

СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА НА МОНОФАКТОРЕН ОПИТ СО ЃУБРЕЊЕ ПО АНАЛИЗА НА ВАРИЈАНСАТА

Кирил Филипоски
Институт за тутун - Прилеп

В О В Е Д

Во зависност од бројот на изучуваните фактори, полските опити се делат на монофакторни и полифакторни. Монофакторни опити се оние во кои се испитува само еден фактор. Обично, во монофакторните опити со ѓубрење или наводнување се испитува влијанието на N, P₂O₅ и K₂O во повеќе степени, т.е. повеќе дози на одреден елемент, или се испитуваат количините на вода за наводнување, или сортите на тутун или климатските услови преку годините на испитување. Монофакторните опити во кои испитуваните варијанти не се повеќе од 20 се поставуваат по методот на рандомизирани блокови. За да се изврши статистичка обработка на податоците од испитувањата, се поставува услов опитот да има 4 - 6

повторувања и варијантите да не се помалку од две, а бројот на степенот на слобода на грешката да биде поголем од 10.

Во поранешните изданија на ова списание презентиравме статија за статистичка обработка на податоците од резултатите од полските опити со ѓубрење и наводнување (Тутун/Tobacco Vol.51 бр.7-8 стр.212-227) и статија за поставување на полски опити од агрохемија (Тутун/Tobacco Vol.54 бр.3-4 стр.87-99). Но, поради тоа што во овие статии не беше обработена статистичката обработка на податоците за монофакторни опити, а поради побарувањата на студентите на последипломските студии како и на одредени научни работници, си зедевме обврска да го обработиме овој статистички метод.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД НА РАБОТА

Во статистичката постапка се појдува од поставката дека секој поединечен резултат се состои од две компоненти. Првата компонента е последица на поединечна појава, која е последица на влијанието на случајните фактори. Втората компонента произлегува од дејството на одреден експериментален агенс или фактор, т.е. од применетиот третман.

Статистичката постапка за тестирање и оцена на разликите од аритметичките средини на три или повеќе третмани или различни популации е позната под името анализа на варијанса, чиј автор е R.A. Fisher. При статистичката анализа практично можат да се пресметаат три варијанси, т.е. три неза-

висни оцени на варијанси. Првата е општа или тотална варијанса, втората е варијанса на групите или третманите и третата варијанса е внатре во самата група или во третманите, а се вика варијанса на грешката.

Со анализа на варијансата на монофакторен опит се испитува статистичката значајност на еден фактор во испитувањето, на пример: ѓубре, вода, начин на исхрана, агротехничка мерка, сорта или некој друг фактор.

Пред да се почне со статистичката обработка на податоците, потребно е да се изнајде степенот на слобода на грешката.

Бројот на степенот на слобода на грешката се најдува на следниот начин:

DF_e = Степен на слобода на грешката
(Degrees of Freedom)

$$DF_e = (n_t - 1) (n_b - 1) =$$

n_t = број на третмани (варијанти)

n_b = број на блокови (повторувања)

Пример:

$n_t = 5$ третмани (варијанти)

$n_b = 4$ блокови (повторувања)

$$DF_e = (5 - 1) \times (4 - 1) = 4 \times 3 = 12$$

$$DF_e = 12$$

Добиениот број на степени на слобода на грешката е 12, што значи дека е поголем

од 10, па според тоа опитот може варијационо - статистички да се обработува.

Таб.1. Принос на тутун (g/stalk)
Table 1. Tobacco yield (g/stalk)

| Варијанта Variants | Повторувања - Replications | | | | Просек Average g/stalk | % |
|-----------------------|----------------------------|----|-----|----|------------------------------|--------|
| | I | II | III | IV | | |
| ∅ | 8 | 9 | 8 | 7 | 8.0 | 100.00 |
| N ₁ PK | 12 | 13 | 15 | 13 | 13.2 | 165.00 |
| N ₂ PK | 13 | 14 | 14 | 15 | 14.0 | 175.00 |
| N ₃ PK | 16 | 16 | 14 | 15 | 15.2 | 190.00 |
| N ₄ PK | 14 | 15 | 15 | 14 | 14.5 | 181.25 |

ОБРАБОТКА НА ПОДАТОЦИТЕ ПО МЕТОДОТ НА АНАЛИЗА НА ВАРИЈАНСАТА

Статистичката анализа на резултатите од опити поставени по пат на случаен блок систем се врши по методот на дисперзиона анализа или анализа на варијансата предложена од Фишер (Fisher, 1958). Варијанса, претставува квадрат на стандардната девијација односно просек на квадратите на отстапувањата од средната вредност.

Во основа, анализата на варијансата претставува расчленување на општото варирање на делови кои се обусловени од изучуваните фактори и факторите кои ги следат, а кои се контролирани во опитот, и од делувањето на таканареченото остаточоно варирање кое се јавува во врска со експерименталната грешка.

Со анализата на резултатите од истражувањето треба да се утврди дали разликите помеѓу третманите се последица на случајното влијание на одделни фактори или се резултат на дејството на применетите агенси, т.е. од различните особини на самите третмани.

