

Ю. КАЛАМ

## О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ПЛЕЯД В РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В настоящее время перед радиобиологами часто встает вопрос о том, какое влияние оказывает пострадиационная обработка семян различными веществами на физиологический и генетический эффекты облучения. В задачу настоящей работы входило сопоставление физико-химических свойств ряда двухвалентных металлов и показателей физиологического и генетического действия этих двухвалентных металлов при облучении различными дозами семян ячменя. Анализ и правильной оценке совокупности определяемых связей между отдельными признаками в значительной мере способствовал метод корреляционных плеяд, разработанный П. Терентьевым (Terentyev, 1931; Терентьев, 1959а, 1959б, 1960) и несколько модифицированный автором настоящей статьи. Этот метод требует знания коэффициентов корреляции между парами признаков во всех возможных комбинациях. Е. Ч. Олсон (Olson, 1957, 1958) учитывал лишь несомненно доказанные связи (критерий достоверности  $t \geq 3$ ). Однако более слабые связи, недоказанные из-за ограниченного объема выборочной совокупности (число особей у Е. Ч. Олсона только 20—30), могут иметь большое принципиальное значение, тем более, что, как отмечает П. Терентьев (1960), недоказанные связи не обязательно должны считаться неправильно намеченными. Для достоверного установления слабых корреляций у 15 300 растений  $\gamma_1$ -поколения ярового ячменя сорта 'Домен', выращенных в 1967 г., было определено девять признаков, кроме того учитывались хлорофильные мутации в  $\gamma_2$ -поколении (1968 г.) и хромосомные aberrации первого митотического деления в корешках ячменя при обработке теми же элементами при тех же дозах облучения. Для математической характеристики физико-химических свойств двухвалентных металлов использовался нормальный потенциал  $E^0$  и ионный радиус.

Результаты проведенного анализа корреляционных связей приводятся на рис. 1. Вместо корреляционного кольца или цилиндра Терентьева использовалась корреляционная спираль. На оси спирали отмечались абсолютные величины коэффициента корреляции. Все признаки, соединенные линиями в случае существования связи между ними, были расположены на протяжении одного витка.

Для описания плеяд определялись предложенные П. Терентьевым «мощность» ( $G$ ) и «крепость» ( $D$ ), а также изучалась конструкция плеяд. По мнению автора настоящей статьи, в целях математической характеристики конструкции плеяды можно ввести показатель «валентности» ( $V$ ), т. е. среднее число связей на один член плеяды. Легко заметить, что при конструкции «цепь» величина валентности может выражаться в пре-

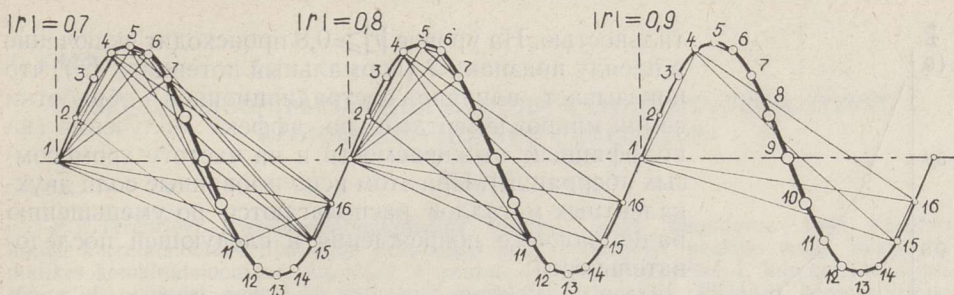


Рис. 1. Корреляционная спираль.

1 — доза облучения; 2 — нормальный потенциал  $E^0$ ; 3 — ионный радиус; 4 — частота хромосомных aberrаций; 5 — частота хлорофильных мутаций; 6 — количество типов хлорофильных мутаций; 7 — количество измененных растений в измененной семье; 8 — высота растений; 9 — число продуктивных побегов; 10 — число непродуктивных побегов; 11 — коэффициент выживаемости; 12 — длина колоса; 13 — ширина колоса; 14 — число колосков; 15 — число зерен; 16 — фертильность.

делах 1,0—2,0 (величина валентности приближается к максимальной величине, когда число членов плеяды  $n \rightarrow \infty$ ), при конструкции «звезда» — в пределах 1,5—2,0 и при конструкции «сеть» — в пределах 2,0— $(n-1)$ . Самостоятельный признак может рассматриваться как член с валентностью  $V=0$ .

