

Acta Societatis Botanicorum Poloniae

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne

Komitet Redakcyjny — Comité de Rédaction:

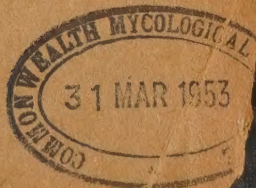
B. Hryniewiecki (Warszawa), *St. Kulczyński* (Wrocław),
B. Niklewski (Poznań), *Fr. X. Skupiński* (Łódź),
W. Szafer (Kraków), *P. Wiśniowski* (Lublin), *J. Zabłocki* (Toruń).

Redaktorzy — Rédacteurs:

K. Bassalik (Warszawa), *W. Gajewski* (Warszawa)



WARSZAWA



TREŚĆ — SOMMAIRE:

Vol. XXII. Nr 1.

	Str.
G ó r s k i F.: Contribution to the theory of limiting factors	1
M o l é - B a j e r J.: Influence of hydration and dehydration on mitosis II	33
G u m i ń s k i S. i G u m i ń s k a Z.: Dalsze badania nad mechanizmem działania próchnicy na organizm roślin — Recherches ultérieures sur le mécanisme de l'activité de l'humus sur l'organisme végétale	45
T r u s z k o w s k a W., K o p e ć A., H a l i c k a E.: Dynamika rozwojowa mykorhizy u kukurydzy i końskiego zębu — La dynamique du développement des mycorrhizes observées chez les quatres variétés de Zea mais	65
K o r n a ś J.: <i>Botrychium lanceolatum</i> (Gmel.) Angström — nowy dla flory polskiej gatunek paproci — <i>Botrychium lanceolatum</i> (Gmel.) Angström — une fougère nouvelle pour la flore de la Pologne	77
S ł a b e ń k a - S z w e y k o w s k a A.: Wiciowce roślinne zebrane w okolicach Gór Stołowych — Les Phytoflagellées collectées dans les montagnes Góry Stołowe	85
K a d ł u b o w s k a J. Z.: Występowanie ogników rdzy kreskowej (<i>Puccinia graminis</i> Pers.) na obu stronach liści kwaśnicy zwyczajnej (<i>Berberis vulgaris</i> L.) Formation des écidies de <i>Puccinia graminis</i> Pers. sur les deux faces des feuilles de <i>Berberis vulgaris</i> L.	93
N e s p i a k A.: Badanie mykotrofizmu roślinności alpejskiej ponad granicą kosodrzewiny w granitowych Tatrach — Mycotrophy of the alpine vegetation of the Tatra Mountains	97
C z a p l i ń s k a St.: Dynamika rozwojowa mykorhizy u topinambura i słonecznika — Untersuchungen über die Entwicklung der Helianthus-Mykorrhizen	127
P a c h l e w s k i R.: Badania mykotrofizmu siewek modrzewia polskiego i sudeckiego w naturalnych i sztucznych warunkach rozwoju — Mycotrophy of the seedlings of <i>Larix polonica</i> and <i>L. sudectica</i> in natural and artificial conditions	133
M i c h a l s k a A.: Badania cytologiczne nad rodzajem <i>Luzula</i> — Cytological investigations on <i>Luzula</i>	169
S i e m i ń s k a J.: <i>Anabaena Scheremetievi</i> E l e n k. w Jeziorze Rożnowskim — <i>Anabaena Scheremetievi</i> E l e n k. in the Lake at Rożnów	187
S z u l c z e w s k i J. W.: O skręcie rozdętym — The torsion of the stem	203
S t e c k i K. i B o g d a ń s k i K.: Teratologie kwiatu i przykwiatków u <i>Caltha palustris</i> L. — Teratologie des fleurs et des bractées chez <i>Caltha palustris</i> L.	207
P a w ł o w s k a St.: O kilku skalnicach karpaccich i bałkańskich — De nonnullis Saxifragis carpatidis et balcanicis	225
P a w ł o w s k i B.: Przywrotniki zebrane w czasie trzech podróży bałkańskich — <i>Alchemillae</i> in tribus itineribus Balcanicis lectae	245
C z u b i ń s k i Z.: Feliks Józef Krawiec — Souvenir posthume	259

Contribution to the theory of limiting factors

F. GÓRSKI

(Wpłynęło dn. 20. XII. 1951 r.)

I

The theory of limiting factors, formulated in 1905 by F. F. Blackmann, is an attempt to determine more precisely the interdependence of factors controlling physiological processes, especially the carbon dioxide assimilation. The theory states that „when a process is conditioned as to its rapidity by a number of separate factors, the rate of the process is limited by the pace of the „slowest “ factor“ (Blackmann, 1905). If moreover we assume that the rate of the process is proportional to the intensity of the slowest factor, then it follows from the theory that on a graph the curve relating the rate to the intensity of the factor in question takes the form of two intersecting segments. Thus in the case of light the first segment represents the rate of photosynthesis for such intensities of light for which light is the limiting factor, while the second, parallel to the X axis, corresponds to the photosynthetic activity for light intensities sufficiently high for some other factor to become the limiting agent. The value at which there is a transition from the limitation by one factor (the light) to the limitation by another factor is the transition value (van den Honert, 1930).

Blackmann's theory made the object of several investigations. For a review of their results the reader is referred to the monographs by Stiles (1926), Spoehr (1926) and Brilliant (1949) and the papers by Harder (1920), Tschesnokov and Bazyrina (1930), van der Paauw (1930), van den Honert (1932) and Smith (1937, 1939). It can be stated however that at first sight there seems to be little agreement between the theory and the experimental results. In most cases instead of two intersecting segments, two short segments connected

by a long arch are obtained. This kind of curve indicates that for a certain range of intensities not one but two factors limit the rate of assimilation — a conclusion which is inconsistent with the basic assumptions of the theory.

The cause of these deviations from the theory was sought in the inequality of the experimental conditions. It is tacitly assumed in the theory that at a given moment the value of the constant factors as well as of the changing factor must not only be constant but also equal in all assimilating cells. Let us suppose for instance that the CO_2 concentration or the temperature vary in different parts of the plant. It is obvious then that light will be the limiting factor in one part of the plant, and in another the temperature or the dioxyde concentration and that for a certain range of light intensities not one but two factors will be limiting the assimilation rate. From these remarks we conclude that not only the constancy but also the uniformity of all the experimental factors, is an essential condition, for the application of Blackmann's principle.

In fact this condition is seldom fulfilled. Let us for instance consider an algal suspension in a manometric vessel illuminated from below. Owing to the absorption of the luminous energy by cell pigments the intensity of light diminishes gradually from the bottom to the surface of the suspension and has the same value only for the cells at the same level. In multicellular plants owing to diffusion obstacles not only the light intensity but also the carbon dioxyde concentration will vary from one part of the plant to another. Both van den Honert (1930) and van der Pauw (1932) fully appreciated the importance of the uniformity of experimental conditions in their study on the validity of Blackmann's theory, and they made provision to eliminate the possible source of errors by reducing to one layer the thickness of the assimilating cells. Some of the experimental curves obtained by both of them are in good agreement with the shape required by the theory.

It is the purpose of this paper to corroborate the validity of Blackmann's theory in a different manner. Its aim is to demonstrate that the shapes and the equations of the experimental curves representing the rate of photosynthesis in relation to the light intensity or the carbon dioxyde concentration can be deduced from the principle of limiting factors, provided that the distribution of the light intensity in the assimilating plants or cells is taken into consideration. For this purpose the assimilation conditions existing in an algal suspension of the thickness d illuminated from below (fig. 1) will be

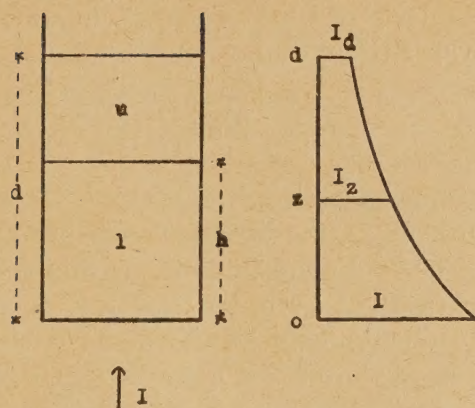


Fig. 1. (left) Algal suspension illuminated from below. I — light, d — thickness of the algal layer. h — height of the transition level. Light is the limiting factor in the upper (u) part, and the factor in excess in the lower (l) part of the suspension. (right) Decrease of the light intensity in the suspension. I — intensity of the incident light (at the bottom), I_z and I_d — light intensities at the level z and at the surface of the suspension.

submitted to a closer examination. The light intensity I_z at the level z is given by the formula

$$I_z = Ie^{-kz}, \quad (1)$$

where I is the intensity of the incident light and k the light absorption constant. This relation can also be written:

$$e^{kz} = \frac{I}{I_z}, \quad z = \frac{1}{k} \log_{\text{nat}} \frac{I}{I_z}. \quad (2) \quad (3)$$

We will assume that the assimilation rate dF of a very thin algal layer at the level z obeys to Blackmann's principle i. e. increases proportionally to the light intensity I_z as long as this intensity remains less than the transition value I_t :

$$dF = aI_z dz \quad \text{for } 0 \leq I_z \leq I_t. \quad (4)$$

For light intensities higher than I_t the assimilation rate dF assumes a constant value independent of the light intensity:

$$dF = aI_t dz \quad \text{for } I_z \geq I_t. \quad (5)$$

In the algal suspension we may distinguish two layers: the first or lower extends from the bottom ($z = 0$) to level $z = h$ at which the

light intensity has decreased to the transition value I_t . The height of the transition level is (from 3):

$$h = \frac{1}{k} \lg n \frac{I}{I_t}. \quad (6)$$

In the second or upper layer, extending from level h to the surface ($z = d$) of the suspension, the light intensity has at all levels values smaller than I_t . The rate of assimilation of the whole suspension is the sum of the rates of both the lower and the upper layers: $F = F_1 + F_2$. In deducing them we may observe that the relations (5) and (4) are valid in the lower and upper layers respectively.

It follows from (5) that the rate F_1 is the sum of the rates of all the infinitesimal layers whose global thickness is h :

$$F_1 = \int_0^h a I_t dz = a I_t z \Big|_0^h = a I_t h,$$

substituting for h the value (6) we obtain:

$$F_1 = \frac{a I_t}{k} \lg n \frac{I}{I_t}. \quad (7)$$

Similarly F_2 is the sum of the rates of all the infinitesimal layers forming the upper part of the suspension. It follows from (4) and (1)

$$F_2 = \int_h^d a I_z dz = a \int_h^d I e^{-kz} dz = -\frac{a I}{k} e^{-kz} \Big|_h^d = \frac{a I}{k} (e^{-kh} - e^{-kd})$$

and by (2):

$$F_2 = \frac{a I}{k} \left(\frac{I_t}{I} - \frac{1}{e^{kd}} \right) = \frac{a}{k} \left(I_t - \frac{I}{e^{kd}} \right) \quad (8)$$

Thus the assimilation rate of the whole algal suspension expressed in terms of the light intensity is:

$$F = F_1 + F_2 = \frac{a I_t}{k} \lg n \frac{I}{I_t} + \frac{a}{k} \left(I_t - \frac{I}{e^{kd}} \right) \quad (9)$$

$$I_t \leq I \leq I_t e^{kd}$$

Function (9) has a physiological meaning only for values of I included between the limits I_t and $I_t e^{kd}$. Indeed, it follows from (7) that

when $I < I_t$ the value of F_1 is negative and F_1 is therefore deprived of physiological significance. Similarly it is apparent from equation (8) that I must be smaller than $I_t e^{kd}$, because otherwise F_2 would assume a negative value. On the graph (fig. 2) representing function (9) only this part of the curve which lies between points A and B (the abscissae of which are I_t and $I_t e^{kd}$) has a physiological significance. From (9) we may calculate the corresponding ordinates and thus obtain the following values for the coordinates of A and B:

$$\begin{aligned} \text{point A: } I_A &= I_t, & F_A &= \frac{a}{k} \left(1 - \frac{1}{e^{kd}} \right) I_t, \\ \text{point B: } I_B &= I_t e^{kd}, & F_B &= a I_t d. \end{aligned} \quad (10)$$

Thus it becomes necessary to inquire as to the form of F corresponding to the values of I below I_t or above $I_t e^{kd}$. The condition $I < I_t$ signifies that the equation (4) $dF = a I_z dz$ is valid for every level of the suspension. Substituting in (4) for I_z the value $I_z = I e^{-kz}$ (formula (1) and integrating between the limits 0 and d we obtain:

$$\begin{aligned} F &= \int_0^d a I e^{-kd} dz = \frac{-aI}{k} e^{-kd} \Big|_0^d = \frac{-aI}{k} (e^{-kd} - 1) \\ F &= \frac{a}{k} \left(1 - \frac{1}{e^{kd}} \right) I, \quad 0 \leq I \leq I_t \end{aligned} \quad (11)$$

Formula (11) represents the equation of a straight line passing through the origin and point A on the curve. It follows from (11) that for small light intensities the assimilation rate is proportional to the light intensity.