Методот на статистичка анализа,

т.е. анализа на варијансата нашол широка примена во биолошките науки, а посебно во поделелските, шумарските, медицинските и ветеринарните науки.

Пример: за пресметување по овој метод позајмивме еден опит од поранешните испитувања од Одделението за агротехника на тутунот, а за подобра прегледност вредностите од приносот на тутунот по страк ги заокруживме на цели броеви. Во овој опит, по пат на рандомизирани блокови се испитувало влијанието на минералното ѓубре NPK со различни дози на азот, т.е. N₁ 30 kg/ha; N₂ 45 kg/ha; N₃ 60 kg/ha и N₄ 90 kg/ha. Опитот е поставен во четири повторувања. Во опитот ќе се изврши споредување на факторот азот во четири варијанти и факторот почва преку четирите блокови.

Резултатите од полскиот опит поставени по рандомизиран блок систем, средени по варијанти на ѓубрење и блокови се поставуваат во табела, каде сумите од блоковите и третманите се квадратираат.

Табела 2 - Принос на тутунот во грамови по страк
Table 2 - Tobacco yield, g/stalk

| Блокови Blocks | Ѓубрени варијанти - третмани Fertilized variants - treatments | | | | | Сума на блоковите Sum of blocks X_b | Квадрат на блоковите Square of blocks X_b^2 |
|-------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|---|
| | ∅ | N ₁ PK | N ₂ PK | N ₃ PK | N ₄ PK | | |
| 1 | 8 | 12 | 13 | 16 | 14 | 63 | 3969 |
| 2 | 9 | 13 | 14 | 16 | 15 | 67 | 4489 |
| 3 | 8 | 15 | 14 | 14 | 15 | 66 | 4356 |
| 4 | 7 | 13 | 15 | 15 | 14 | 64 | 4096 |
| X_t | 32 | 53 | 56 | 61 | 58 | 260 | 16910 |
| X_t^2 | 1024 | 2809 | 3136 | 3721 | 3364 | 14054 | |

Анализа на резултатите од опитите по анализа на варијансата

1. F.K. = Фактор на корекција

$$F.K. = \frac{(\sum X)^2}{nT}$$

$(\sum x)^2$ = Вкупен принос на целиот опит

nT = Вкупен број на парцелки

2. SQ_{tot} = Сума на квадрати на вкупната тотална варијанса

$$SQ_{tot} = \sum x^2 - F.K.$$

$\sum x^2$ = Сума на квадрати на приносот од секоја парцелка

3. SQ_b = Сума на квадрати на варијансата на блоковите

$$SQ_b = \frac{\sum X_b^2}{n_t} - F.K.$$

$\sum X_b^2$ = Збир на сумите на квадрат на блоковите

X_b = Сума на блок

X_b^2 = Сума на квадрат на блок

n_t = Број на третмани

4. SQ_t = Сума на квадрати на варијансата на третманите

$$SQ_t = \frac{\sum X_t^2}{n_b} - F.K.$$

$\sum X_t^2$ = Збир на сумите на квадрат на третманите

X_t = Сума на третман

X_t^2 = Сума на квадрат на третман

n_b = Број на повторувања

5. SQ_e = Сума на квадратите на варијансата на грешката

$$SQ_e = SQ_{tot} - (SQ_b + SQ_t)$$

Користејќи ги погоре споменатите формули и податоци од Табела 2 статистичката анализа ќе тече на следниов начин:

$$1. F.K. = \frac{(260)^2}{20} = 3380$$

$$2. SQ_{tot} = 8^2 + 12^2 + 13^2 + \dots + 14^2 - FK = 3526 - 3380 = 146$$

$$3. SQ_b = \frac{3969 + 4489 + 4356 + 4096}{5} - FK = 2$$

$$4. SQ_t = \frac{1024 + 2809 + 3136 + 3721 + 3363}{4} - FK = \frac{14054}{4} - FK \quad SQ_t = 133,5$$

$$5. SQ_e = 146 - (2 + 133,5) = 10,5$$

Понатамошната постапка на статистичка анализа бара конструирање на табела за анализа на варијансата. За оваа табела, покрај добиените податоци, потребно е да се

утврди и бројот на степени на слободата **DF** (слободни варијанти) за вкупната варијанса и за одделните нејзини компоненти:

- Слободни варијанти (DF)

- ♦ Слободни варијанти за варијанса на блоковите (DF_b)
 $DF_b = n_b - 1 = 4 - 1 = 3$
- ♦ Слободни варијанти за варијанса на третманите (DF_t)
 $DF_t = n_t - 1 = 5 - 1 = 4$
- ♦ Слободни варијанти за варијанса на грешките (DF_e)
 $DF_e = DF_b \cdot DF_t = 3 \cdot 4 = 12$
- ♦ Слободни варијанти за варијанса на тоталот (DF_T)
 $DF_T = nT - 1 = 20 - 1 = 19$

