DEZYDERY SZYMKIEWICZ

(Laboratoire de Botanique de la Faculté
Agricole et Forestière de l'Ecole
Polytechnique de Lwów)

OBSERVATIONS BIOMETRIQUES

IV. Correlation entre les nombres de fleurs tubuleuses et ligulées dans les capitules des Composées à ligules unisériées.

J'ai examiné quatre sortes des matériaux se rapportant au problème en question. C'étaient d'abord les capitules terminaux d'*Arnica montana*, recueillis sur les plantes spontanées aux environs de Lojowa près Nadwórna dans les Karpates Orientales. Deuxièmement les premiers capitules latéraux pris sur les mêmes plantes. Les capitules latéraux chez *Arnica* sont disposés par paires, mais ils ne sont pas exactement opposés dans chaque paire. Par suite, il est possible de choisir ceux qui sont le plus rapprochés du sommet de la tige.

J'ai examiné en outre les capitules terminaux de deux races géographiques de *Solidago Virga aurea*, cultivées dans le Jardin Botanique de Dublany des semences que je dois à l'extrême obligeance de M. le Prof. Soukatcheff. Je l'en remercie bien sincèrement. L'une de ces races (culture 305, récolte 1933) provenait de la péninsule de Kola des montagnes Khibine (66° 31' N, 32° 30' E). L'autre (culture 306, récolte 1933) était de la région de Samara des environs de Bouzoulouk (53° 30' N, 52° 20' E).

Je dois beaucoup de reconnaissance à MM les assistants K. Ernest, T. Szynal et J. Iwanicki qui m'ont aidé dans le pénible travail du dénombrement des fleurs dans les capitules.

La méthode des moindres carrés, appliquée au problème, a donné ce résultat que le nombre de fleurs tubuleuses (fleurons) est une fonction linéaire du nombre correspondant de fleurs ligulées (ligules), comme on le voit très nettement sur les graphiques (fig. 32 et 33). Cette fonction est différente pour les deux sortes des capitules d'*Arnica*. Les deux races de *Solidago* ont fourni également deux fonctions différentes. Ce résultat est remarquable, parce qu'il démontre que le nombre de fleurs dans un capicule n'est pas régi par l'espace disponible pour la formation des fleurs. En effet, la surface plane du receptacle occupée par les fleurons augmente proportionnellement au carré de la circonférence occupée par les ligules. Par conséquent, si les nombres de fleurs dépendaient de l'espace disponible, le nombre de fleurons serait une fonction de second degré du nombre de ligules et non une fonction linéaire, comme il en est en réalité.

Ces rapports se présentent autrement dans les capitules ayant les ligules multisériées, disposées non en verticille,

Fig. 32. *Arnica montana*. En haut: capitules terminaux, en bas: premiers capitules latéraux.

Fig. 33. *Solidago Virga aurea*. Capitules terminaux. En haut: la race de Kola, en bas: la race de Samara.

mais en spirale, comme cela est le cas chez *Aster*. Je reviendrai à cette question dans une prochaine communication.

Je donne plus bas les détails des résultats.

1. Les capitules terminaux d'Arnica. La table I donne les matériaux groupés en une table de corrélation. Les nombres de fleurons étant assez élevée, ils ont été classés par cinq. Les chiffres qui s'y rapportent dans les tables I—IV représentent les centres des classes. Une classe n contient les nombres: $5n - 2$, $5n - 1$, $5n$, $5n + 1$, $5n + 2$. Les nombres de ligules sont donnés sans aucune réduction.

Nous adoptons l'équation de regression sous la forme:

$$Y = [y] + b(x - [x])$$

où Y est le nombre moyen calculé de fleurons correspondant à x ligules et b est le coefficient de regression. Les symboles $[x]$ et $[y]$ indiquent les moyennes totales des nombres de ligules et de fleurons.

Le calcul donne:

$$[x] = 18.7591 \pm 0.0997$$

$$[y] = 23.1215 \pm 0.1446$$

$$b = 0.86603 \pm 0.04057$$

Nous déduirons de l'équation de regression les valeurs de Y , correspondant aux différentes valeurs de x et nous les comparerons aux moyennes observées des nombres de fleurons que nous désignerons par les symboles $[y]_x$ (table II).