When $I > I_t e^{kd}$ every layer of the suspension receives luminous energy in amounts superior to the transition value I_t . Indeed, it may be seen from (2) that for $I > I_t e^{kd}$ even at the surface we have $I_d > I_t$. We must therefore apply equation (5) to the whole suspension:

$$F = \int_0^d a I_t dz = a I_t d, \quad I \geq I_t e^{kd}. \quad (12)$$

For high light intensities the assimilation rate is independent of the light intensity. On the graph a line parallel to the X-axis passing through point B ($I_t e^{kd}$, $a I_t d$) of the curve is obtained.

The straight lines defined by the equations (11) and (12) do not intersect with curve (9) but are tangent to it at the points A and B respectively. The equation of the tangent to a curve $y = f(x)$ at the point x, y is:

$$Y - y = (X - x) f'(x), \quad (13)$$

where Y and X are the coordinates of the tangent. In our case

$$y = f(I), \quad x = I, \quad f'(x) = F' = \frac{aI_t}{kI} - \frac{a}{ke^{kd}}.$$

The substitution of these values in (13) gives:

$$Y - \frac{aI_t}{k} \lg \frac{I}{I_t} - \frac{a}{k} \left(I_t - \frac{I}{e^{kd}} \right) = (X - I) \left(\frac{aI_t}{kI} - \frac{a}{ke^{kd}} \right),$$

$$Y - \frac{aI_t}{k} \lg \frac{I}{I_t} - \frac{aI_t}{k} + \frac{aI}{ke^{kd}} = \left(\frac{aI_t}{kI} - \frac{a}{ke^{kd}} \right) X - \frac{aI_t}{k} + \frac{aI}{ke^{kd}},$$

and after reduction of similar terms we obtain the general equation of the tangent:

$$Y = \left(\frac{aI_t}{kI} - \frac{a}{ke^{kd}} \right) X + \frac{aI_t}{k} \lg \frac{I}{I_t}. \quad (14)$$

At the point A ($I = I_t$) it takes the form:

$$Y = \left(\frac{a}{k} - \frac{a}{ke^{kd}} \right) X = \frac{a}{k} \left(1 - \frac{1}{e^{kd}} \right) X \quad (15)$$

and represents a straight line identical with the line given by equation (11).

In the same way the equation of the tangent at the point B is found by making $I = I_t e^{kd}$:

$$Y = \left(\frac{aI_t}{kI_t e^{kd}} - \frac{a}{ke^{kd}} \right) X + \frac{aI_t}{k} \lg \frac{I_t e^{kd}}{I_t} = aI_t d, \quad (16)$$

which is the equation of a straight line identical with equation (12)

II

Let us deduce similar equations for the relation between the assimilation rate and the concentration c of carbon dioxide. We will consider again an algal suspension of the thickness d illuminated

from below by a light source of constant intensity I_0 . A new complication arises from the necessity of taking into account two variable factors, viz. the carbon dioxide concentration and the light intensity. Because of its gradual diminution from the bottom to the surface of the suspension it will be possible to find a certain level $z = h$ dividing this suspension into two layers. In the lower layer light is the factor in excess and the CO_2 concentration is the limiting agent. On the other hand in the upper layer it is the intensity of light which acts as the limiting factor. To obtain the rate of photosynthesis of the whole suspension we must calculate separately the rates for the two layers.

It is evident that in the lower layer the assimilation rate F_1 is proportional to the concentration of the carbon dioxide and the thickness h of the layer:

$$F_1 = bch, \quad (17)$$

b being a proportionality factor. However h is a function of c , for the greater is c the greater must be the light intensity if light is not to become the limiting factor. If the carbon dioxide concentration is increased from c_1 to c the transition level H (where the light intensity is I_H) will be lowered to a certain level h with greater light intensity I_h . We shall assume that between c , c_1 , I_h , I_H there exist the relation:¹

$$\frac{c}{c_1} = \frac{I_h}{I_H} \quad \text{or} \quad \frac{cI_H}{c_1} = I_h, \quad (18)$$

but from (1)

$$\frac{cI_H}{c_1} = I_h = I_0 e^{-kh} \quad \text{and} \quad h = \frac{1}{k} \lg \frac{I_0 c_1}{I_H c}.$$

The ratio I_0/I_H is not a light intensity but a pure number, and therefore the expression $I_0 c_1/I_H$ corresponds to a certain constant carbon dioxide concentration and may be denoted by c_0 :

$$c_0 = \frac{I_0 c_1}{I_H}. \quad (18a)$$

Then

$$h = \frac{1}{k} \lg \frac{c_0}{c}, \quad (19)$$

¹ It may be pointed out that the relation (18) forms a new hypothesis which is not included in the fundamental assumptions (1) (4) and (5).

substituting this value in (17) we obtain

$$F_1 = \frac{bc}{k} \lg n \frac{c_0}{c}. \quad (20)$$

When deducing F_2 we may observe that the assimilation conditions are exactly the same as in the upper layer considered in the previous section of this paper, hence

$$F_2 = \int_h^d bI_0 e^{-kz} dz = \frac{-bI_0}{k} e^{-kz} \Big|_h^d = \frac{bI_0}{k} \left(\frac{1}{e^{kh}} - \frac{1}{e^{kd}} \right). \quad (21)$$

Substituting for h the value (19) and considering that $e^{\log n \frac{1}{X}} = X$ we obtain

$$F_2 = \frac{bI_0}{k} \left(\frac{c}{c_0} - \frac{1}{e^{kd}} \right).$$

By a convenient change of the unit used to measure the light intensity we can write $I_0 = c_0$, then:

$$F_2 = \frac{b}{k} \left(c - \frac{c_0}{e^{kd}} \right). \quad (22)$$

Finally the assimilation rate of the whole suspension in relation to the carbon dioxide concentration will be

$$F = F_1 + F_2 = \frac{bc}{k} \lg n \frac{c_0}{c} + \frac{b}{k} \left(c - \frac{c_0}{e^{kd}} \right) \quad (23)$$

$$(c_0 e^{-kd} \leq c \leq c_0).$$

The functions (20) and (22) have a physiological meaning only for a certain range of carbon dioxide concentration. Because of the physiological impossibility for F_1 to assume negative values it follows from (20) that $c_0 \geq c$. For the same reason it results from (22) that

$$c - \frac{c_0}{e^{kd}} \geq 0 \quad \text{or} \quad c_0 e^{-kd} \leq c.$$

The meaning of c_0 can be read from (18a) and (1):

$$c_0 = \frac{I_0 c_1}{I_H} = \frac{I_0 c_1}{I_0 e^{-kH}} = c_1 e^{kH},$$

if $H = 0$ then $c_0 = c_1$. When $H = 0$ the transition level is situated at the bottom of the suspension, c_0 is therefore the minimum concentration for which, under given light conditions, the carbon dioxide concentration ceases to be the limiting factor at all levels of the suspension.

The shape of the curve corresponding to function (23) is similar to that of function (9) (fig. 3). The coordinates of the initial and terminal points A , B between which the curve has a physiological significance are:

$$\begin{aligned} \text{point } A: \quad c_A &= c_0 e^{-kd}, \quad I_A = bc_0 de^{-kd} \\ \text{point } B: \quad c_B &= c_0, \quad I_B = \frac{bc_0}{k} (1 - e^{-kd}). \end{aligned} \quad (24)$$

It remains now to calculate the rate of photosynthesis for carbon dioxide concentrations inferior or superior to the limits specified in (23). The condition $c < c_0 e^{-kd}$ signifies that the CO_2 concentration is the limiting factor in the whole suspension, or that $h = d$ in (17) and $F_2 = 0$. Hence

$$F = F_1 = bd \cdot c, \quad (c < c_0 e^{-kd}) \quad (25)$$

i. e. for low carbon dioxide concentrations the assimilation rate is proportional to the CO_2 concentration. The meaning of the condition $c > c_0$ is that in the whole suspension the limitation is attributable to the insufficient light intensity; then $h = 0$ and $F_1 = 0$, hence from (20):

$$F = F_2 = \int_0^d bI_0 e^{-kz} dz = \frac{bI_0}{k} (1 - e^{-kd}), \quad (c > c_0) \quad (26)$$

i. e. for high dioxide concentrations the assimilation rate is a constant independent of the CO_2 concentration.

As in the first part of this paper it is easy to show that the straight lines represented by equations (25) and (26) are tangents to the curve (23) at the points A and B respectively. Indeed, if in the equation (13) for the tangent we make the following substitutions

$$y = f(c) \text{ (equ. 23), } \quad x = c, \quad f'(x) = F' = \frac{b}{k} \lg n \frac{c_0}{c}$$

we obtain the general equation of the tangent:

$$Y - \frac{bc}{k} \lg \frac{c_0}{c} - \frac{bc}{k} + \frac{bc_0}{ke^{kd}} = \frac{b}{k} \lg \frac{c_0}{c} (X - c)$$

$$Y = \frac{bX}{k} \lg \frac{c_0}{c} + \frac{bc}{k} - \frac{bc_0}{ke^{kd}} \quad (27)$$

At the point A ($c = c_0 e^{-kd}$) of curve (23) the equation (27) represents a straight line passing through the origin and identical with line (25):

$$Y = \frac{bX}{k} \lg \frac{c_0 e^{kd}}{c_0} + \frac{bc_0}{ke^{kd}} - \frac{bc_0}{ke^{kd}} = b d X.$$

The equation of the tangent at the point B ($c = c_0$) is:

$$Y = \frac{bX}{k} \lg \frac{c_0}{c_0} + \frac{bc_0}{k} - \frac{bc_0}{ke^{kd}} = \frac{bc_0}{k} (1 - e^{-kd})$$

and corresponds to a straight line parallel to the X-axis and identical with the line given by equation (26).

Finally let us compare the functions (9) and (23) expressing the assimilation rate in relation to the light intensity or the carbon dioxide concentration. In order to make the similitude more apparent we shall denote by X the variables I and c :

$$F = \frac{aI_t}{k} \lg \frac{X}{I_t} + \frac{a}{k} \left(I_t - \frac{X}{e^{kd}} \right) \quad (9)$$

$$F = \frac{bX}{k} \lg \frac{c_0}{X} + \frac{b}{k} \left(X - \frac{c_0}{e^{kd}} \right) \quad (23)$$

These two functions although showing some similitude are not identical. If however in (23) c and X are replaced by X and I_t respectively the function (23) is transformed into function (9). This result can be best understood from the following consideration: it results from assumption (18) that a dioxide concentration is equivalent to a certain light intensity; if this intensity is measured in appropriate units we can write $c_0 = I_0$ and substitute I_0 or c_0 in (23):

$$F = \frac{bc}{k} \lg \frac{I_0}{c} + \frac{b}{k} \left(c - \frac{I_0}{e^{kd}} \right). \quad (23a)$$

Now suppose that in (23a) we change the rôle of I_0 and c and consider I_0 as the variable X and c as a constant, then

$$F = \frac{bc}{k} \lg \frac{X}{c} + \frac{b}{k} \left(c - \frac{X}{e^{kd}} \right), \quad (28)$$

and it can be seen that functions (9) and (28) have the same form. It follows from this similarity that in an algal suspension the function

$$F = \frac{bc}{k} \log \frac{I}{c} + \frac{b}{k} \left(c - \frac{I}{e^{kd}} \right) \quad (29)$$

represents the dependance of the assimilation rate upon the light intensity I and the carbon dioxide concentration c . If the object of our research is the influence of light on the assimilation rate F , c is to be maintained constant and should be expressed in light intensities (I_t). On the contrary, if we wish to study the influence of the CO_2 concentration on F , I is to be considered as a constant and should be expressed in terms of CO_2 concentration (c_0).