Табела 3 - Завршна табела од анализата на варијанса
Table 3 -Final table of the analysis of variance

| Варијанса Variance | SQ | DF n - 1 | S ² | F емпириско | F - Теоретско | | t | | |
|-----------------------------|-------|-------------|----------------|----------------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | 5% | 1% | 5 % | 1% | 0,1% |
| Тотална Total | 146 | 19 | | | | | | | |
| Повторенија Replications | 2 | 3 | 0,67 | 0.76 | 3,490 | 5,953 | | | |
| Третмани Treatments | 133,5 | 4 | 33,375 | 38.14 | 3,259 | 5,412 | 2,179 | 3,055 | 4,318 |
| Грешки Errors | 10,5 | 12 | 0,875 | | | | | | |

Во понатамошната постапка на статистичката обработка на податоците презентирани во Табела 3, се пресметува вредноста на варијансата **S²** или MS (Mean Square - средина на квадратите). Пресметувањето се врши така што сумата на квадратите од изво-

рите на варирање се дели со вредноста од степенот на слободата **DF** (слободни варијанти) за одделните нејзини компоненти од изворите на варирање, односно на следниов начин:

- ♦ Варијанса на блоковите $S^2_b = \frac{SQ_b}{DF_b} = \frac{2}{3} = 0.67$
- ♦ Варијанса на третманите $S^2_t = \frac{SQ_t}{DF_t} =$
- ♦ Варијанса на грешката $S^2_e = \frac{SQ_e}{DF_e} = \frac{10.5}{12} = 0.875$

F - емпириската вредност во табелата се утврдува од односот на варијансата на третманите или блоковите и варијансата на грешката:

- ♦ F- емпириско за третмани $F_{emp\ t} = \frac{S^2_t}{S^2_e} = \frac{33.375}{0.875} = 38.14$
- ♦ F - емпириско за блокови $F_{emp\ b} = \frac{S^2_b}{S^2_e} = \frac{0.67}{0.875} = 0.76$

Теоретската вредност на F се наоѓа во таблицата за F - дистрибуција во местото каде што се сечат бројот на степени на слобода на третманите и на грешката. Теоретската вредност на F во таблицата се најдува за две нивоа на веројатност, и тоа за 0.05 и 0.01.

Ако теоретската вредност на F е помала од F - емпириската (експериментална) вредност, тогаш се продолжува со статистичката обработка на податоците. Ако табеларното (теоретско) F е поголемо од емпириското (експерименталното) F, тогаш разлики-

те во опитот не се значајни и не се продолжува со обработка на податоците. Во случај кога F - емпириската вредност на третманите е помала од табеларната, а F - емпириската вредност на блоковите е поголема од табеларното, тогаш разликите на вредностите во блоковите се резултат на неконтролирани фактори и податоците од истражувањето не се значајни и не се продолжува со анализата.

Во нашиов пример, експерименталното F на третманите изнесува 38,14 и е поголемо од теоретското F, а испитуваните третмани сигнификантно се разликуваат.

ТЕСТИРАЊЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ СО LSD-ТЕСТ

F - тестот ни дава само општа статистичка оценка за опитот и, иако е позитивна, сѐ уште не се знае кои од споредуваните варијанти на азотот и водата статистички сигурно се разликуваат меѓу себе. Поради тоа, се пристапува кон натамошна анализа на тестирањето.

Втор дел од статистичката анализа е тестирањето на разликите меѓу аритметичките средини и изнаоѓањето најмала сигнификантна разлика која се определува со помош на еден од статистичките тестови. Во нашиов случај го применивме LSD-тестот.

Cochran i Cox, loc. cit. J. Мулик (1969), го препорачуваат LSD - тестот како доста брз и практичен начин за пресметување. LSD - тестот е познат како најмала сигнификантна разлика и претставува скратеница на првите букви од англиските зборови со исто значење **Least Significant Difference**. Кога се користи за тестирање на поголем број третмани, овој тест ја има следнава формула:

$$LSD = sd \times t_{o,op}$$

sd = стандардна грешка на разликите помеѓу средините на два третмана,

$t_{o,op}$ = теоретски вредности на t за бројот на степените на слобода на варијансата на грешката и за одредено ниво на веројатност.

Добиените вредности на LSD - тестот се користат за споредување на сите разлики од средните вредности на варијантите. Во тој случај сите поголеми разлики од вредноста на LSD - тестот се статистички значајни за одреден степен на веројатност. Бидејќи кај LSD - тестот постојат три показатели на ниво на веројатност за 0,05, 0,01 и 0,001, толкувањето на резултатите е следно:

1. Сите разлики на LSD - тестот поголеми од 0,05, а помали од 0,01 можат да се сметаат за статистички значајни.

2. Сите разлики на LSD - тестот поголеми од 0,01, а помали од 0,001 се сметаат за доста статистички значајни.