TABLE II.
Arnica. Capitules terminaux.

x	$[y]_x$	Y	$[y]_x - Y$
7	21,00	12,91	8,09
10	11,00	15,51	— 4,51
11	19,00	16,37	2,63
12	16,67	17,24	— 0,57
13	18,06	18,10	— 0,04
14	18,48	18,97	— 0,49
15	19,42	19,84	— 0,42
16	20,89	20,70	0,19
17	21,77	21,57	0,20
18	21,73	22,44	— 0,71
19	23,68	23,30	0,38
20	24,06	24,17	— 0,11
21	25,64	25,03	0,61
22	26,49	25,90	0,59
23	25,92	26,77	— 0,85
24	27,85	27,63	0,22
25	28,58	28,50	0,08
26	27,80	29,36	1,56
27	31,40	30,23	— 1,17
30	35,50	32,83	2,67
37	30,00	38,89	— 8,89

TABLE III.

Aprica. Premiers capitules latéraux.

Fleurs ligulées																			Total
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	25		
Fleurs tubuleuses																			
6	—	—	—	1	6	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	
7	—	1	4	5	5	12	12	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	39	
8	—	1	2	4	12	19	20	15	7	3	—	—	—	—	—	—	—	83	
9	1	—	1	4	16	23	36	27	19	8	4	1	—	—	—	—	—	140	
10	—	—	—	5	13	26	37	33	26	22	6	3	1	—	—	—	—	172	
11	—	—	1	2	7	20	24	39	44	20	16	2	5	—	—	—	—	180	
12	—	—	—	3	3	8	16	22	33	24	13	1	4	—	—	—	—	129	
13	—	—	—	1	1	6	16	20	15	15	8	6	4	—	—	1	—	92	
14	—	—	—	—	2	8	8	10	9	7	7	7	3	—	—	1	—	55	
15	—	—	—	—	2	—	1	1	7	3	4	4	3	1	—	—	—	25	
16	—	—	—	—	—	1	1	1	2	1	2	4	1	1	—	—	—	17	
17	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	5	
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	3	
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	2	
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	2	
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	
Total	1	2	8	24	63	117	171	170	165	105	60	32	21	8	4	2	1	1	955

Reste encore de déterminer la déviation moyenne des données d'observation de l'équation de regression. Nous la calculerons d'après la formule:

$$A = \sqrt{\frac{\sum n_x ([y]_x - Y)^2}{k - 2}}$$

où n_x est la fréquence des différentes valeurs de x et k est leur nombre. La formule donne $A = 3.6488$.

Nous allons comparer cette déviation à la déviation moyenne des nombres de fleurons, correspondant aux différents nombres de ligules, de leurs moyennes respectives $[y]_x$. Cette dernière déviation est calculée au moyen de la formule:

$$B = \sqrt{\frac{\sum (y - [y])^2 - \sum n_x ([y]_x - [y])^2}{n - k}}$$

où n est le nombre total des observations.

On obtient $B = 3.4520$. Ainsi A est légèrement supérieur à B : $A/B = 1.0570$. Ceci est admissible. En effet, l'exemple classique de la corrélation entre la taille des fils et celle des pères donne $A = 2.6434$ et $B = 2.3231$, d'où on déduit $A/B = 1.1379$. Dans le traité de Fisher ¹⁾ (pp. 219 — 223) nous trouvons un autre exemple de la corrélation, où le rapport A/B s'élève même à 3.4684 ($A = 7.5233$, $B = 2.1697$).

2. Arnica. Premiers capitules latéraux. De la table de corrélation (table III) on déduit:

$$[x] = 13.1602 \pm 0.0733$$

$$[y] = 10.8869 \pm 0.0232$$

$$b = 0.55780 \pm 0.01949$$

La comparaison de $[y]_x$ et Y est donnée dans la table IV. Enfin on obtient $A = 2.5882$, une valeur pas trop supérieure à $B = 1.9069$, car $A/B = 1.3572$.