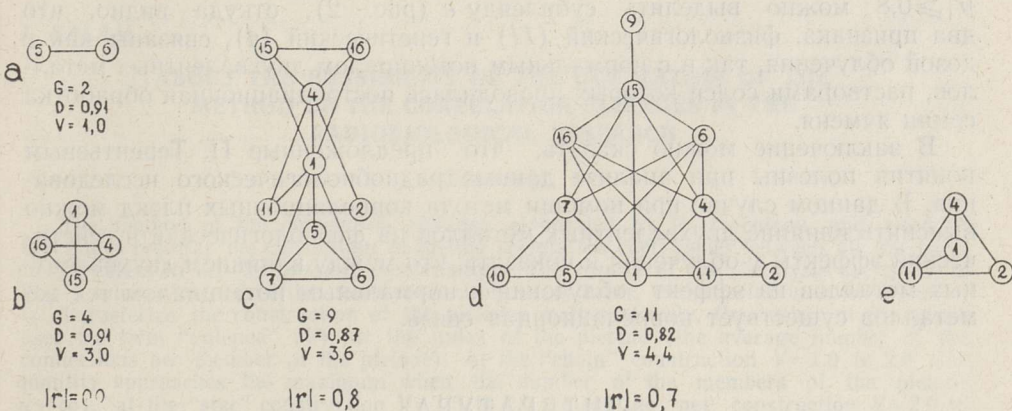


Рис. 2. Структуры корреляционных плеяд.

На уровне  $|r| \geq 0,9$  самостоятельными являются признаки: 2 — нормальный потенциал  $E^0$ , 3 — ионный радиус, 7 — количество измененных растений в измененной семье, 8 — высота растений, 9 — число продуктивных побегов, 10 — число непродуктивных побегов, 11 — коэффициент выживаемости, 12 — длина колоса, 13 — ширина колоса и 14 — число колосков. Остальные признаки (1 — доза облучения, 4 — частота хромосомных aberrаций, 5 — частота мутаций, 6 — количество типов хлорофильных мутаций, 15 — число зерен, 16 — фертильность) группируются в плеяды *a* и *b* (рис. 2). На уровне  $|r| \geq 0,8$  выделяется плеяда *c* и на уровне  $|r| \geq 0,7$  плеяда *d*. Изменения коэффициента гомогенности  $E$  (рис. 3) показывают непрерывное, почти плавное падение.

Бросается в глаза, что на высшем уровне ( $|r| \geq 0,9$ ) имеется корреляционная связь между дозой облучения и числом зерен в колосе, дозой облучения и частотой хромосомных aberrаций, дозой облучения и фер-

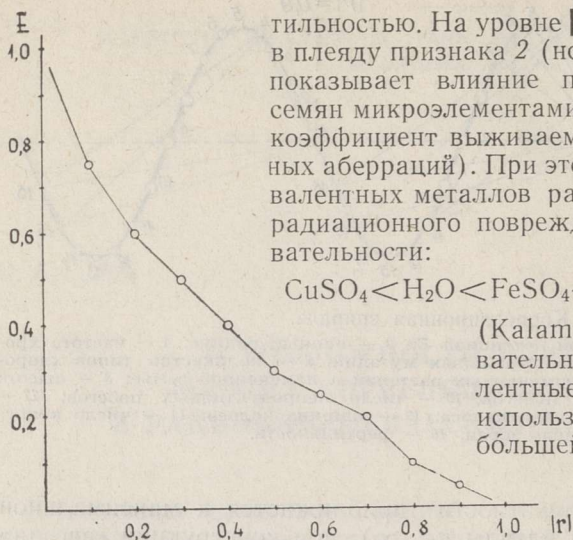
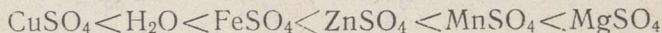


Рис. 3. Изменение коэффициента гомогенности.

тельностью. На уровне  $|r| \geq 0,8$  происходит включение в плеяду признака 2 (нормальный потенциал  $E^0$ ), что показывает влияние пострадиационной обработки семян микроэлементами на эффект облучения (на коэффициент выживаемости и на частоту хромосомных aberrаций). При этом использованные соли двухвалентных металлов располагаются по уменьшению радиационного повреждения в следующей последовательности:



(Kalam, 1970). В такой же последовательности располагаются двухвалентные металлы, содержащиеся в использованных солях, и по  $E^0$ . Для большей наглядности на уровне

$|r| \geq 0,8$  можно выделить субплеяду  $e$  (рис. 2), откуда видно, что два признака, физиологический (11) и генетический (4), связаны как с дозой облучения, так и с нормальным потенциалом двухвалентных металлов, растворами солей которых проводилась пострадиационная обработка семян ячменя.