3. Сите разлики на LSD тестот поголеми од 0,001 можат да се сметаат како високо статистички значајни.

$$LSD_{oop} = sd \times t$$

sd = Стандардна грешка. Се пресметува по формулата:

$$sd = \sqrt{\frac{2 \cdot S^2 e}{nb}}$$

t = Студентов показател - се наоѓа во табела (Прилог бр. I, при одреден степен на слобода на грешките и одредена вредност на веројатност (5%, 1%, 0,1%).

n_b = Број на повторувања (блокови)

$$LSD = t \times sd$$

$$sd = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,875}{4}} = 0,66$$

$$t_{0,05} = 2,179$$

$$t_{0,01} = 3,055$$

$$t_{0,001} = 4,318$$

$$LSD_{0,05} = t \cdot sd = 2,179 \times 0,66 = 1,44 \text{ g/растение}$$

$$_{0,01} = t \cdot sd = 3,055 \times 0,66 = 2,02 \text{ g/растение}$$

$$_{0,001} = t \cdot sd = 4,318 \times 0,66 = 2,85 \text{ g/растение}$$

Добиените вредности најчесто се пишуваат под самата табела и ни означуваат дека секоја разлика поголема од 1,44 g е статистички значајна за 0,05 или за 5%, секоја разлика поголема за 2,02 g е статистички доста значајна за 0,01 или 1%, и секоја разлика поголема од 2,85 g е статистички високо значајна за 0,001 или 0,1%.

ЗАКЛУЧОК

Врз основа на презентираната обработка на податоците од опитот со ѓубрење, со помош на анализа на варијансата и со F и LSD - тестот ни овозможува да се утврдат реалните сигнификантни разлики. Примената

на анализата на варијанса кај монофакторните опити овозможува правилна и децидна оценка на влијанието на ѓубрењето врз приносот на тутун по едно растение.

ПРИЛОГ I - Теоретски вредности на студентовиот показател t со три нивоа на статистичка значајност
Annex I - Theoretical values of the student's t -test with three levels of statistical significance

| Степен на слободата на грешките Degree of freedom for errors | p (значајност-significance) | | |
|--|-------------------------------|--------|---------|
| | 0,05 | 0,01 | 0,001 |
| 1 | 12,706 | 63,657 | 636,619 |
| 2 | 4,303 | 9,925 | 31,508 |
| 3 | 3,182 | 5,841 | 12,941 |
| 4 | 2,776 | 4,604 | 8,610 |
| 5 | 2,571 | 4,032 | 6,859 |
| 6 | 2,447 | 3,707 | 5,959 |
| 7 | 2,365 | 3,499 | 5,405 |
| 8 | 2,306 | 3,355 | 4,041 |
| 9 | 2,262 | 3,250 | 4,781 |
| 10 | 2,228 | 3,169 | 4,587 |
| 11 | 2,201 | 3,106 | 4,347 |
| 12 | 2,179 | 3,055 | 4,318 |
| 13 | 2,160 | 3,012 | 4,221 |
| 14 | 2,145 | 2,977 | 4,140 |
| 15 | 2,131 | 2,947 | 4,073 |
| 16 | 2,120 | 2,921 | 4,015 |
| 17 | 2,110 | 2,898 | 3,965 |
| 18 | 2,101 | 2,878 | 3,922 |
| 19 | 2,093 | 2,861 | 3,883 |
| 20 | 2,086 | 2,845 | 3,850 |
| 21 | 2,080 | 2,831 | 3,819 |
| 22 | 2,074 | 2,819 | 3,792 |
| 23 | 2,069 | 2,807 | 3,767 |
| 24 | 2,064 | 2,797 | 3,745 |
| 25 | 2,060 | 2,787 | 3,725 |
| 26 | 2,056 | 2,779 | 3,707 |
| 27 | 2,052 | 2,772 | 3,690 |
| 28 | 2,048 | 2,763 | 2,674 |
| 29 | 2,045 | 2,756 | 3,659 |
| 30 | 2,042 | 2,750 | 3,646 |
| 40 | 2,021 | 2,704 | 3,551 |
| 50 | 2,009 | 2,678 | 3,495 |
| 60 | 2,000 | 2,660 | 3,460 |
| 80 | 1,990 | 2,639 | 3,415 |
| 100 | 1,984 | 2,626 | 3,389 |
| 200 | 1,972 | 2,601 | 3,339 |
| 500 | 1,965 | 2,586 | 3,310 |
| ∞ | 1,960 | 2,576 | 3,291 |

Извор: Fisher, R. A., Yates, F.: Statistical Tables for Biological, Agricultural and medical Research. Oliver and Boyd, London, 1957. (Loc. cit. Muli}, 1969)