3. Solidago de Kola. Capitules terminaux. Les nombres de fleurs dans les capitules de *Solidago* n'étant pas très

¹⁾ Fisher R. A. Statistical methods for research workers. Second edition. Edinburgh-London 1928.

TABLE IV.

Arnica. Premiers capitules latéraux.

x	$[y]_x$	Y	$[y]_x - Y$
6	9,00	6,89	2,11
7	7,50	7,45	0,05
8	7,25	8,00	— 0,75
9	8,92	8,57	0,35
10	9,06	9,12	— 0,06
11	9,76	9,68	0,08
12	10,15	10,24	— 0,09
13	10,83	10,80	0,03
14	11,18	11,36	— 0,18
15	11,47	11,91	— 0,44
16	12,03	12,47	— 0,44
17	13,91	13,03	0,88
18	13,05	13,59	— 0,54
19	15,00	14,14	0,86
20	16,50	14,70	1,80
21	18,00	15,26	2,74
23	14,00	16,38	— 2,38
25	20,00	17,49	2,51

grands, je les donne sans réduction. De la table de corrélation (table V) on déduit:

$$[x] = 10,7439 \pm 0,0694$$

$$[y] = 26,4491 \pm 0,0529$$

$$b = 1,36814 \pm 0,06784$$

La table VI donne la comparaison entre les valeurs de $[y]_x$ et Y . On obtient en outre $A = 7,7223$ et $B = 3,9694$. Le rapport A/B , égal à 1,9455, est ici plus élevé que dans les deux cas précédents, mais il est encore admissible.

TABLE V.
Solidago de Kola. Capitules terminaux.

		Fleurs ligulées																Total
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Fleurs tubulenses	12	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
	13	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	
	15	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
	16	—	—	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	
	17	—	—	1	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	
	18	—	1	3	3	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	
	19	—	1	2	5	3	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	15	
	20	1	3	9	8	6	5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	35	
	21	1	6	12	10	10	3	2	1	—	—	—	—	—	—	—	45	
	22	2	2	5	12	7	7	3	4	—	—	—	—	—	—	—	42	
	23	—	2	10	16	9	20	11	1	1	—	—	—	—	—	—	70	
	24	—	2	14	17	13	28	12	5	—	—	—	—	—	—	—	91	
	25	—	1	7	12	19	16	8	3	1	1	—	—	—	—	—	68	
	26	—	2	5	8	22	23	12	7	1	1	—	1	—	—	—	82	
	27	—	—	5	5	14	17	7	6	1	2	—	—	—	—	—	56	
	28	—	—	3	8	8	18	18	6	2	2	1	—	—	—	—	66	
	29	—	—	2	3	8	16	13	10	3	1	—	—	—	—	—	56	
	30	—	1	—	2	8	14	11	12	2	2	—	—	—	—	—	52	
	31	—	—	—	1	6	4	10	9	4	—	—	—	1	—	—	35	
	32	—	—	—	—	3	8	9	4	—	2	1	—	—	—	—	27	
	33	—	—	—	3	3	3	5	7	3	2	1	—	—	1	—	28	
	34	—	1	—	1	1	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	7	
	35	—	—	1	—	2	5	2	2	3	1	—	1	—	—	—	17	
	36	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	4	
	37	—	—	—	—	—	1	2	—	2	2	—	1	—	—	—	8	
	38	—	—	—	—	—	1	2	2	1	—	—	1	—	—	—	8	
	39	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	3	
	40	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	4	
	41	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	3	
	42	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	
	43	—	—	—	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	3	
	45	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	
	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	
Total		6	22	80	121	147	198	137	85	29	18	4	5	2	1	855		

TABLE VI.