III

The functions given by the equations (9), (11), (12), (23), (25) (26) form the solution of the problem formulated in the introductory part of this paper. They were deduced from the principle of limiting factors and the additional assumption (18). Strictly speaking they are only valid for an uniform algal suspension; however, we may presume that they will retain their validity even when applied to multicellular plants, especially water plants. Owing to unequal distances from the light source and mutual shading the cells of a higher plant are illuminated with intensities ranging from feeble to strong, and therefore present some similarity with an algal suspension. Since the leaves of many aquatic plants are formed by one or two cell layers we may assume a nearly uniform carbon dioxide concentration in all the cells. Therefore, this part of the paper, devoted to the experimental corroboration of the previous theoretical deductions, will not be limited to algal suspensions, but will use the experimental evidence obtained with multicellular plants by different writers.

However, since the values of the parameters a , b , k , d , I_t and I_0 appearing in the functions (9) and (23) are not directly calculable

from the experimental data it is necessary to transform these functions in an appropriate manner. Let:

$$\frac{k}{aI_t} = p, \quad \frac{1}{I_t e^{kd}} = q, \quad \lg n I_t = M \log I_t = Mr, \quad \lg n I = M \log I \quad (30)$$

($\lg n = \log_{\text{nat}}$, $M = \text{logarithmic modulus } 2, 302585\dots$)

Then function (9) takes the form:

$$F = \frac{M}{p} \log I - \frac{Mr}{p} + \frac{1}{p} - \frac{qI}{p} \quad \text{or}$$

$$pF + qI + Mr - M \log I - 1 = 0. \quad (31)$$

Similarly, if

$$\frac{k}{b} = p, \quad \frac{c_0}{e^{kd}} = q, \quad \lg n c_0 = M \log c_0 = Mr, \quad \lg n c = M \log c \quad (32)$$

the function (23) takes the form

$$pF + q - Mrc + M \log c - c = 0. \quad (33)$$

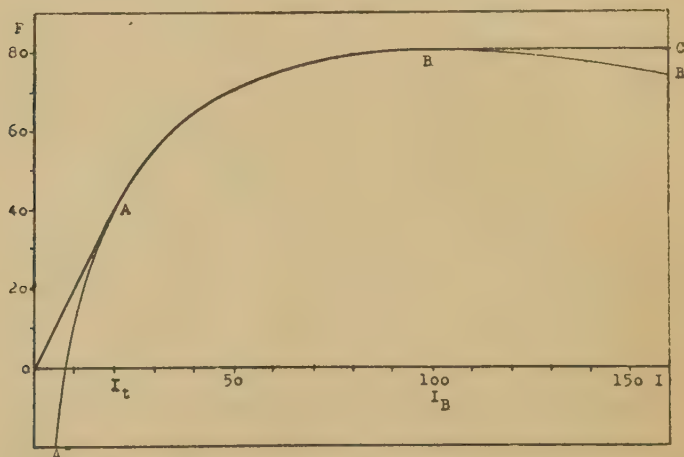


Fig. 2. Graphical representation of function (9). Abscissae: light intensities I , ordinates: assimilation rate F . The curve $A'ABB'$ represents the function (9) (or (31)). It has, however, a physiological significance only along the arch AB . The tangents OA and BC to the curve at the points A and B correspond to the assimilation rates for light intensities below I_t or above $I_B = I_t e^{kd}$. Thus the curve $OABC$ represents the assimilation rate in relation to the light intensity. In the graph the coordinates of the points A and B are $I_t = I_A = 20$, $F_A = 40$; $I_B = 100$; $F_B = 80.47$. If the function (9) takes the form (31) the values of the parameters are: $p = 0.2$, $q = 0.01$, $r = 1.30103$, $Mr = 2.99573$, m (angular coefficient of the tangent OA) = 2.

It can be shown that the values of p , q and r are calculable from the experimental data, which is done with more details in part IV. For the moment it will suffice to state that there are two slightly different ways for utilizing these data. In the first only the coordinates of the points lying on the arch AB are used for calculating the parameters p , q , r . Then by comparing together the observed and the calculated values the agreement between the theoretical deductions and the experimental results can be checked. Moreover from the equations (11), (12), (25) and (26) it is possible to find the equations of the tangents OA and BC at the points A and B (fig. 2 and 3) and compare the values of their coefficients with the value calculated from the corresponding experimental data. A good agreement is a further corroboration of the theory.

In the second way of utilizing the experimental data first the equations of the lines OA and BC are found from these data, then the equation of the curve of the form (31) or (33) passing through given points and tangent to OA and BC is calculated and finally the

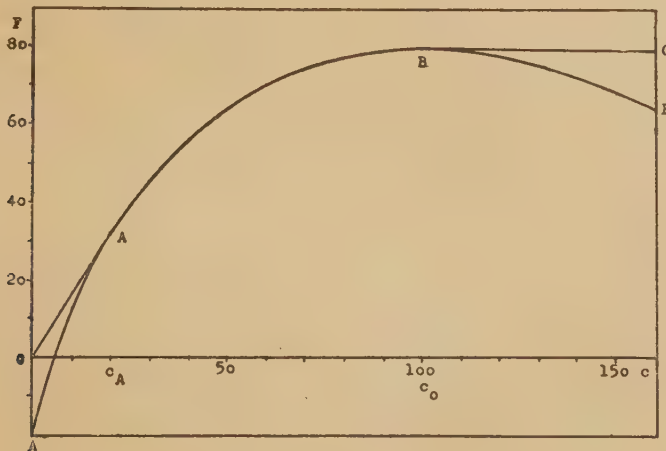


Fig. 3. Graphical representation of function (23). Abscissae: carbon dioxide concentration c , ordinates: assimilation rate F . Only the arch AB of the curve $A'B'B'$ has physiological significance. For carbon dioxide concentrations below $c_A = c_0 e^{-kd}$ or above $c_B = c_0$ the tangents OA and BC to the curve at the points A and B correspond to the assimilation rate. Thus the dependence of the assimilation rate upon the carbon dioxide concentration is represented by the curve $OABC$. In the graph the coordinates of points A and B are: $c_A = 20$, $F_A = 32.10$; $c_B = c_0 = 100$, $F_B = 80$. The value of the parameters of the modified form (33) of function (23) are: $p = 1$, $q = c_A =$

$$= 20, r = 2, Mr = 4,60517, m = 1,6005.$$

corresponding values of the calculated and observed ordinates are compared.

Only a part of the available evidence is presented here as a verification of our theoretical deductions. In choosing the evidence preference was given to experiments based on a greater number of simultaneous determinations of F and I or F and c , and presenting little scatter. Since the number of researches on the action of the CO_2 concentration on the assimilation rate is small there are only a few examples concerning the function (33) $F = f(c)$. It can be seen from the tables and the graphs² that the agreement between the theory and the experimental results is good and is not limited to algal suspensions but also includes higher water plants and even leaves of land plants (cucumber). It is particularly apparent that a) the experimental data lying on the arch AB show only slight deviations from the calculated values, (b) the observed (m_o) and the calculated (m_c) values of the angular coefficients of the tangent OA do

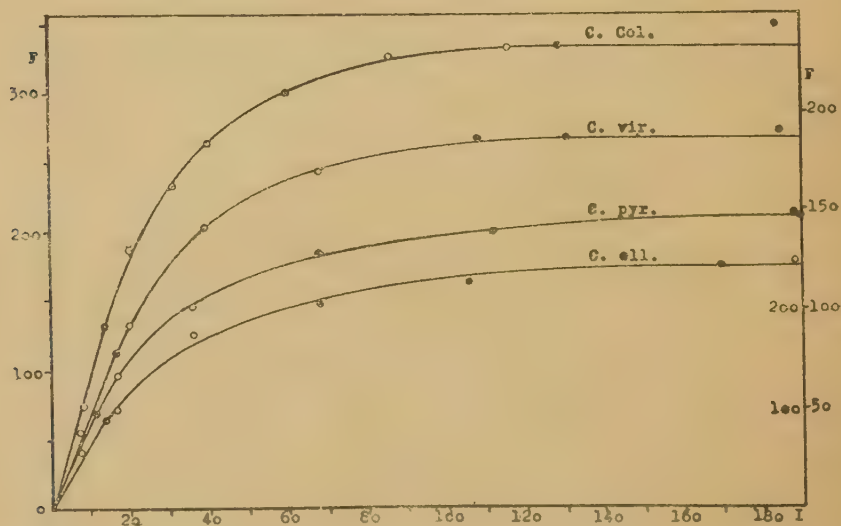


Fig. 4. Graphical representation of the data of tables 1—4: *Chlorella vulgaris*, var. *viridis*; *Chl. vulgaris*, Columbia strain; *Chl. pyrenoidosa*; *Chl. ellipsoidea* (W i n o k u r 1948). Abscissae: light intensities in meter candles $\times 100$; ordinates: assimilation rate in cmm O_2 per hour. At right scale for *Chl. vulgaris*, Columbia strain and *Chl. pyrenoidosa*; at left for *Chl. viridis* and *Chl. ellipsoidea*.

² In the graphs 4—7 the circles represent the experimental data, the black dots the transition points A and B; the curves are the theoretical curves of best fit corresponding to equations (31) or (33).

not present greater discrepancies, c) the strict proportionality between the assimilation rate F and I or c for feeble light intensities I or small CO_2 concentrations c , foreseen by our theory, is in agreement with the experimental evidence, d) in most cases the constancy of the assimilation rate for high light intensities or CO_2 concentrations, also foreseen by our theory, is confirmed by experience.

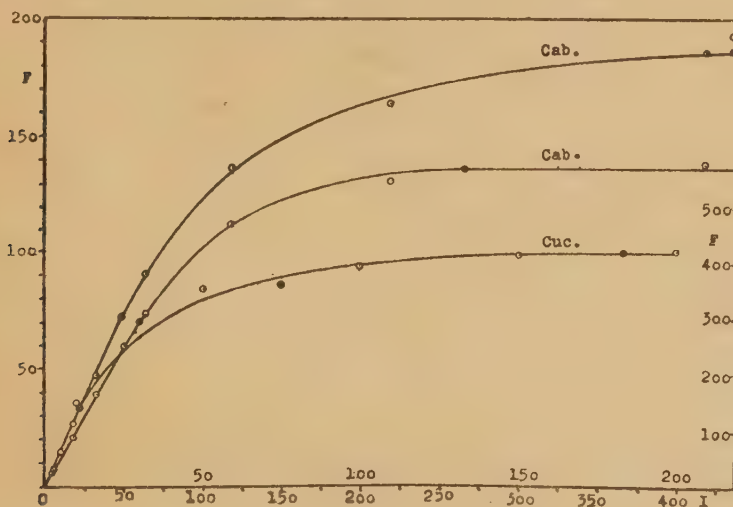


Fig. 5. Graphical representation of the data of tables 7, 8 and 12; *Cabomba caroliniana* (Smith 1937) and *Cucumis sativus* (Gabrielsen 1934). Abscissae: upper scale: light intensities in lux $\times 100$; lower scale in lux $\times 10$. Ordinates: mm O_2 per hour (*Cabomba*), mg CO_2 per hour and 50 cm^2 leaf surface (*Cucumis*). At left scale for *Cabomba*, at right for *Cucumis*.