ПРИЛОГ II - Теоретски вредности на Фишеровиот показател F за $p = 0,05$
 Annex II - Theoretical values of the Fisher F-test for $p = 0,05$

| Степен на слободата на грешките - Degree of freedom for errors | Степен на слободата на варијантите - Degree of freedom for errors | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 12 | 24 | ∞ | | |
| 1 | 161,40 | 199,50 | 215,70 | 224,60 | 230,20 | 234,00 | 238,90 | 243,90 | 249,00 | 254,30 | | |
| 2 | 18,51 | 19,00 | 19,16 | 19,25 | 19,30 | 19,33 | 19,37 | 19,41 | 19,45 | 19,50 | | |
| 3 | 10,13 | 9,55 | 9,28 | 9,12 | 9,01 | 8,94 | 8,84 | 8,74 | 8,64 | 8,53 | | |
| 4 | 7,71 | 6,94 | 6,59 | 6,39 | 6,29 | 6,16 | 6,04 | 5,91 | 5,77 | 5,63 | | |
| 5 | 6,61 | 5,79 | 5,41 | 5,19 | 5,05 | 4,95 | 4,82 | 4,68 | 4,53 | 4,36 | | |
| 6 | 5,99 | 5,14 | 4,76 | 4,53 | 4,39 | 4,28 | 4,15 | 4,00 | 3,84 | 3,67 | | |
| 7 | 5,59 | 4,74 | 4,35 | 4,12 | 3,97 | 3,87 | 3,73 | 3,57 | 3,41 | 3,23 | | |
| 8 | 5,32 | 4,46 | 4,07 | 3,84 | 3,69 | 3,58 | 3,44 | 3,28 | 3,12 | 2,93 | | |
| 9 | 5,12 | 4,26 | 3,86 | 3,63 | 3,48 | 3,37 | 3,23 | 3,07 | 2,90 | 2,71 | | |
| 10 | 4,96 | 4,10 | 3,71 | 3,48 | 3,33 | 3,22 | 3,07 | 2,91 | 2,74 | 2,54 | | |
| 11 | 4,84 | 3,98 | 3,59 | 3,36 | 3,20 | 3,09 | 2,95 | 2,79 | 2,61 | 2,40 | | |
| 12 | 4,75 | 3,88 | 3,49 | 3,26 | 3,11 | 3,00 | 2,85 | 2,69 | 2,50 | 2,30 | | |
| 13 | 4,67 | 3,80 | 3,41 | 3,18 | 3,02 | 2,92 | 2,77 | 2,60 | 2,42 | 2,21 | | |
| 14 | 4,60 | 3,74 | 3,34 | 3,11 | 2,96 | 2,85 | 2,70 | 2,53 | 2,35 | 2,13 | | |
| 15 | 4,54 | 3,68 | 3,29 | 3,06 | 2,90 | 2,79 | 2,64 | 2,48 | 2,29 | 2,07 | | |
| 16 | 4,49 | 3,63 | 3,24 | 3,01 | 2,85 | 2,74 | 2,59 | 2,42 | 2,24 | 2,01 | | |
| 17 | 4,45 | 3,59 | 3,20 | 2,96 | 2,81 | 2,70 | 2,55 | 2,38 | 2,19 | 1,96 | | |
| 18 | 4,41 | 3,55 | 3,16 | 2,93 | 2,77 | 2,66 | 2,51 | 2,34 | 2,15 | 1,92 | | |
| 19 | 4,38 | 3,52 | 3,13 | 2,90 | 2,74 | 2,63 | 2,48 | 2,31 | 2,11 | 1,88 | | |
| 20 | 4,35 | 3,49 | 3,10 | 2,87 | 2,71 | 2,60 | 2,45 | 2,28 | 2,08 | 1,84 | | |
| 21 | 4,32 | 3,47 | 3,07 | 2,84 | 2,68 | 2,57 | 2,42 | 2,25 | 2,05 | 1,81 | | |
| 22 | 4,30 | 3,44 | 3,05 | 2,82 | 2,66 | 2,55 | 2,40 | 2,23 | 2,03 | 1,78 | | |
| 23 | 4,28 | 3,42 | 3,03 | 2,80 | 2,64 | 2,53 | 2,38 | 2,20 | 2,00 | 1,76 | | |
| 24 | 4,26 | 3,40 | 3,01 | 2,78 | 2,62 | 2,51 | 2,36 | 2,18 | 1,98 | 1,73 | | |
| 25 | 4,24 | 3,38 | 2,99 | 2,76 | 2,60 | 2,49 | 2,34 | 2,16 | 1,96 | 1,71 | | |
| 26 | 4,22 | 3,37 | 2,98 | 2,74 | 2,59 | 2,47 | 2,32 | 2,15 | 1,95 | 1,69 | | |
| 27 | 4,21 | 3,35 | 2,96 | 2,73 | 2,57 | 2,46 | 2,30 | 2,13 | 1,93 | 1,67 | | |
| 28 | 4,20 | 3,34 | 2,95 | 2,71 | 2,56 | 2,44 | 2,29 | 2,12 | 1,91 | 1,65 | | |
| 29 | 4,18 | 3,33 | 2,93 | 2,70 | 2,54 | 2,43 | 2,28 | 2,10 | 1,90 | 1,64 | | |
| 30 | 4,17 | 3,32 | 2,92 | 2,69 | 2,53 | 2,42 | 2,27 | 2,09 | 1,89 | 1,62 | | |
| 40 | 4,08 | 3,23 | 2,84 | 2,61 | 2,45 | 2,34 | 2,18 | 2,00 | 1,79 | 1,51 | | |
| 60 | 4,00 | 3,15 | 2,76 | 2,52 | 2,37 | 2,25 | 2,10 | 1,92 | 1,70 | 1,39 | | |
| 120 | 3,92 | 3,07 | 2,68 | 2,45 | 2,29 | 2,17 | 2,02 | 1,83 | 1,61 | 1,25 | | |
| ∞ | 3,84 | 2,99 | 2,60 | 2,37 | 2,21 | 2,09 | 1,94 | 1,75 | 1,52 | 1,00 | | |

