

## 经验交流

## 马铃薯动态生理指标定点差异的比较

严红

(东北农业大学 哈尔滨 150030)

张宏

(哈尔滨理工大学 哈尔滨 150080)

吕文河

(东北农业大学 哈尔滨 150030)

## 1 前言

在马铃薯的科学研究中,经常遇到生理指标呈动态变化的资料,而目前多采用方差分析法比较所观测的各生育期间某种生理指标的静态差异,这种比较方法在使用中很受局限,如比较后一个生育期动态指标的差异,必须顾及前一个生育期的指标差异,否则将失去可比性;同时,对没有测定到的生育期无法比较等等。为此,本文仅就马铃薯动态生理指标的定点比较问题提出相应统计方法。

## 2 统计原理

对于线性回归方程  $\hat{y} = a + bt$ , 当  $t$  取  $t_0$  时,相应的  $\hat{y}_0 = a + bt_0$ 。由于不同水平或处理  $\hat{y}_0$  的估计误差不尽相同,所以仅凭  $\hat{y}_0$  的大小作为衡量不同水平或处理间的差异需作统计检验。

根据  $V(\hat{y}_0) = V(a + bt_0) =$

$\left[ \frac{1}{n} + \frac{(t_0 - \bar{t})^2}{\sum (t - \bar{t})^2} \right] S_y^2$ , 要比较第  $i$  与  $j$  水平或处理相应的  $\hat{y}_{i0}$  与  $\hat{y}_{j0}$  间差异,首先应检验两水平或处理的  $S_{\hat{y}}$  是否相等。即通过构造  $F =$

$\frac{S_{yi}^2}{S_{yj}^2} (S_{yi} > S_{yj})$  或  $\frac{S_{yj}^2}{S_{yi}^2} (S_{yi} < S_{yj})$  统计量来实现。

(1) 当  $F < F_{\alpha}(df_{ie}, df_{je})$  时,说明两水平或处理对应的回归方程估计误差方差一致,于是合并估计

$$S_y^2 = \frac{df_{ie} \cdot S_{yi}^2 + df_{je} \cdot S_{yj}^2}{df_{ie} + df_{je}}$$

再构造统计量

$$t = \frac{|\hat{y}_{i0} - \hat{y}_{j0}|}{V(\hat{y}_{i0} - \hat{y}_{j0})} = \frac{|(a_i - b_i t_0) - (a_j - b_j t_0)|}{S_{\hat{y}_0} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(t_0 - \bar{t})^2}{\sum (t - \bar{t})^2}}} \sim t_{(df_e)}$$

给定显著水准  $\alpha$  比较实际  $t$  与理论  $t_{\alpha(df_e)}$ , 借此判断两水平或处理动态指标第  $t_0$  时刻表现值间差异的显著性。

(2) 当  $F > F_{\alpha}(df_{ie}, df_{je})$  时,因为两回归方程估计误差方差不一致,此时需用修正的  $t$  检验法,如 *Apsin-Welch* 检验和 *Cochran* 检验法等<sup>[1]</sup>, 现以 *Cochran* 检验为例,说明检验步骤:

计算统计量

$$t = \frac{|\hat{y}_{i0} - \hat{y}_{j0}|}{\left[ \frac{1}{n} + \frac{(t_0 - \bar{t})^2}{\sum (t - \bar{t})^2} \right] \sqrt{(S_{yi}^2 + S_{yj}^2)}}$$

分别查两个理论  $t$  值  $t_{\alpha}(df_{ie})$  与  $t_{\alpha}(df_{je})$ , 实际  $t$  值与加权的理论  $t$  值比较,作统计推断。

加权的理论  $t_{\alpha} = k_{it} t_{\alpha}(df_{ie}) + k_{jt} t_{\alpha}(df_{je})$  其

中,  $k_i = \frac{S_{yi}^{2\cdot}}{S_{yi}^{2\cdot} + S_{yj}^{2\cdot}}, k_j = \frac{S_{yj}^{2\cdot}}{S_{yi}^{2\cdot} + S_{yj}^{2\cdot}}$