В заключение можно сказать, что предложенные П. Терентьевым понятия полезны при анализе данных радиобиологического исследования. В данном случае при помощи метода корреляционных плеяд можно выяснить влияние двухвалентных металлов на физиологический и генетический эффекты  $\gamma$ -облучения и показать, что между влиянием двухвалентных металлов на эффект облучения и нормальным потенциалом тех же металлов существует корреляционная связь.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Терентьев П. В., 1959а. Корреляционные плеяды динамики численности пушных зверей. Тезисы докладов второго совещания по применению математических методов в биологии. ЛГУ : 49—50.
- Терентьев П. В., 1959б. Метод корреляционных плеяд. Вестник ЛГУ 9 : 137.
- Терентьев П. В., 1960. Дальнейшее развитие корреляционных плеяд. В кн.: Применение математических методов в биологии. ЛГУ : 27—36.
- Kalam J., 1970. Kahevalentsete metallide soolade lahustega odraseemnete kiiritusjärgse töötlemise mõjust kiirguskahjustuse kujunemisele  $\gamma_1$ -põlvkonnas. ENSV TA Toimet., Biol. 19 : 25—33.
- Olson E. C., 1957. Size-frequency distribution in samples of extinct organisms. J. Geol. 65 : 309—333.
- Olson E. C., 1958. Morphological integration. Chicago.
- Terentyev P. V., 1931. Biometrische Untersuchungen über die morphologischen Merkmale von *Rana ridibunda* Pall. Biometrika (1—2) : 23—51.

J. KALAM

## KORRELATSIOONIPLEAADIDE MEETODI KASUTAMISVÕIMALUSTEST RADIOBIOLOOGILISTES UURIMISTES

### Resüme

P. Terentjevi korrelatsioonipleaadide meetod, mida käesolevas töös kasutati, nõuab korrelatsioonikoefitsientide arvutamist kõikide tunnuste paaride vahel kõigis võimalikes kombinatsioonides. Analüüsi tulemused on toodud joonisel 1, kus korrelatsioonirõnga või -silindri asemel on kasutatud korrelatsioonispiraali. Pleaadi konstruktsiooni matemaatiliseks iseloomustamiseks on kasutatud pleaadi «valentsi» ( $V$ ), s. o. keskmist sidemete arvu pleaadi ühe liikme kohta. Ahelakujulise konstruktsiooni puhul  $V=1,0 \dots 2,0$  (väärtus läheneb maksimaalsele, kui pleaadi liikmete arv  $n \rightarrow \infty$ ), tähekujulise konstruktsiooni puhul —  $1,5 \dots 2,0$  ja võrgukujulise konstruktsiooni puhul —  $2,0$  kuni  $(n-1)$ . Iseseisva tunnuse  $V=0$ . Huvipakkuvad pleaadide struktuurid on kujutatud joonisel 2. Tasemel  $|r| \geq 0,8$  liitub pleaadide kahe sideme kaudu tunnus 2 (joon. 2c), mis näitab, et  $\gamma$ -kiirguse füsioloogilist (II) ja geneetilist (4) toimet mõjutavad kahevalentsete metallide soolade vesilahused, kusjuures nende mõju korreleerub katses kiiritusjärgseks töötlemiseks kasutatud soolades esinevate metallide normaalpotentsiaaliga  $E^0$  ( $P < 0,001$ , pleaadi «võimsus»  $G=9$ , «tugevus»  $D=0,87$  ja «valents»  $V=3,3$ ).

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Eksperimentaalbioloogia Instituut

Toimetusse saabunud  
27. V 1969

J. KALAM

## ABOUT THE POSSIBILITY OF THE UTILIZATION OF THE METHOD OF THE CORRELATION PLEIADES IN THE RADIOBIOLOGICAL RESEARCH

### Summary

The method of the correlation pleiades elaborated by P. Terentyev and used in this paper requires the calculation of all the correlation coefficients between all the pairs of characters in all the possible combinations. The results of the analysis are given in Fig. 1 where, instead of the correlation circle or cylinder, the correlation spiral is used. To characterize the construction of the pleiades mathematically, the author of the paper uses the term "valence" ( $V$ ) for the index of the pleiade (the average number of the connections per member of the pleiade). At the "chain" construction  $V=1.0$  to  $2.0$  (the quantity approaches the maximum when the number of the members of the pleiade  $n \rightarrow \infty$ ), at the "star" construction  $V=1.5$  to  $2.0$  and at the "net" construction  $V=2.0$  to  $(n-1)$ . In the independent character,  $V=0$ . The structures of the pleiades of greater interest are given in Fig. 2. At the level  $|r| \geq 0.8$ , the character 2 (Fig. 2c) joins the pleiade by two connections. This shows that the physiological (II) and genetic (4) influences of the gamma-rays are affected by the solutions of salts of bivalent metals, while their effect correlates with the normal potential ( $E^0$ ) of bivalent metals occurring in the salts used in the post-irradiational treatment ( $P < 0.001$ ; the "might" of the pleiade  $G=9$ ; the "strength"  $D=0.87$ ; and the "valence"  $V=3.3$ ).

Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Institute of Experimental Biology

Received  
May 27, 1969