ПРИЛОГ III - Теоретски вредности на Фишеровиот показател F за $p = 0,01$
 Annex III - Theoretical values of the Fisher F-test for $p = 0,01$

| Степен на слободата на грешките - Degree of freedom for errors | Степен на слободата на варијантите - Degree of freedom for errors | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 12 | 24 | ∞ | | |
| 1 | 4,052 | 4,999 | 5,403 | 5,625 | 5,764 | 5,859 | 5,981 | 6,106 | 6,234 | 6,366 | | |
| 2 | 98,49 | 99,00 | 99,17 | 99,25 | 99,30 | 90,33 | 90,36 | 99,42 | 99,46 | 99,50 | | |
| 3 | 34,12 | 30,81 | 29,46 | 28,71 | 28,24 | 27,91 | 27,49 | 27,05 | 26,60 | 26,12 | | |
| 4 | 21,20 | 18,00 | 16,69 | 15,98 | 15,52 | 15,21 | 14,80 | 14,37 | 13,93 | 13,46 | | |
| 5 | 16,26 | 13,27 | 12,06 | 11,39 | 10,97 | 10,67 | 10,29 | 9,89 | 9,47 | 9,02 | | |
| 6 | 13,74 | 10,92 | 9,78 | 9,15 | 8,75 | 8,47 | 8,10 | 7,72 | 7,31 | 6,88 | | |
| 7 | 12,25 | 9,55 | 8,45 | 7,85 | 7,46 | 7,19 | 6,84 | 6,47 | 6,07 | 5,65 | | |
| 8 | 11,26 | 8,65 | 7,59 | 7,01 | 6,63 | 6,37 | 6,03 | 5,67 | 5,28 | 4,86 | | |
| 9 | 10,56 | 8,02 | 6,99 | 6,42 | 6,06 | 5,80 | 5,47 | 5,11 | 4,73 | 4,31 | | |
| 10 | 10,04 | 7,56 | 6,55 | 5,99 | 5,64 | 5,39 | 5,06 | 4,71 | 4,33 | 3,91 | | |
| 11 | 9,65 | 7,20 | 6,22 | 5,67 | 5,32 | 5,07 | 4,74 | 4,40 | 4,02 | 3,60 | | |
| 12 | 9,33 | 6,93 | 5,95 | 5,41 | 5,06 | 4,82 | 4,50 | 4,16 | 3,78 | 3,36 | | |
| 13 | 9,07 | 6,70 | 5,74 | 5,20 | 4,86 | 4,62 | 4,30 | 3,96 | 3,59 | 3,16 | | |
| 14 | 8,86 | 6,51 | 5,56 | 5,03 | 4,69 | 4,46 | 4,14 | 3,80 | 3,43 | 3,00 | | |
| 15 | 8,68 | 6,36 | 5,42 | 4,89 | 4,56 | 4,32 | 4,00 | 3,67 | 3,29 | 2,87 | | |
| 16 | 8,53 | 6,23 | 5,29 | 4,77 | 4,44 | 4,20 | 3,89 | 3,55 | 3,18 | 2,75 | | |
| 17 | 8,40 | 6,11 | 5,18 | 4,67 | 4,34 | 4,10 | 3,79 | 3,45 | 3,08 | 2,65 | | |
| 18 | 8,28 | 6,01 | 5,09 | 4,58 | 4,25 | 4,01 | 3,71 | 3,37 | 3,00 | 2,57 | | |
| 19 | 8,18 | 5,93 | 5,01 | 4,50 | 4,17 | 3,94 | 3,63 | 3,30 | 2,92 | 2,49 | | |
| 20 | 8,10 | 5,85 | 4,94 | 4,43 | 4,10 | 3,87 | 3,56 | 3,23 | 2,86 | 2,42 | | |
| 21 | 8,02 | 5,78 | 4,87 | 4,37 | 4,04 | 3,81 | 3,51 | 3,17 | 2,80 | 2,36 | | |
| 22 | 7,94 | 5,72 | 4,82 | 4,31 | 3,99 | 3,76 | 3,45 | 3,12 | 2,75 | 2,31 | | |
| 23 | 7,88 | 5,66 | 4,76 | 4,26 | 3,94 | 3,71 | 3,41 | 3,07 | 2,70 | 2,26 | | |
| 24 | 7,82 | 5,61 | 4,72 | 4,22 | 3,90 | 3,67 | 3,36 | 3,03 | 2,66 | 2,21 | | |
| 25 | 7,77 | 5,57 | 4,68 | 4,18 | 3,86 | 3,63 | 3,32 | 2,99 | 2,62 | 2,17 | | |
| 26 | 7,72 | 5,53 | 4,64 | 4,14 | 3,82 | 3,59 | 3,29 | 2,96 | 2,58 | 2,13 | | |
| 27 | 7,68 | 5,49 | 4,60 | 4,11 | 3,78 | 3,56 | 3,26 | 2,93 | 2,55 | 2,10 | | |
| 28 | 7,64 | 5,45 | 4,57 | 4,07 | 3,75 | 3,53 | 3,23 | 2,90 | 2,52 | 2,06 | | |
| 29 | 7,60 | 5,42 | 4,54 | 4,04 | 3,73 | 3,50 | 3,20 | 2,87 | 2,49 | 2,03 | | |
| 30 | 7,56 | 5,39 | 4,51 | 4,02 | 3,70 | 3,47 | 3,17 | 2,84 | 2,47 | 2,01 | | |
| 40 | 7,31 | 5,18 | 4,31 | 3,83 | 3,51 | 3,29 | 2,99 | 2,66 | 2,29 | 1,80 | | |
| 60 | 7,08 | 4,98 | 4,13 | 3,65 | 3,34 | 3,12 | 2,82 | 2,50 | 2,12 | 1,60 | | |
| 120 | 6,85 | 4,79 | 3,95 | 3,48 | 3,17 | 2,96 | 2,66 | 2,34 | 1,95 | 1,38 | | |
| ∞ | 6,64 | 4,60 | 3,78 | 3,32 | 3,02 | 2,80 | 2,51 | 2,18 | 1,79 | 1,00 | | |