3 实 例

门福义等<sup>[2]</sup>实测了 3 个品种马铃薯不同生育期叶片钾含量的变化(见表 1)。

以观测时间  $t$  为自变量, 叶片钾含量为依变量  $y$ , 建立 3 品种的线性回归方程(见表 2)。

现比较  $t = 35$ , 即 7 月 20 日 3 品种叶片

钾含量的差异显著性。  
估计 3 品种 7 月 20 日的钾含量分别为:  
 $\hat{y}_{01} = 2.8450 - 0.0246 \times 35 = 1.984$   
 $\hat{y}_{02} = 2.0848 - 0.0111 \times 35 = 1.698$   
 $\hat{y}_{03} = 2.5012 - 0.0252 \times 35 = 1.618$   
由于  $F_{12} = \frac{0.2468^2}{0.0351^2} = 49.44 > F_{0.01(4,4)} = 15.98$ , 所以晋薯 2 号与内薯 3 号品种回归方程估计误差方差不齐;  $F_{23} = 15.10^*$  表明内薯 3 号与紫花白品种也不齐; 而  $F_{13} = 3.27_{ns}$  表明晋薯 2 号品种与紫花白品种相齐。

表 1 3 品种各生育时期叶片的含钾量(占干物重%)

| 测定日期   | 15/6 | 24/6 | 3/7  | 15/7 | 26/7 | 6/8  |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| t(天)   | 0    | 9    | 18   | 30   | 41   | 52   |
| 晋薯 2 号 | 3.05 | 2.73 | 2.10 | 1.90 | 1.80 | 1.80 |
| 内薯 3 号 | 2.05 | 2.00 | 1.90 | 1.80 | 1.60 | 1.50 |
| 紫 花 白  | 2.50 | 2.40 | 1.90 | 1.80 | 1.32 | 1.30 |

表 2 3 品种叶片钾含量变化的线性回归方程及统计结果

| 品 种    | 回归方程                           | r           | $S_y^2$ | $S_b^2$               |
|--------|--------------------------------|-------------|---------|-----------------------|
| 晋薯 2 号 | $\hat{y}_1 = 2.8450 - 0.0246t$ | - 0.9100 *  | 0.2468  | $5.60 \times 10^{-3}$ |
| 内薯 3 号 | $\hat{y}_2 = 2.0848 - 0.0111t$ | - 0.9898 ** | 0.0351  | $7.96 \times 10^{-4}$ |
| 紫 花 白  | $\hat{y}_3 = 2.5012 - 0.0252t$ | - 0.9712 ** | 0.1364  | $3.10 \times 10^{-3}$ |

以比较 7 月 20 日晋薯 2 号品种与内薯 3 号品种叶片钾含量差异为例, 求得实际

$$t = \frac{|1.984 - 1.698|}{\left(\frac{1}{6} + \left(\frac{35 - 25}{1940}\right)^2\right)(0.2468^2 + 0.0351^2)} = 2.456$$

由于两个比较对象的理论  $t$  相等, 即  $t_{0.05(4)} = 2.776$ , 故此处的理论  $t$  也为 2.776, 实际  $t < 2.776$ , 说明两品种在 7 月 20 日叶片钾的含量差异不显著。

同理推断晋薯 2 号品种与紫花白品种( $t = 2.779^*$ ) 间差异显著, 而紫花白品种与内薯 3 号品种( $t = 1.216$ ) 差异不显著。

参 考 文 献

1 吴仲贤·生物统计学·北京农业大学出版社, 1992  
2 门福义等·马铃薯不同品种淀粉积累生理基础研究——品种淀粉含量与叶部氮磷钾浓度的关系·马铃薯杂志, 1995, 9(4): 193~197