In our opinion the good agreement found between our theoretical deductions and the experimental results constitutes supplementary evidence supporting the validity of the fundamental assumptions, i. e. Blackmann's principle of limiting factors, on which our deductions are based. In the light of these deductions the smooth experimental curves appearing instead of two intersecting segments required by Blackmann's scheme, are not deviations from the principle of limiting factors (as assumed by numerous writers), but are a necessary consequence of the said principle.

Considering that the light employed in the different experiments was not monochromatic but consisted of a mixture of rays of different wave lengths („white light“), the good agreement between the theory and the experimental results is somewhat unexpected.

One would rather expect that the inequal absorption of the different radiations by the assimilatory pigments would lead to noticeable deviations from the theory. However, we may note that not the absorption as such but the photochemical efficiency of the different radiations is responsible for the rate of the carbon dioxide assimilation. Researches on the dependence of quantum yield on the wave

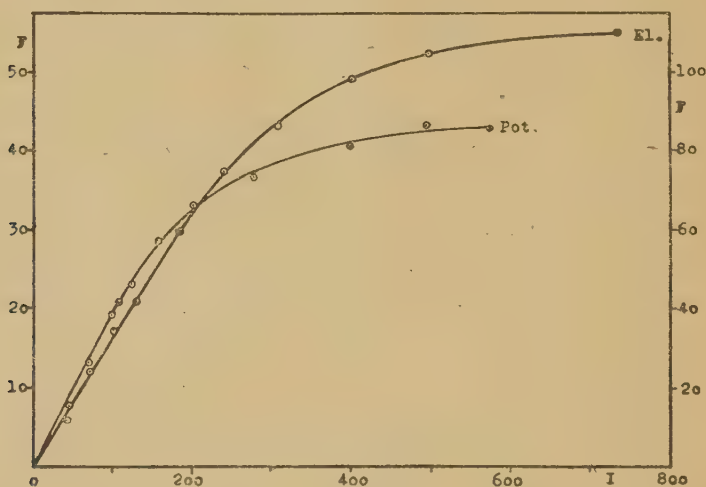


Fig. 6. Graphical representation of the data of tables 9 and 10: *Elodea canadensis* and *Potamogeton* sp. (G ó r s k i 1929). Abscissae: light intensities in arbitrary units, ordinates arbitrary units of oxygen per min.

length (W a r b u r g 1923, M o o r e and D u g g a r 1949) have shown that this yield varies but slightly with the wave length and this explains the satisfactory agreement between theory and experiment found for white light. It is true that in the light that penetrates into the suspension not only its intensity but also its composition undergoes a change. In most cases however, this change can be neglected as it has only a small effect on the photosynthetic efficiency, the only thing that really matters being the gradual decrease of the light intensity in the suspension.

However, the greater discrepancies observed sometimes (for inst. table 2 and graph 4) for high light intensities (the experimental values being greater than the expected) are probably attributable to the inequal absorption and the photochemical efficiency of the different radiations forming the white light. The increase in F observed when the light intensity is increased much above the value $I_B = I_l e_{kd}$

(the abscissa of point B) is presumably due to the fact that this increase supplies the higher layers of the suspension with radiations which, owing to strong absorption, do not normally reach these layers. The radiations in question are probably the strongly absorbed and photosynthetically very efficient red rays.

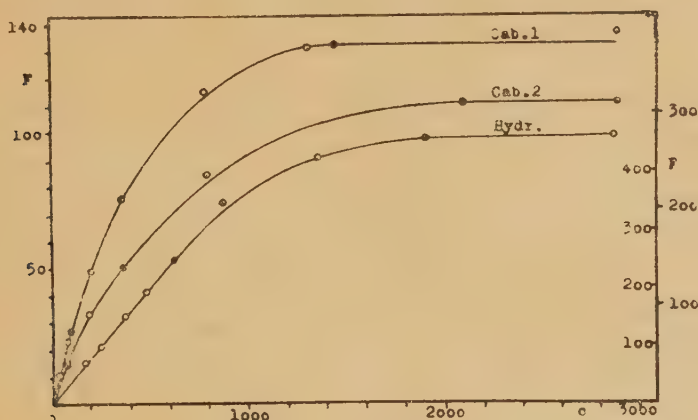


Fig. 7. Graphical representation of the data of tables 15, 16, 17: *Cabomba caroliniana* (S m i t h 1937) and *Hydrilla verticillata* (B o s e 1924). Abscissae: CO₂ concentration in mols per liter $\times 10^{-5}$ or mg per liter (*Hydrilla*) ordinates: cmm O₂ per hour. At left scale for *Cabomba* 1, at right for *Cabomba* 2 and *Hydrilla*.

Contrary to appearance there is no good agreement between theory and W a r b u r g's and H a r d e r's results recorded in tables 14 and 18. The calculation of the parameters leads to negative values of q which means that the light intensity is the limiting factor even for minimal carbon dioxide concentrations. This conclusion is however incompatible with the principle of limiting factors. As a probable cause of this discrepancy we may point out the fact that in both cases the CO₂ concentrations are expressed in terms of bicarbonate concentration³, and it is known that the CO₂ concentration of bicarbonate solutions does not increase strictly proportionally to the bicarbonate concentration. It is unfortunate that owing to the lack of more ample data it is impossible to verify the validity of function (23) for algal suspensions.

³ In W a r b u r g's paper the CO₂ concentrations were calculated from bicarbonate concentrations.

The previous deductions have shown that the curves representing the assimilation rate in relation to the light intensity or the carbon dioxide concentration are formed by two segments connected by an arch. Let us now concentrate our attention on the factors upon which depends the length of the arch AB . The answer is given by formulas (10) and (24) indicating the values of the coordinates of the points A and B . The distances between the end points of the abscissae of A and B are:

$$D = I_t e^{kd} - I_t = I_t (e^{kd} - 1) \text{ for the function (9) } F = f(I).$$

$$D = c_0 - c_0 e^{-kd} = c_0 (1 - e^{-kd}) \text{ ,, ,, ,, (23) } F = f(c).$$

In these expressions e^{kd} is always > 1 , k (the absorption constant) and d (the thickness of the algal layer) being two positive constants. It follows from these expressions that the length of the arch AB will decrease with k or d , i. e. with the density of the suspension or its thickness. For thin suspensions of small density the curves corresponding to $F = f(I)$ or $F = f(c)$ should consist of two segments connected by a very short arch. This is indeed the result obtained by van den Honert (1930) and van der Pauw (1932) in their study on the action of carbon dioxide concentrations on photosynthesis. The assimilating layer, formed by the filamentous alga *Hormidium* was very thin, being only one cell thick. It must however be pointed out that in the same experiments, with light as the changing factor, the arch AB was much longer.

TABLES 1—18

In the columns 1 and 2 are recorded the experimental data, viz. the light intensity or the carbon dioxide concentration and the assimilation rate, extracted from papers of different writers.

Column 3 gives the corresponding values of the assimilation rate calculated by means of functions (31) and (33).

I — light intensity, $I_t = I_A$ — transition value, (abscissa of point A), I_B — abscissa of point B (see fig. 2).

c — carbon dioxide concentration, C_A and $C_B = C_0$ — abscissae of points A and B (see fig. 3).

F_0 and F_c — observed and calculated values of the assimilation rate F .

m_0 and m_c — observed and calculated values of the angular coefficient of the tangent at the point A .

a. u. — arbitrary units,

mc. — meter candles,

p, q, r — see formulas (30) and (32) of the text.

(The data of table 17 are the sum of two similar series)

1

Chlorella vulgaris var. *viridis*
(Winokur 1948)

<i>I</i>	F_0	F_c
mc. x 100	cmm O_2/h	
7,4	39,3	35,1
I_t 16,3	—	79,8
20	92,4	93,4
39	142,7	141,4
68	170,3	171,9
108	187,0	186,3
I_B 130,8	—	187,9
184	191,0	„
267	194,7	„
516	188,7	„
818	164,3	„
$p = 0,0191275$		
$q = 0,0076471$		
$r = 1,22607$		
$m_0 = 5,31$		
$m_c = 4,74$		

2

Chlorella vulgaris
(Columbia, Winokur 1948)

<i>I</i>	F_0	F_c
mc. x 100	cmm O_2/h	
7	69,4	69,3
I_t 13,4	—	132,4
20	186,4	184,2
31	233,3	236,4
40	264,8	263,7
69	303,3	300,7
86	326,3	324,1
116	333,3	333,9
I_B 129	—	334,7
184	348,6	„
267	354,6	„
516	330,7	„
818	287,7	„
$p = 0,00677048$		
$q = 0,00775265$		
$r = 1,12613$		
$m_0 = 0,992$		
$m_c = 0,99$		

3

Chlorella pyrenoidosa
(Winokur 1948)

<i>I</i>	F_0	F_c
mc. x 100	cmm O_2/h	
7,4	42,3	46,2
I_t 11,2	—	70,0
17	95,3	98,6
36	145,7	147,0
68	185,0	181,8
112	200,3	201,8
188	213,7	210,7
I_B 190,8	—	„
267	216,3	„
$p = 0,0134446$		
$q = 0,0052416$		
$r = 1,05021$		
$m_0 = 5,72$		
$m_c = 6,24$		

4

Chlorella ellipsoidea
(Winokur 1948)

<i>I</i>	F_0	F_c
mc. x 100		
7	48,0	45,1
I_t 13,4	—	91,5
17	100,3	102,7
36	176,7	166,8
68	207,7	211,7
116	228,3	236,9
I_B 169,7	—	245,4
188	248,3	„
267	245,7	„
$p = 0,00995815$		
$q = 0,00589345$		
$r = 1,17713$		
$m_0 = 6,48$		
$m_c = 6,09$		

5

Chlorella sp. (Warburg 1919)

<i>I</i>	F_0	F_c
a. u.	cmm	$0_2/h$
1	45	41,3
I_t 1,84	—	76,3
2	82	82,4
4	135	133,7
7,1	172	173,6
16	220	219,8
I_B 39,07	—	243,9
45	240	„

$$p = 0,012538$$

$$q = 0,025597$$

$$r = 0,26447$$

$$m_0 = 41,3$$

$$m_c = 45$$

6

Fontinalis sp. (Harder 1920)

<i>I</i>	F_0	F_c
a. u.	ml	$n/10$ thiosulf.
0,67	1,16	1,13
I_t 1,93	—	3,27
2	3,30	3,35
6	7,00	6,84
18	9,88	10,04
36	11,74	11,48
I_B 90,9	—	12,95

$$p = 0,3021$$

$$q = 0,01104$$

$$r = 0,28596$$

$$m_0 = 1,733$$

$$m_c = 1,695$$

7

Cabomba caroliniana
(Smith 1937)

<i>I</i>	F_0	F_c
mc.	cmm	$0_2/h$
x 10		
1,66	2,44	2,511
4,07	5,84	6,16
17,4	27,4	26,3
33,1	47,4	50,6
I_t 48,1	—	72,8
63,1	91,3	92,1
118	136	144,5
219	165	166,5
417	186	185,4
482	—	186,2
I_B 1230	193	„
2820	192	„

$$p = 0,0123705$$

$$q = 0,0020747$$

$$r = 1,68267$$

$$m_0 = 1,504$$

$$m_c = 1,512$$

8

Cabomba caroliniana
(Smith 1937)

<i>I</i>	F_0	F_c
mc.	cmm	$0_2/h$
x 10		
1,66	2,52	1,94
4,07	5,56	4,76
17,4	21,1	25,8
33,1	29,4	38,8
I_t 60,1	—	70,4
63,1	74,0	73,9
118	112	112,1
219	131	133,8
I_B 265,6	—	135,4
417	138	„
1230	139	„
2820	147	„

$$p = 0,010978$$

$$q = 0,003765$$

$$r = 1,7788$$

$$m_0 = 1,2$$

$$m_c = 1,17$$

9

Elodea canadensis
(Górski 1929)