ПРИЛОГ IV - Теоретски вредности на Фишевиот показател F за $p = 0,001$
Annex IV - Theoretical values of the Fisher F-test for $p = 0,001$

| Степен на слободата на грешките - Degree of freedom for errors | елевџна слободата на варијантите - Degree of freedom for errors | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 12 | 24 | ∞ | | |
| 1 | 405,284 | 500,000 | 540,379 | 562,500 | 576,405 | 585,937 | 598,144 | 610,667 | 623,497 | 636,619 | | |
| 2 | 998,50 | 999,00 | 999,20 | 999,20 | 999,30 | 999,30 | 999,40 | 999,40 | 999,50 | 999,50 | | |
| 3 | 167,50 | 148,50 | 141,10 | 137,10 | 134,60 | 132,80 | 130,60 | 128,30 | 125,90 | 123,50 | | |
| 4 | 74,14 | 61,25 | 56,18 | 53,44 | 51,71 | 50,53 | 49,00 | 47,41 | 45,77 | 44,05 | | |
| 5 | 47,04 | 36,61 | 33,20 | 31,09 | 29,75 | 28,84 | 27,64 | 26,42 | 25,14 | 23,78 | | |
| 6 | 35,51 | 27,00 | 23,70 | 21,90 | 20,81 | 20,03 | 19,03 | 17,99 | 16,89 | 15,75 | | |
| 7 | 29,22 | 21,69 | 18,77 | 17,19 | 16,21 | 15,52 | 14,63 | 13,71 | 12,73 | 11,69 | | |
| 8 | 25,42 | 18,49 | 15,83 | 14,39 | 13,49 | 12,86 | 12,04 | 11,19 | 10,30 | 9,34 | | |
| 9 | 22,86 | 16,39 | 13,90 | 12,56 | 11,71 | 11,13 | 10,37 | 9,57 | 8,72 | 7,81 | | |
| 10 | 21,04 | 14,91 | 12,55 | 11,28 | 10,48 | 9,92 | 9,20 | 8,45 | 7,64 | 6,76 | | |
| 11 | 19,69 | 13,81 | 11,56 | 10,35 | 9,58 | 9,05 | 8,35 | 7,63 | 6,85 | 6,00 | | |
| 12 | 18,64 | 12,97 | 10,80 | 9,63 | 8,89 | 8,38 | 7,71 | 7,00 | 6,25 | 5,42 | | |
| 13 | 17,81 | 12,31 | 10,21 | 9,07 | 8,35 | 7,86 | 7,21 | 6,52 | 5,78 | 4,97 | | |
| 14 | 17,14 | 11,78 | 9,73 | 8,62 | 7,92 | 7,43 | 6,80 | 6,13 | 5,41 | 4,60 | | |
| 15 | 16,59 | 11,34 | 9,34 | 8,25 | 7,57 | 7,09 | 6,47 | 5,81 | 5,10 | 4,31 | | |
| 16 | 16,12 | 10,97 | 9,00 | 7,94 | 7,27 | 6,81 | 6,19 | 5,55 | 4,85 | 4,06 | | |
| 17 | 15,72 | 10,66 | 8,73 | 7,68 | 7,02 | 6,56 | 5,96 | 5,32 | 4,63 | 3,85 | | |
| 18 | 15,38 | 10,39 | 8,49 | 7,46 | 6,81 | 6,35 | 5,76 | 5,13 | 4,45 | 3,67 | | |
| 19 | 15,08 | 10,16 | 8,28 | 7,26 | 6,61 | 6,18 | 5,59 | 4,97 | 4,29 | 3,52 | | |
| 20 | 14,82 | 9,95 | 8,10 | 7,10 | 6,46 | 6,02 | 5,44 | 4,82 | 4,15 | 3,38 | | |
| 21 | 14,59 | 9,77 | 7,94 | 6,95 | 6,32 | 5,88 | 5,31 | 4,70 | 4,03 | 3,26 | | |
| 22 | 14,38 | 9,61 | 7,80 | 6,81 | 6,19 | 5,76 | 5,19 | 4,58 | 3,92 | 3,15 | | |
| 23 | 14,19 | 9,47 | 7,67 | 6,69 | 6,08 | 5,65 | 5,09 | 4,48 | 3,82 | 3,05 | | |
| 24 | 14,03 | 9,34 | 7,55 | 6,59 | 5,98 | 5,55 | 4,99 | 4,39 | 3,74 | 2,97 | | |
| 25 | 13,88 | 9,22 | 7,45 | 6,49 | 5,88 | 5,46 | 4,91 | 4,31 | 3,66 | 2,89 | | |
| 26 | 13,74 | 9,12 | 7,36 | 6,41 | 5,80 | 5,38 | 4,83 | 4,24 | 3,59 | 2,82 | | |
| 27 | 13,61 | 9,02 | 7,27 | 6,33 | 5,73 | 5,31 | 4,76 | 4,17 | 3,52 | 2,75 | | |
| 28 | 13,50 | 8,93 | 7,19 | 6,25 | 5,66 | 5,24 | 4,69 | 4,11 | 3,46 | 2,70 | | |
| 29 | 13,39 | 8,85 | 7,12 | 6,19 | 5,59 | 5,18 | 4,64 | 4,05 | 3,41 | 2,64 | | |
| 30 | 13,29 | 8,77 | 7,05 | 6,12 | 5,53 | 5,12 | 4,58 | 4,00 | 3,36 | 2,59 | | |
| 40 | 12,61 | 8,25 | 6,60 | 5,70 | 5,13 | 4,73 | 4,21 | 3,64 | 3,01 | 2,23 | | |
| 60 | 11,97 | 7,76 | 6,17 | 5,31 | 4,76 | 4,37 | 3,87 | 3,31 | 2,69 | 1,90 | | |
| 120 | 11,38 | 7,31 | 5,79 | 4,95 | 4,42 | 4,04 | 3,55 | 3,02 | 2,40 | 1,56 | | |
| ∞ | 10,83 | 6,91 | 5,42 | 4,62 | 4,10 | 3,74 | 3,27 | 2,74 | 2,13 | 1,00 | | |