Solidago de Kola. Capitules terminaux.

x	$[y]_x$	Y	$[y]_x - Y$
6	18,33	19,96	— 1,63
7	22,82	21,33	1,49
8	23,12	22,69	0,43
9	23,54	24,06	— 0,53
10	25,50	25,43	0,07
11	26,53	26,80	— 0,27
12	28,09	28,17	— 0,08
13	30,41	29,54	0,87
14	32,10	30,90	1,20
15	31,66	32,28	— 0,62
16	33,50	33,64	0,14
17	35,40	35,01	0,39
18	39,50	36,38	3,12
19	33,00	37,44	— 4,74

4. *Solidago* de Samara. Capitules terminaux. De la table de corrélation (table VII) on déduit:

$$[x] = 10.4191 \pm 0.1023$$

$$[y] = 23.5491 \pm 0.2802$$

$$b = 1.18006 \pm 0.13753$$

La table VIII donne la comparaison entre les valeurs de $[y]_x$ et Y . On obtient en outre $A = 6.3717$ et $B = 4.6494$. Le rapport A/B , égal à 1.3704, est plus petit que dans le cas précédent.

TABLE VII.
Solidago de Samara. Capitules terminaux.

		Fleurs ligulées															Total
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17			
Fleurs tubuleuses	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1		
	11	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1		
	12	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2		
	13	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1		
	14	—	—	1	—	1	—	2	1	—	—	—	—	—	5		
	15	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	3		
	16	—	—	1	1	2	1	1	1	—	—	—	—	—	7		
	17	—	—	—	2	5	3	—	2	—	—	—	—	—	12		
	18	—	—	—	—	7	3	6	3	2	1	—	—	—	22		
	19	—	—	—	2	5	6	7	3	2	—	—	—	—	25		
	20	—	—	—	—	1	6	3	5	2	1	—	—	—	18		
	21	—	1	1	3	1	6	6	5	3	6	—	—	—	32		
	22	—	—	—	—	2	8	6	4	2	—	—	—	—	22		
	23	—	—	—	—	1	5	5	7	6	3	—	—	—	27		
	24	—	—	—	1	2	4	7	5	10	2	1	—	—	32		
	25	—	—	—	2	2	3	6	3	6	2	—	1	—	25		
	26	—	—	—	1	1	4	6	5	6	3	—	—	—	26		
	27	—	—	—	—	3	1	3	4	1	4	—	—	—	16		
	28	—	—	—	—	—	—	1	2	—	2	—	—	—	5		
	29	—	—	—	—	—	2	1	10	3	2	1	1	—	20		
	30	—	—	—	—	1	—	2	4	1	2	1	—	—	11		
	31	—	—	—	—	—	2	1	—	2	3	3	—	—	11		
	32	—	—	—	—	1	—	—	1	3	—	2	—	—	7		
	33	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	4		
	34	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1		
	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2		
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	3			
37	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1			
38	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1			
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2			
47	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1			
Total		1	1	3	15	35	55	68	66	52	37	10	2	1	346		

TABLE VIII.

Solidago de Samara. Capitules terminaux.

x	$[y]_x$	Y	$[y]_x - Y$
4	11,00	15,97	— 4,97
5	21,00	17,15	3,85
6	17,00	18,33	— 1,33
7	19,20	19,51	— 0,31
8	20,77	20,69	0,08
9	21,74	21,87	— 0,13
10	22,54	23,05	— 0,51
11	24,20	24,23	— 0,03
12	25,48	25,41	0,07
13	24,24	26,59	— 2,35
14	32,20	27,77	4,43
15	27,00	28,95	— 1,95
17	35,00	31,31	3,69

V. Les *Senecio* de la section *Sarracenici*.

Grâce aux cultures du Jardin Botanique de Dublany, j'ai pu compléter mes études sur ces plantes, publiées en 1922¹⁾. J'ai étudié alors la constitution des capitules, en me basant pour la plupart sur les herbiers. Par suite, j'ai été forcé de prendre souvent au hasard les capitules latéraux, car les capitules terminaux qui se développent avant tous les autres étaient le plus souvent défleuris. Or la constitution des capitules latéraux est plus ou moins variable et dépend de leur position sur la tige. Les résultats étaient en conséquence chargés d'erreurs d'autant plus grandes que la variabilité des capitules latéraux étaient plus vaste. Dans la section *Sarracenici* cette variabilité est restreinte. Néanmoins il est intéressant de préciser la question.