I	F_0	F_c
a. u.	a. u.	
47,7	7,8	7,7
72,5	12,0	11,8
103	17,2	16,7
134	22,4	21,8
181	29,9	29,4
I_t 183,2	—	29,8
240	37,5	37,4
306	43,3	43,5
403	49,4	49,1
497	52,5	52,4
I_B 736	55,1	55,1

$$p = 0,0025241$$

$$q = 0,0013599$$

$$r = 2,26288$$

$$m_0 = 0,1654$$

$$m_c = 0,1624$$

10

Potamogeton lucens
(Górski 1929)

I	F_0	F_c
a. u.	a. u.	
44,4	11,7	17,1
69,4	26,1	26,8
100	38,6	38,0
I_t 107,9	—	41,7
123	46,1	47,0
156	57,2	56,3
204	66,5	65,7
278	73,6	75,0
400	81,6	82,8
494	86,4	85,2
I_B 575,4	—	85,8

$$p = 0,019507$$

$$q = 0,0017378$$

$$r = 2,0331$$

$$m_0 = 0,378$$

$$m_c = 0,386$$

11

Hydrilla verticillata
(Bose 1924)

I	F_0	F_c
lux x 100	cmm O_2/h	
3	77,1	87
4	102,8	116
5	131,4	145
I_t 6,6	—	191,2
7,5	200,2	215,6
10	265,6	265,8
15	324,9	325,2
20	355,5	355,9
30	375,7	376,1
I_B 31	—	376,3

$$p = 0,0041268$$

$$q = 0,0322162$$

$$r = 0,81874$$

$$m_0 = 26,1$$

$$m_c = 29,02$$

12

Cucumis sativus
(Gabrielsen 1934)

I	F_0	F_c
lux x 100	mg CO_2/h . 50 cm ²	
2,5	30	32,1
5,0	63	64,2
10	149,5	128,3
I_t 10,9	—	140,1
25	252	252,0
50	364	334,8
75	362,5	374,9
100	391	397,4
150	418,5	417,2
I_B 183,1	—	420,0
200	421,5	„
300	326	„

$$p = 0,006712$$

$$q = 0,005462$$

$$r = 1,03835$$

$$m_0 = 13,18$$

$$m_c = 12,83$$

13

Hormidium sp.

(v. d. Honert 1930)

I	F_0	F_c
a. u.	a. u.	
1	28	28,1
I_t 1,81	—	—
1,99	56	55,9
3,08	76	77,1
4,18	89	85
6,18	100	99,7
8,89	—	103,5
I_B 13,2	104	"

$$p = 0,0154$$

$$q = 0,1125$$

$$r = 0,25642$$

$$m_0 = 28,1$$

$$m_c = 28,11$$

14

Fontinalis sp.

(Harder 1921)

c	F_0	F_c
% $KHCO_3$ $\times 100$	ml n/10 thiosulf.	
1	66	65,7
2	103	103,5
6	200	199,8
18	300	300,1
I_B 20,5	—	302,5

$$p = 0,06977$$

$$q = -0,56087$$

$$r = 1,31253$$

15

Cabomba caroliniana

(Smith 1937)

c	F_0	F_c
mol/l $\times 10^{-5}$	cmm O_2/h	
22,9	5,5	5,9
44,8	11,0	11,6
86,7	23,2	22,4
c_A 102,2	—	26,4
205	49,2	49,2
375	75,1	76,1
785	115	111,8
1310	131	131,8
c_0 1459	—	132,1
2900	136	"
10000	138	"

$$p = 10,22685$$

$$q = 102,17$$

$$r = 3,16399$$

$$m_0 = 0,251$$

$$m_c = 0,259$$

16

Hydrilla verticillata

(Bose 1926)

c	F_0	F_c
CO_2 mg/l	cmm O_2/h	
18	71	70,9
25,5	99	100,4
38	150	149,6
48	195	189,0
c_A 63	248	248,0
88	336	330,8
138	426	426
c_0 192,3	—	456
228	456	"

$$p = 0,283636$$

$$q = 62,96$$

$$r = 2,28398$$

$$m_0 = 3,96$$

$$m_c = 3,94$$

17 <i>Cabomba caroliniana</i> (Smith 1939)			18 <i>Chlorella</i> sp. (Warburg 1919)		
<i>c</i> mol/l $\times 10^{-5}$	F_0 cmm O_2/h	F_c	<i>c</i> mol/l $\times 10^{-5}$	F_0 cmm O_2/h	F_c
44,8	21,8	22,4	5,3	29	31,2
c_A 79,7	—	39,3	10	47	48,3
86,7	44,2	43,5	26	120	91,0
205	92,1	92,2	53	144	138,3
375	144,5	144,2	98	178	183,5
787	238	226,9	c_0 178,9	—	208,6
c_0 2112	—	310,7	230	202	„
2900	309	„	439	214	„
	$p = 6,54033$		910	242	„
	$q = 79,69$			$p = 0,873437$	
	$r = 3,3247$			$q = -3,32936$	
	$m_0 = 0,498$			$r = 2,25255$	
	$m_c = 0,501$				

IV

In this section the methods devised for the calculation of the parameters p , q , r are presented in some detail.

1. The first is a least square method. The experimental data consist of n pairs of values $I_1, F_1, I_2, F_2, \dots, I_n, F_n$ from which all the values corresponding to the segments OA and BC are eliminated, since they are not lying on the arch AB of the curve (31). The elimination is easily performed if the data are plotted on a graph. Values showing great deviations from the rest should be discarded. The least square treatment consists in finding values for p , q , r which make the sum

$$S(pF + qI + Mr - M \log I - 1)^2 = S(v^2)$$

a minimum. This condition is equivalent to

$$\begin{aligned} \frac{\partial S v^2}{\partial p} &= S[2(pF + qI + Mr - M \log I - 1)F] = 0 \\ &= pSF^2 + qSFI + MrSF - MSF \log I - SF = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial S v^2}{\partial q} &= S[2(pF + qI + Mr - M \log I - 1)I] = 0 \\ &= pSFI + qSI^2 + MrSI - MSI \log I - SI = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial Sv^2}{\partial r} &= S[2(pF + qI + Mr - M \log I - 1)M] = 0 \\ &= pSF + qSI + Mnr - MS \log I - n = 0.\end{aligned}$$

From the above equations, which are linear with respect to p, q, r , these parameters are calculated by means of determinants. For this purpose we shall write the equations as follows:

$$\begin{aligned}pSF^2 + qSFI + MrSF &= MSF \log I + SF \\ pSFI + qSI^2 + MrSI &= MSI \log I + SI \\ pSF + qSI + Mnr &= MS \log I + n\end{aligned}\quad (34)$$

We will show that

$$p = \frac{MD_p}{D}, \quad q = \frac{MD_q}{D}, \quad r = \frac{D_r}{D} + \frac{1}{M}, \quad (35)$$

where

$$D = (nSF^2, SI^2 + 2SF \cdot SI, SFI) - (SF^2, S^2I + S^2F \cdot SI^2 + nS^2FI),$$

$$\begin{aligned}D_p &= (SFI \cdot SI - SF \cdot SI^2)S \log I + (nSI^2 - S^2I)SF \log I + \\ &\quad + (SF \cdot SI - nSFI)SI \log I,\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D_q &= (SF \cdot SFI - SF^2 \cdot SI)S \log I + (SF \cdot SI - nSFI)SF \log I + \\ &\quad + (nSF^2 - S^2F)SI \log I,\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D_r &= (SF^2 \cdot SI^2 - S^2FI)S \log I + (SFI \cdot SI - SF \cdot SI^2)SF \log I + \\ &\quad + (SF \cdot SFI - SF^2 \cdot SI)SI \log I.\end{aligned}$$

Indeed, if we denote by D the determinant

$$D = \begin{vmatrix} SF^2 & SFI & SF \\ SFI & SI^2 & SI \\ SF & SI & n \end{vmatrix}$$

the value of p is given by

$$p = \frac{M \begin{vmatrix} MSF \lg I + SF SFI SF \\ MSI \lg I + SI SI^2 SI \\ MS \lg I + n SI n \end{vmatrix}}{DM} = \frac{M \begin{vmatrix} SF \lg I & SFI & SF \\ SI \lg I & SI^2 & SI \\ S \lg I & SI & n \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} SF SFI SF \\ SI SI^2 SI \\ n SI n \end{vmatrix}}{D}$$

The second determinant in the numerator is nil since it has two identical columns. The value of the first, denoted by D_p , is given by the first formula (35), thus $p = MD_p/D$. In the same way it can be shown that $q = MD_q/D$, where

$$D_q = \begin{vmatrix} SF^2 SF \lg ISF \\ SFISI \lg ISI \\ SF S \lg In \end{vmatrix}$$

The calculation of D_r is slightly different:

$$r = \frac{\begin{vmatrix} SF^2 SFI MSF \lg I + SF \\ SFISI^2 MSI \lg I + SI \\ SF SI MS \lg I + n \end{vmatrix}}{MD} = M \frac{\begin{vmatrix} SF^2 SFI SF \lg I \\ SFISI^2 SI \lg I \\ SF SI S \lg I \end{vmatrix}}{MD} + \frac{\begin{vmatrix} SF^2 SFI SF \\ SFISI^2 SI \\ SF SI n \end{vmatrix}}{MD}$$

In the numerator the second determinant is equal to D , hence, if we denote the first by D_r , we obtain:

$$r = \frac{MD_r + D}{MD} = \frac{D_r}{D} + \frac{1}{M} = \frac{D_r}{D} + 0,43429 \dots$$

Similar expressions are found for the parameters p , q , r appearing in function (33). Since the calculations are the same we will limit ourselves to quote the principal steps. To the relations (34) correspond the equations:

$$\begin{aligned} pSF^2 + qSF - MrSFc &= SFc - MSFc \log c \\ pSF + qn - MrSc &= Sc - MSc \log c \\ pSFc + qSc - MrSc^2 &= Sc^2 - MSc^2 \log c \end{aligned} \quad (36)$$

and from them the parameters p , q , r are calculated:

$$p = \frac{MD_p}{D}, \quad q = \frac{MD_q}{D}, \quad r = \frac{D_r}{D} - \frac{1}{M} \quad (37)$$

where

$$D = (nSF^2 \cdot Sc^2 + 2SF \cdot Sc \cdot SFc) - (SF^2 \cdot S^2c + S^2F \cdot Sc^2 + nS^2Fc),$$

$$\begin{aligned} D_p &= (SF \cdot Sc^2 - Sc \cdot SFc) Sc \log c + (S^2c - nSc^2) SFc \log c + \\ &\quad + (nSFc - SF \cdot Sc) Sc^2 \log c, \end{aligned}$$

$$D_q = (S^2Fc - SF^2 \cdot Sc^2) Sc \log c + (SF \cdot Sc^2 - Sc \cdot SFc) SFc \log c + \\ + SF^2 \cdot Sc - SF \cdot SFc) Sc^2 \log c,$$

$$D_r = (SF \cdot SFc - SF^2 \cdot Sc) Sc \log c + (SF \cdot Sc - nSFc) SFc \log c + \\ + (nSF^2 - S^2F) Sc^2 \log c.$$

2. If there are only 3 points ($I_1, F_1, I_2, F_2, I_3, F_3$ or $c_1, F_1, c_2, F_2, c_3, F_3$) on the arch AB the parameters are easily found by solving the following sets of linear equations:

$$pF_1 + qI_1 + Mr = M \log I_1 + 1$$

$$pF_2 + qI_2 + Mr = M \log I_2 + 1$$

$$pF_3 + qI_3 + Mr = M \log I_3 + 1$$

or

$$pF_1 + q - Mrc_1 = c_1 - Mc_1 \log c_1$$

$$pF_2 + q - Mrc_2 = c_2 - Mc_2 \log c_2$$

$$pF_3 + q - Mrc_3 = c_3 - Mc_3 \log c_3$$

The corresponding curves must exactly fit the given points. It is obvious that in this case the good agreement between the experimental results and the theory is a mathematical necessity and cannot be considered as an evidence corroborating our theory.