Извори: Vianelli, S.: Prontuari per calcoli statistici. Edizioni Calderini. Bologna, 1967 (Loc. cit. Мулик, 1967)

ЛИТЕРАТУРА

1. Запрянов З., Маринков Е., 1978. Опитно дело с биометрија. Пловдив.
2. Милошевиќ Б., 1971. Статистика у медицинској пракси и медицинским истраживањима. Београд.
3. Мицковски Ј., 1960. Поставување на полски опити и пресметување на резултатите по методот случаен блок систем. Социјалистичко земјоделство, бр.5. Скопје.
4. Мулиќ Ј., 1969. Експериментална статистика применијена у пољопривреди. Сарајево.
5. Најческа Ц., 1974. Статистички критериуми за тестирање разлика средина по Duncan multiply range-тесту. Савремена пољо- привреда. Бр.5-6 Нови Сад.
6. Најческа Ц., 1980. Скрипта од предавања на постдипломските студии на Земјоделскиот факултет во Скопје. Скопје.
7. Најческа Ц., 1997. Селекција на растенијата со семепроизводство. Практикум. Скопје.
8. Најческа Ц., 2002. Експериментална статистика. Скопје.
9. Филипоски К., 2000. Можности за производство на тутун од типот берлеј во прилепско и Полог. Проект, Прилеп.
10. Филипоски К., 2001. Статистичка анализа на резултатите од полски опити со ѓубрење и наводнување. Тутун/Tobacco, Vol. 51, N° 7-8, 212-227. Прилеп.
11. Шанин Ј., 1977. Методика на полскиот опит. Софија.

STATISTICAL ANALYSIS OF MONOFACTORIAL TRIAL WITH FERTILIZATION BY THE ANALYSIS OF VARIANCE

K. Filiposki

Tobacco Institute - Prilep

SUMMARY

Data processed after fertilization trial by the analysis of variance and by the F and LSD - tests showed this method as suitable for objective estimation of the mon ofactorial trial. Application of the analysis of variance as a monofactorial trial allows correct estimation of the effect of fertilization upon tobacco yield per plant.

Author's address:

Kiril Filiposki

Tobacco Institute - Prilep

Republic of Macedonia