原602和80-62-3的总生物量、叶重、叶面积、穗重、茎重及株高在整个生育期间的变化,并以此作为使用回归方法进行生长分析的基础。

2. 同时使用传统生长分析公式和回归方法对这两个春小麦品种进行了分析,主要分析指标有相对增长率、净同化率、叶面积相对增长率和作物增长率。两种分析方法所得结果比较接近,但回归方法能减小分析结果之间的方差和标准误,在某些方面优于传统分析方法。

3. 依据作物自身的生长发育规律,使用自相关的分析方法,研究了高原602和80-62-3不同器官和生长指标的变化特征,并以此确定了研究春小麦不同器官生长时的最适取样间隔期。高原602和80-62-3的取样间隔期基本一致,但研究不同器官的生长变化特征和生长指标时取样间隔期不同。

参 考 文 献

卢莉义次主编,1979,作物的光合作用与物质生产,科学出版社。

亨特·R, 1980, 植物生长分析,科学出版社。

雷宾诺维奇,1982,实验导论,计量出版社。

- Amer, F. A. and W. T. Williams, 1957, Leaf-area growth in *Pelargonium zonale*, *Ann. Bot.*, 21: 339—342.
- Arnott, R. A., 1975, A quantitative analysis of the endosperm-dependent seedling growth in grasses, *Ann. Bot.*, 39: 757—765.
- Bull, T. A., 1968, Expansion of leaf area per plant in field bean (*Vicia faba* L.) as related to daily maximum temperature, *J. Appli. Ecol.*, 5: 61—68.
- Causton, D. R. and J. C. Venus, 1981, The biometry of plant growth, Edward Arnold, London.
- Hughes, A. P. and P. R. Freeman, 1967, Growth analysis using frequent small harvests, *J. Appli. Ecol.*, 4: 553—560.
- Hurd, R. G., 1977, Vegetative plant growth analysis in controlled environments, *Ann. Bot.*, 41: 779—787.
- McGraw, R. L. and P. R. Beuselinck, 1983, Growth and seed yield characteristics of Birdsfoot trefoil, *Agronomy Journal*, 75: 443—446.
- Radford, P. J., 1967, Growth analysis formulae, their use and abuse, *Crop Science*, 7: 171—174.
- Rees, A. R., 1963, An analysis of growth of oil palms under nursery condition, II, The effects of spacing and season on growth, *Ann. Bot.*, 27: 615—626.
- Sivakumar, M. V. K. and R. H. Shaw, 1978, Methods of growth analysis in field-grown soya beans (*Glycine m × (L.) Merrill*), *Ann. Bot.*, 42: 213—222.
- Stanhill, G., 1977, Allometric growth studies of the carrot crop, I. Effects of plant development and cultivar, *Ann. Bot.*, 41: 533—540.
- Whale, D. M., Heilmeyer, H. and H. Milbrodt, 1985, The application of growth analysis to structured experimental designs and a new procedure for estimating unit leaf rate and its variance, *Ann. Bot.*, 56: 631—650.

DRY-MATTER PRODUCTION AND GROWTH ANALYSIS OF TWO VARIETIES OF SPRING WHEAT

Xiao Yu and Chen Jixian

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

Dry-matter production of two varieties of spring wheat—Plateau 602 and 80-62-3 was studied by mathematical simulation, and using the simulation equations as the basis for growth analysis by regression method. RGR, NAR, RLGR and CGR were calculated by classical and regression methods respectively. The results showed that there was higher correlation between calculated values of two methods. Regression method could decrease the variance and standard error of results, and was superior to classical one to some extent. According to growth laws of the two varieties, the autocorrelation analysis method was used to study the changeable characteristics of the various parts and growth indices. And by this, the optimum sampling intervals were decided for studying the growth in different organs. The optimum sampling intervals were basically the same for Plateau 602 and 80-62-3, but quite different for changeable characteristics and growth indices of various parts in the two different varieties.