3. If p, q, r are known it is possible to calculate:

a) the angular coefficient m_c of the tangent $y = mx$ at the point A and compare it with the observed value m_0 ,

b) the equation $y = F_B = \text{const.}$ of the tangent at the point B and to compare it with the observed value.

The value m_c of the angular coefficient of the tangent at the point A of curve (31) is by (15) and (30):

$$m_c = \frac{a}{k} - \frac{a}{ke^{kd}} = \frac{aI_t}{kI_t} - \frac{aI_t}{kI_te^{kd}} = \frac{1}{pI_t} - \frac{q}{p} \quad (38)$$

or finally

$$\frac{1}{I_t} = e^{-Mr} = pm_c + q \quad \text{and} \quad m_c = \frac{e^{-Mr} - q}{p} \quad (39)$$

The observed value m_0 is found either from the formula $m_0 = \frac{S(FI)}{S(I^2)}$

or from the mean of the ratios $F/I (m_0 = \frac{S(F/I)}{n})$, where F and I refer

of course to pairs of experimental values lying on the segment OA .

The expected value of F_B is found by making in (31) $I = 1/q$, indeed (30), $1/q$ is the abscissa $I_B = I_i e^{kd}$ of the point B .

$$pF_B + 1 + Mr = M \log 1/q + 1$$

or

$$pF_B - M \log q + Mr = 0.$$

The observed value of the constant in the equation $y = \text{const.}$ is

simply the mean $\frac{F_{B1} + F_{B2} + \dots + F_{Bn}}{n}$ of all the experimental data

of F for which the abscissae are greater than the abscissa of the point B .

Similar calculations in the case $F = f(c)$ are given below. The equation of the tangent in A is $y = bdc$ (25). Hence

$$m_c = bd \quad (40)$$

In this equality we must express b and d in terms of p , q , r . From

$q = \frac{c_0}{e^{kd}}$ (32) it follows that $d = \frac{1}{k} \lg \frac{c_0}{q}$, however, as $Mr = \lg c_0$

and $c_0 = e^{Mr}$, we have:

$$d = \frac{1}{k} \lg \frac{e^{Mr}}{q} = \frac{1}{k} (Mr - M \log q).$$

From (32) it follows also that $b = k/p$, substituting in (40) the above expressions we obtain:

$$m_c = \frac{Mr - M \log q}{p} \quad \text{or} \quad pm_c + M \log q - Mr = 0. \quad (41)$$

To express F_B in terms of p , q , r we make $c = c_0$ in (23), c_0 being the abscissa of the point B (24), but as $c_0 = e^{Mr}$ we obtain:

$$pF_B + q - Mre^{Mr} = e^{Mr} - e^{Mr} \lg e^{Mr}$$

and finally:

$$pF_B + q - e^{Mr} = 0$$

The observed values of m_0 and F_B are calculated from the experimental data in the same way as in the case $F = f(I)$.

4. In the preceding methods the experimental data corresponding to the segments OA and BC were not used for the calculation of p , q , r . It is, however, possible to do so when starting from the assumption that the curve $F = f(I)$ or $F = f(c)$:

- a) passes through one (or more) points lying on the arch AB .
- b) is tangent to a given line $y = mx$ passing through the origin
- c) is tangent to a given line $y = \text{const.}$ parallel to the X -axis.

The following equations are equivalent to the above conditions:

for $F = f(I)$	for $F = f(c)$
$pF + qI + Mr = M \log I + 1$	$pF + q - Mrc = c - Mc \log c$
$1/I_t = e^{-Mr} = pm + q$	$pm + M \log q - Mr = 0$
$pF_B + M \log q + Mr = 0$	$pF_B + q - e^{Mr} = 0$

where I , c , F , F_B and m are known and p , q , r are the unknown parameters. Unfortunately there is no direct method for solving the above equations and therefore the general procedure used in such cases must be applied. It is however too cumbersome for practical purposes and will not be presented here.

The calculations become much simpler if the experimental data consist of F_B and the coordinates I_1 , F_1 and I_2 , F_2 of two points lying on the arch AB . The corresponding equations are

$$\begin{aligned}
 pF_B + M \log q + Mr &= 0 \\
 pF_1 + qI_1 + Mr &= M \log I_1 + 1 \\
 pF_2 + qI_2 + Mr &= M \log I_2 + 1.
 \end{aligned} \tag{42}$$

We subtract the second and the third equation from the first

$$\begin{aligned}
 p(F_B - F_1) + M \log q - qI_1 &= -M \log I_1 - 1 \\
 p(F_B - F_2) + M \log q - qI_2 &= -M \log I_2 - 1.
 \end{aligned}$$

If the following abbreviations are introduced

$$f_1 = F_B - F_1 \quad \text{and} \quad f_2 = F_B - F_2 \tag{43}$$

the equations become:

$$\begin{aligned}
 pf_1 + M \log q - qI_1 &= -M \log I_1 - 1 \\
 pf_2 + M \log q - qI_2 &= -M \log I_2 - 1.
 \end{aligned}$$

The two equations are multiplied, the first one by $-f_2$, and the second one by f_1 , and they are added together:

$$-pf_1f_2 - Mf_2 \log q + f_2 qI_1 = Mf_2 \log I_1 + f_2$$

$$pf_1f_2 + Mf_1 \log q - f_1 qI_2 = -Mf_1 \log I_2 - f_1$$

$$M(f_1 - f_2) \log q + (f_2 I_1 - f_1 I_2) q = f_2 (M \log I_1 + 1) - f_1 (M \log I_2 + 1)$$

The final equation has either two or one (double) real solutions or no solutions at all. The solutions, if any, are readily found by successive approximations. A closer examination of the experimental data shows which of the two solutions is the right one. When q is known p and r are immediately calculated from the second and third equation of the set (42).

A similar method applied to the set of equations

$$pF_B + q - e^{Mr} = 0$$

$$pF_1 + q - Mrc_1 = c_1 - Mc_1 \log c_1 \quad (44)$$

$$pF_2 + q - Mrc_2 = c_2 - Mc_2 \log c_2$$

leads to the equation

$$(f_1 - f_2) e^{Mr} - (f_1 c_2 - f_2 c_1) Mr = f_2 c_1 (M \log c_1 - 1) - f_1 c_2 (M \log c_2 - 1),$$

where f_1 and f_2 have the same signification as in (43). Its solution is facilitated if e^{Mr} and Mr are replaced by c_0 and $M \log c_0$ (32).

SUMMARY

This paper is an attempt to elucidate the causes of the well known discrepancy appearing in photosynthesis between Blackmann's theory of limiting factors and the experimental results. It follows from this theory that the curves $F = f(I)$ and $F = f(c)$ representing the rate F of carbon dioxide assimilation in relation to the light intensity I or the carbon dioxide concentration c should have the form of two intersecting segments. In reality the experimental curves $F = f(I)$ and $F = f(c)$ consist of two short segments connected by an arch of varying length and notably deviate from Blackmann's scheme. It is the aim of the present paper to demonstrate that the

actual shapes of the curves $F = f(I)$ and $F = f(c)$ are a direct consequence of the principle of limiting factors, provided that the distribution of the light intensity in the assimilating plants or cells is taken into account.

In the first section the dependence of the assimilation rate upon the light intensity is examined with the help of a model formed by an uniform algal suspension illuminated from below. It is assumed that the intensity of the light pervading through the suspension diminishes according to Beer's law. It can be shown that there exist a certain level (transition level) dividing the suspension into two parts: in the lower part light is the factor in excess while in the upper part it plays the rôle of the limiting agent. Each part of the suspension is decomposed in very thin layers and the assimilation rate of each layer is calculated in conformity with the principle of limiting factors (formulas (4) and (5)). Then the contributions of all the layers are added and a function (formula (9)) relating the assimilation rate to the light intensity is obtained. In the same manner, (section II) the action of varying carbon dioxide concentrations on the assimilation rate is examined and a function expressing the assimilation rate in relation to the carbon dioxide concentration is found (formula (23)).

In the third section the theoretical deductions are checked with the experimental results drawn from various papers (by B o s e, Gabrielsen, Harder, van den Honert, Smith, Warburg and Winokur) referring to the dependance of the assimilation rate of algal suspensions and water plants upon the light intensity or the carbon dioxide concentration. In most cases there is a satisfactory agreement between the theory and the experimental results. From this agreement the inference is drawn that the carbon dioxide assimilation by green plants exactly conforms to the principle of limiting factors and that the actual shapes of the functions $F = f(I)$ and $F = f(c)$ far from presenting deviations from Blackmann's theory are its consequence.

Finally in the last section the methods elaborated for the calculation of the parameters appearing in functions (31) and (33), $F = f(I)$ and $F = f(c)$, are presented in detail.

REFERENCES

- Blackmann F. F. 1905. Optima and limiting factors. *Ann. of Bot.* 19: 281—95.
- Bose J. C. 1924. *The Physiology of Photosynthesis*. London. 1—287.
- Brilliant B. A. 1949. Fotosintez kak process žiznedejatelnosti rastenija. Izdatelstwo Akademii Nauk SSSR. 1—159.
- Gabrielsen E. K. 1934. Untersuchungen über den Kohlenstoffhaushalt einer Gewächshauspflanze im Winter bei Tageslicht und mit elektrischer Zusatzbeleuchtung. *Planta*, 22: 180—89.
- Górski F. 1929. Recherches sur les méthodes de mesure de photosynthèse chez les plantes aquatiques submergées. *Acta Soc. Botanicorum Poloniae*. 6: 1—29.
- Har der R. 1921. Kritische Versuche zu Blackmanns Theorie der begrenzenden Faktoren bei der Kohlensäureassimilation. *Jahrb. f. wiss. Botanik*. 60: 531—71.
- van den Honert T. H. 1930. Carbon dioxyde assimilation and limiting factors. *Rec. Trav. Bot. Néerl.* 28: 149—286.
- Moore W. E. & Duggar B. M. 1949. Quantum efficiency of photosynthesis in *Chlorella*. In „Photosynthesis in Plants“ (monograph), Ames. Iowa, pag. 239—50.
- van der Pauw F. 1932. The indirect action of external factors on photosynthesis. *Rec. Trav. Bot. Néerl.* 29: 497—620.
- Smith E. L. 1937. The influence of light and carbon dioxyde on photosynthesis. *Journ. Gen. Physiol.* 20: 807—30.
- Smith E. L. 1939. Limiting factors in photosynthesis: light and carbon dioxyde. *Journ. Gen. Physiol.* 22: 21—35.
- Spoehr H. A. 1926. *Photosynthesis*. New York. 1—393.
- Stiles W. 1926. *Photosynthesis*. London 1—268.
- Tschesnokov V. & Bazyrina K. 1930. Die begrenzenden Faktoren bei der Photosynthese. *Planta*, 11: 457—62.
- Warburg O. 1919. Über die Geschwindigkeit der photochemischen Kohlensäurezersetzung in lebenden Zellen. *Biochem. Zeitschr.* 100: 230—70.
- Warburg O. & Negelein E. 1925. Über den Einfluss der Wellenlänge auf den Energieumsatz bei der Kohlensäureassimilation. *Zeitschr. f. physik. Chemie*, 106: 191—218. (Reprinted in: Warburg O.: Über die katalytischen Wirkungen der lebendigen Substanz, Berlin 1928).
- Winokur M. 1948. Photosynthesis relationships of *Chlorella* species, *Amer. Journ. Bot.* 35: 207—14.

Influence of hydration and dehydration on mitosis II

by

J. MOLÉ-BAJER

Physiological Institute of Jagellonian University, Kraków

(entered 23.XII.51.)