Je commence par l'espèce sibérienne *S. octoglossus* D. C. qualifiée à tort par les botanistes russes comme *S. nemorensis* L. qui est une espèce exclusivement européenne et même

¹⁾ Szymkiewicz D. Etudes biométriques sur les espèces des genres *Senecio* et *Ligularia* — Kosmos. 1922 (en polonais avec un résumé en français).

cantonnée dans l'Europe occidentale et centrale, ne dépassant pas le Dnièpr. L'aire de *S. octoglossus* est séparée de celle de *S. nemorensis* par les plaines de la Russie centrale et commence dans la région Nord-Est de la Russie d'Europe, en englobant la région d'Oural et toute la Sibérie jusqu'à l'Océan Pacifique. Les plantes de l'Europe centrale et occidentale, appelées *S. octoglossus*, n'appartiennent pas à cette espèce.

Grâce à l'obligeance de M. le Prof. Soukatcheff, j'ai pu multiplier *S. octoglossus* véritable, en partant des semences provenant d'une station de la région de Baïkal (culture 355, récolte 1933). Cette culture m'a donné pour les capitules terminaux les séries statistiques suivantes:

Folioles internes de l'involucre.

8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	1	7	23	34	229	4	2	1

Fleurs ligulées.

5	6	7	8	9	10	11
1	2	14	277	4	4	1

Fleurs tubuleuses.

20—22	23—25	26—28	29—31	32—34	35—37	38—40
7	31	75	73	49	35	14
41—43		44—46	47—49			
5		2	2			

Malheureusement je n'ai pu établir les cultures de *S. nemorensis*, cette espèce étant assez rare en Pologne, contrairement à l'espèce voisine *S. Fuchsii* Gmel., qui est très commune dans les régions montagneuses. Je me borne donc à reproduire ici les données de la publication citée (p. 584). Ces données résument l'examen de 25 exemplaires d'herbier, dans lesquels j'ai pris 5 capitules latéraux au hasard par exemplaire. La différence entre les capitules terminaux et latéraux dans cette espèce n'étant pas grande, on peut comparer ces données à celles concernant les capitules terminaux de *S. octoglossus*. Nous avons donc pour les capitules latéraux de *S. nemorensis*:

Folioles internes de l'involucre.

6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	21	24	45	21	6	4

Fleurs ligulées.

3	4	5	6	7	8
5	18	95	4	2	1

Fleurs tubuleuses.

8—10	11—13	14—16	17—19	20—22	23—25
3	20	41	33	16	1

On voit que la différence entre *S. nemorensis* et *S. octoglossus* est très nette dans toutes les parties du capitule.

Par la constitution de ses capitules *S. octoglossus* se rapproche beaucoup de *S. sarracenicus* qui s'en distingue nettement par son appareil végétatif (stolons souterrains, feuilles dentées en scie), tandis que ce dernier chez *S. octoglossus* et *S. nemorensis* n'accuse que les différences difficiles à caractériser. Les cultures de Dublany, obtenues au moyen des semences provenant des différents jardins botaniques européens, ont donné pour les capitules terminaux les séries suivantes:

Folioles internes de l'involucre (culture 210, récolte 1932)

12	13
11	19

Fleurs ligulées (culture 4, récolte 1928)

5	6	7	8	8
1	7	29	75	2

Fleurs tubuleuses (ditto)

17—19	20—22	23—25	26—28	29—31	32—34	35—37
6	19	25	32	19	12	1

J'ai étudié en outre les capitules terminaux de *S. Fuchsii* Gmel. sur les plantes spontanées, recueillies dans deux stations polonaises: aux environs de Skole dans les Karpates Orientales et dans les montagnes de Ste-Croix. Cette dernière station m'a donné pour les folioles internes de l'involucre:

8	9	10	11
9	3	3	1

Les matériaux de Skole ont fourni les séries:

Fleurs ligulées

3	3	5	5	7	8
2	10	136	28	13	7

Fleurs tubuleuses

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	2	3	13	19	24	37	33	18
			17	18	19	20	21	22		
			14	11	9	3	4	3		