INTRODUCTION

The results of the influence of different ions on viscosity changes of cytoplasm are contradictory. The same ion according to different authors diminishes or increases the viscosity coefficient of cytoplasm. Heilbrunn (1937) thinks that K and Na ions increase the viscosity coefficient of cytoplasm while Ca and Mg ions diminish it, though other writers are of a different opinion.

One of the methods of examination of viscosity changes is centrifugation. The influence of centrifugal force on cell division in different objects have been examined, but observations were made mainly on fixed material, and cell division was not observed afterwards in vivo (Andrews 1915, Schaede 1930, Schrader 1934, Beams and King 1936 and others). In the present study the author was interested in cell division in live cells after centrifuging and her aim was to investigate the influence:

1. of K and Ca ions on viscosity changes of cytoplasm,
2. of centrifugation on mitosis in dependence of cytoplasm viscosity.

MATERIAL AND METHODS

Staminal hair cells of *Tradescantia virginica* were used (second half of June, July and September 1951). Young inflorescences were put into a test tube containing kalium nitrate (0,4%, 0,8%), calcium nitrate (0,8%) or sacharose solution (2%). Buds were placed in two positions, so that in one position the centrifugal force acted perpendicularly to the axis of the hairs, and in the other parallelly to it. During centrifuging buds could not change their position. The time of centrifugation was 2—60 mins. at 5000 and 6000 revolutions/min

and centrifugal force approximately 3870 x g and 5620 x g respectively. Immediately after centrifugation staminal hairs were prepared (within 3—6 mins.) and observed in a hanging drop of the solution in which they were centrifugated.

The velocity of displacement of nuclei under the action of centrifugal force in each solution was estimated by counting at short intervals the percentage of displaced nuclei. The curve of nuclei return to normal state was obtained in the same way. The oscillation of nuclei during their return to normal position was estimated by counting at short intervals the number of displaced nuclei, and of those in the center and near the centripetal cell walls. The curves of chromosome movement for two groups of anaphase chromosomes were obtained from measurements of the distance between anaphase chromosomes and the plane of the metaphase plate. The curves for the two groups of anaphase chromosomes and the curve resulting were drawn in on the same graph (method used in the previous work (Molé-Bajer 1950)).

Photomicrographs were made with the aid of a „Lumipan“ Zeiss microscope with apochromate oil immersion objective 60x, N. A. 1,0, apochromate 20x, N. A. 0,17 and a 7x compensating eyepiece.

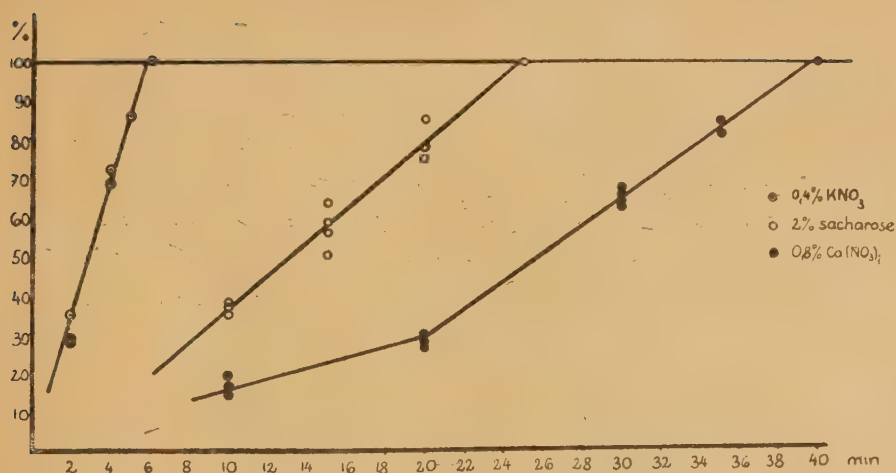
In order to observe hair cells of approximately the same age, only four top cells were considered.

OBSERVATIONS

The curves of dependence between the number of nuclei displaced onto the centrifugal walls and the time, were drawn for the revolving speed of 5000 revolutions/min. (Textfig. 1).

In sugar solution the time necessary for displacing all nuclei on centrifugal cell walls is 25 mins., in 0,4% kalium nitrate 6 mins., in 0,8% kalium nitrate less than 2 mins. and in 0,8% calcium nitrate approximately 45 mins. The exact moment at which the nuclei begin to be displaced, could not to be found in any of the solutions because after a very short time of centrifuging some of the nuclei are found near the centrifugal cell walls.

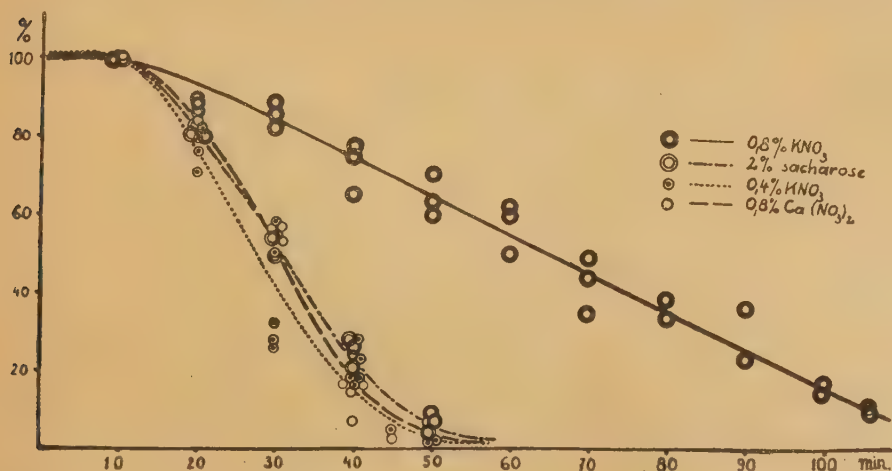
The shapes of curves of nuclei displacement in 0,4% kalium nitrate and 2% sacharose solutions are very similar. The number of nuclei near centrifugal walls is directly proportional to the duration of centrifuging. The curve of displacement in 0,8% calcium nitrate is somewhat different, as it breakes at the 20-th minute. In 0,8% kalium nitrate the nuclei are so quickly thrown on the centrifugal cell walls that is was not possible to make the countings necessary for



Textfig. 1. The percentage of nuclei displaced during centrifuging in 2% saccharose, 0.4% kalium nitrate 0.8% calcium nitrate solutions, plotted against time of centrifuging. Each point calculated from 200 cells.

drawing the curve. In solution of kalium nitrate, the time necessary to move the nuclei is much shorter, and in calcium nitrate longer, than the time needed in sugar solution.

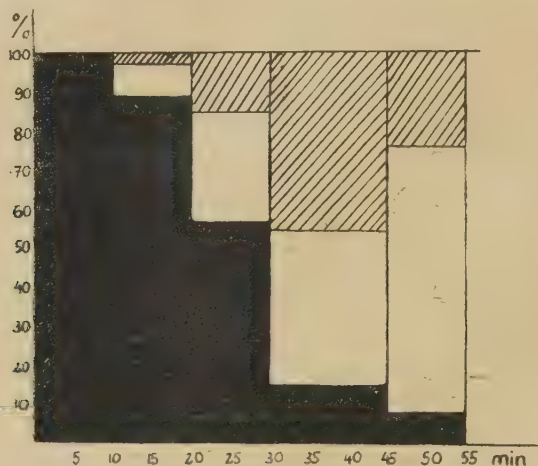
It appears from Text fig. 2 that the duration of the return of the nuclei to normal position (approximately the center of the cell) and also the shapes of the return curves in solutions of saccharose, 0.8% calcium nitrate, and 0.4% kalium nitrate are the same (approximately



Textfig. 2. The return to normal position of nuclei displaced during centrifuging in saccharose, kalium nitrate and calcium nitrate solutions plotted against time. The return is very similar in all solution except in 0.8% kalium nitrate where it lasts much longer. Each point calculated from 200 cells.

45 mins.). In 0,8% kalium nitrate solution the return is much longer (approximately 120 mins.) and some of the nuclei never return to normal position.

It was noticed that in 2% sacharose, some time after centrifuging was ended, the nuclei are not in the center of the cell, but near the centripetal cell walls, i. e. the cell walls opposite to the direction of the acting force. The number of such nuclei changes in the course of observation, which is shown in Textfig. 3. The percentage of nuclei

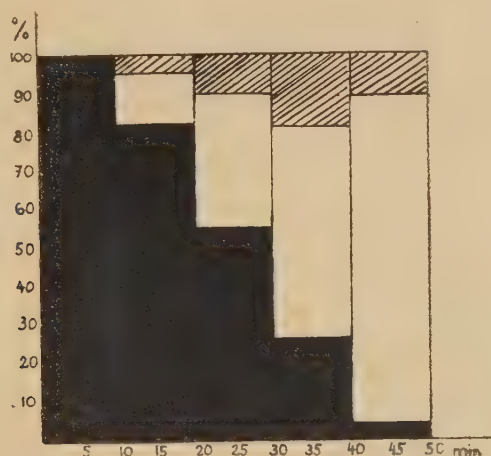


Textfig. 3. The percentage of nuclei near the centrifugal cell walls, in the center of the cell, and near centripetal cell walls, after centrifuging in 2% sacharose, plotted against time. Black—nuclei near centrifugal, shaded — near centripetal cell walls, white — in the center of the cell. Graph plotted from observations of 800 cells.

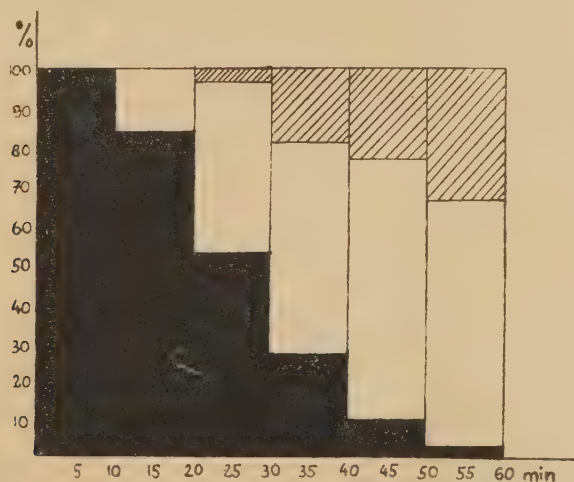
near centripetal and centrifugal cell walls, and in the middle part of the cell was calculated from countings at 5 mins. intervals. The number of nuclei near centrifugal walls diminishes gradually, while the number of those in normal position (approximately the center of the cell) and near centripetal walls increases. The number of nuclei near centripetal walls begins to increase, 10 mins. after the centrifuge was stopped, reaches its maximum after 30—45 mins., to diminish afterwards.

When observing the return of nuclei to normal position it often was noticed that some of the nuclei move not only to the center of the cell (normal position) but also farther to the opposite cell wall. After reaching the centripetal wall they move towards the center and sometimes even to the centrifugal wall. This oscillation could be re-

peated twice. The oscillating movement is variable in different cells and some of the nuclei may never reach the opposite cell wall. Some examples are given in Textfig. 7. The return of nuclei to normal position in 0,4% kalium nitrate and 0,8% calcium nitrate solutions is very similar (Textfigs. 4, 5).



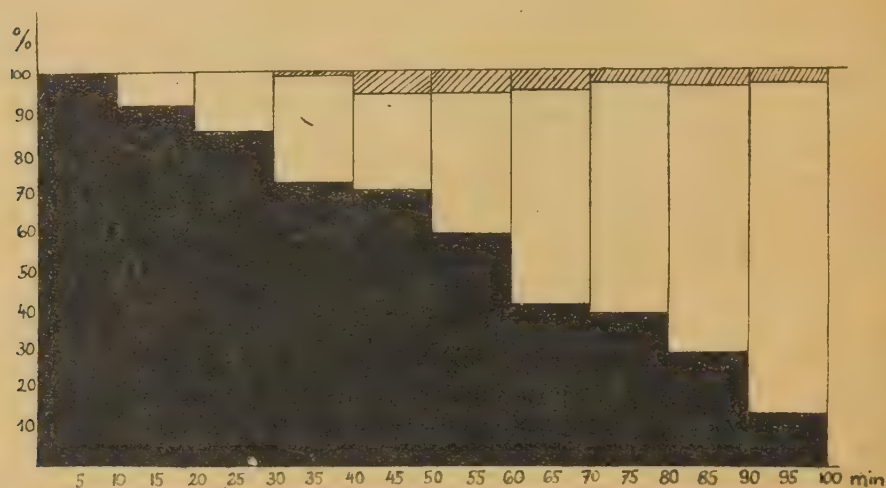
Textfig. 4. The percentage of nuclei near the centrifugal cell walls, in the center of the cell, and near centripetal cell walls, after centrifuging in 0,4% kalium nitrate solution, plotted against time. Black — nuclei near centrifugal, shaded — near centripetal cell walls, white — in the center of the cell. Graph made from observations of 800 cells.



Textfig. 5. The percentage of nuclei near the centrifugal cell walls in the center of the cell, and centripetal cell walls, after centrifuging in 0,8% kalium nitrate solution, plotted against time. Black — nuclei near centrifugal, shaded — near centripetal cell walls, white — in the center of the cell. Graph made from observations of 800 cells.

In 0.4% kalium nitrate solution the percentage of nuclei which reach the centripetal walls is not so great as in 2% sacharose, and the curve reaches its maximum after 30—40 mins. In 0.8% calcium nitrate solution the maximum is reached somewhat later.

The return of nuclei in 0.8% kalium nitrate solution differs, from what was described above. In the course of observations a small number of nuclei can be seen near the centripetal cell walls, and their number is approximately constant, and so small that it need not be considered. (Textfig. 6).



Textfig. 6. The percentage of nuclei near the centrifugal cell walls in the center of the cell, and near centripetal cell walls, after centrifuging in 0.8% calcium nitrate solution, plotted against time. Black — nuclei near centrifugal. shaded — near centripetal cell walls, white — in the center of the cell. Graph made from observation of 800 cells.

In centrifugated hairs the course of cell division was observed, and especially the course of anaphase.

It was found that after centrifugation in 0.4% kalium nitrate, 0.8% calcium nitrate and 2% sacharose, mitosis is similar in all three cases and differences occur only in the duration of its different phases.

If during centrifuging the prophase nucleus is displaced towards the centrifugal wall, the course of mitosis continues usually without disturbances, and the time of anaphase is quite normal. In some cases however centrifugated nuclei did not continue their division, but returned finally to the state of resting nuclei. This seems to happen only in the case of a definite stage of early prophase: however, in vivo this stages is very difficult to establish.

TABLE I* 48 cells from 125 observed

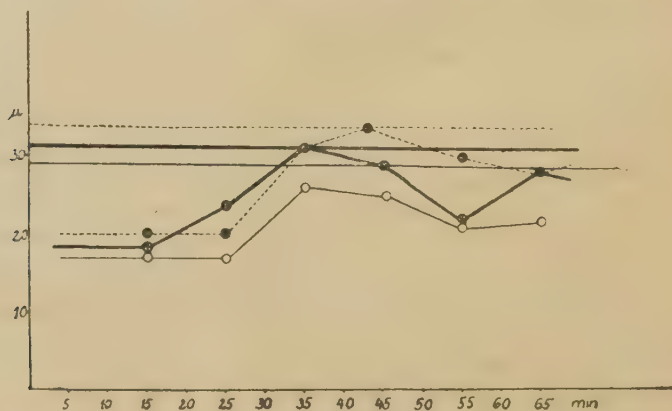
Revolutions/ min.	Time of centrifuging in mins.	Position of cell in hair	Stage of cell	Max. separation in anaphase in μ			Time of anaphase in mins.
				centri- fugal pole	centri- petal pole	total way	
2% sacharose							
5000	30	1	Proph.	12,5	13,5	26	15,5
"	30	2	"	15	15	30	17
"	30	1	"	16,5	16	32,5	17
"	30	1	Metakin.	15	19	34	17,5
"	80	2	"	16	18	34	18
"	30	1	Metaph.	14	20	34	16
"	30	1	"	13	20	33	17
"	30	2	"	12	18	30	18
"	30	2	"	14	22	36	20
0,4% kalium nitrate							
5000	6	1	Proph.	15	16	31	8
"	6	2	"	15	16	31	10
"	6	1	"	16	16	32	11
"	30	1	"	16	16	32	11
"	6	1	"	18	18	36	12,5
"	6	2	"	16	17	33	13
"	6	1	"	15	15	30	14
"	6	2	"	15,5	17,5	33	16
"	6	1	Metakin.	11	24	35	8
"	30	1	"	15	20	35	11
"	30	1	"	16,5	17,5	34	11,5
"	30	1	"	11	22	33	12
"	6	1	"	17	17	34	12,5
"	30	1	"	12	15	27	14,5
"	30	1	"	14	16	30	16
"	30	1	"	14	19	33	19
"	30	2	"	11	17	32	19
"	30	2	"	12	16	28	23
"	30	1	Metaph.			30	9
"	30	1	"	13	16	29	10
"	30	1	"	10	19	29	11
"	6	2	"	13	23	36	11
"	30	1	"	8	24	32	18
6000	15	2	Proph.	14,5	14	28,5	17
"	15	1	"	17	17	34	20
"	15	1	Metakin.	8	25	33	18
"	15	2	Metaph.	8	26	34	18
"	15	1	"	12	19,5	31,5	18
0,8% calcium nitrate							
5000	45	1	Proph.	16	22	38	23
"	45	1	"	14	17	30	23
"	60	1	Metakin.	14	17	31	20
"	60	1	"	14	19	33	23
"	45	2	Metaph.	14	16	30	20
"	45	2	"	17	19	36	21
"	45	2	"	13	18	31	22
"	60	2	"	12	19	33	23
"	60	3	"	12	18	30	25
"	60	1	"	13	18	31	21

*) Cells centrifugated in anaphase are not included as it is difficult to distinguish the anaphase after centrifuging.

Also no disturbances were found, when dividing cells were centrifugated in metakinensis. The time of anaphase is normal or slightly prolonged, and depends upon the solution in which the nuclei were centrifugated.

All above observations refer to the top cells as well as to the lower ones.

In cells centrifugated in metaphase, and early or advanced anaphase characteristic changes were noted. All the division apparatus (the spindle and chromosomes) is pressed to centrifugal cell wall, and flattened and the plate seems to be broader than usual. Metaphase lasts longer, and the later course of mitosis differs from normal. The metaphase plate is placed obliquely, and the centrifugal chromosome group in anaphase is pressed in one corner of the cell, and therefore it cannot move. The opposite chromosome group (centripetal) moves quickly and farther than usual. It is interesting to note that the maximum distance of separation of chromosomes is the same as in normal division (cf. Table I). During anaphase chromosome groups change their position, and late anaphase resembles the anaphase in not centrifugated cells (cf. Table I, Figs. 4—11). The course of such anaphase is well illustrated by the curves in Textfig. 8. The ways of two anaphase chromosome groups differ, and the curve is flattened, whereas the resultant one is similar to that in not centrifugated cells. Late anaphase and telophase is in such cells normal, and cell walls are formed perpendicularly to the long axis of the cells.



Textfig. 7. The movements of nuclei after centrifuging in 0.8% calcium nitrate plotted against time in 3 cells (dotted and continuous thin and thick lines). Centripetal cell walls of cells observed (centrifugal cell walls are abscissa). Points marked not from the center of the nucleus, but from its centripetal end.

Lines parallel to ordinate — ends of cells.



Textfig. 8. Chromosome movements in anaphase in a not centrifugated cell in 2% sacharose solution, and after centrifuging in 0,4% kalium nitrate solution.

Such disturbances were found usually in lower cells, contrary to what was found in top cells in which the mechanical conditions are very suitable and cell division is in most cases normal.

In some cases the obliquely placed metaphase plate changes its position to perpendicular to the longer axis of the cell — then the anaphase develops normally but is prolonged.

It was observed that in anaphase some chromosomes were sometimes lagging, and the formation of cell wall was disturbed, while in older cells mitosis was not continued.

In centrifugated cells, during late anaphase or telephase, two chromosome groups are displaced toward the centrifugal wall, one group close to the other. After a short time however the two groups reach their normal position and cell walls are formed.

DISCUSSION

In a previous paper (Molè — Bajer 1950) the influence of different concentrations of kalium nitrate and calcium nitrate on mitosis was studied. It was confirmed that in kalium nitrate solutions

the duration of anaphase is shortened or prolonged in comparison to sugar solutions. In concentrations below 0,4% of kalium nitrate solution the anaphase is shortened; in concentrations from 0,5% to 0,8% prolonged, and above 0,8% all mitoses are irregular and the durations of anaphases very varied. To explain these facts it was suggested that the structure of the spindle is loosened as a consequence of its liquefaction, and finally destroyed. This process at first accelerates the movement of anaphase chromosomes (3-4 times), and then makes it impossible.

The purpose of this paper was to verify these hypotheses and to study the viscosity changes caused by kalium nitrate and calcium nitrate solutions.

Observations on centrifugated cells show that the action of K ions liquefies and of Ca ions hardens the cytoplasm. The curves illustrating the displacement of nuclei to centrifugal cell walls indicate that this process is proportional to the time of centrifugation. The displacement of other cell components, i. e. chloroplasts, during centrifugation is very similar (Zurzycka and Zurzycki 1951).

The results of observations on the return of nuclei to normal position are very unexpected. The duration and also the course of the return in 2% sacharose, 0,4% kalium nitrate, and 0,8% calcium nitrate solutions is approximately the same in these three cases. This suggests that the time of return is not dependent on the viscosity of cytoplasm, which conclusion seems rather strange. Similar facts were reported by Timmel (1927) in his observations on the return of centrifugated chloroplasts in water and kalium nitrate solutions.

The return of nuclei in 0,8% kalium nitrate is different. It lasts longer, is less regular and a considerable number of nuclei do not return to normal position. These facts resemble those occurring during anaphase in 0,8% kalium nitrate, and may be also explained by the strong liquefaction of cytoplasm as a result of K ion action. The movement in such cytoplasm is much more difficult if at all possible.

When comparing the curves from Textfigs.: 3, 4, 5 and 6, it is evident that the number of nuclei which reach centripetal walls during their return to normal position increases to a maximum, and then diminishes (2% sacharose, 0,4% kalium nitrate). In the sugar solution this maximum is higher than in 0,4% kalium nitrate. In 0,8% kalium nitrate solution the number of nuclei near to the centripetal cell walls is low and approximately constant. This seems to indicate that the cytoplasm elasticity is diminished in kalium nitrate solution.

which is most probably caused by the loosening of cytoplasm structure. This is in agreement with N o r t h e n's (1939) observations on the action of different ions on cytoplasm elasticity in *Spirogyra*.

These facts confirm fully the hypotheses of the previous work (M o l è — B a j e r 1950).

The revolving speed of the centrifuge used was too small to cause any serious disturbances in cell division. Such disturbances were observed usually when experimenting with an ultracentrifuge of which the force is 150 000 $\times$ g or more (B e a m s a n d K i n g 1936).

Some of the few disturbances noticed (the curving of the spindle, lagging of chromosomes in anaphase and so on) are similar to those described by S c h a e d e (1930), S c h r a d e r (1934) and others.

It is evident from the curves of chromosome movement in anaphase in centrifugated and not centrifugated cells, that the way of centrifugal chromosome group in anaphase is shorter than the way of the opposite one. The maximal separation of the two chromosome groups in anaphase is the same as in not centrifugated cells. This indicates that centrifuging did not destroy the submicroscopical structure of the spindle.

The experimental data are insufficient to explain the differences in the distances that the two chromosome groups move through in anaphase. It seems probable that this is caused by the return of the spindle or perhaps a halfspindle to normal shape, after being squeezed during centrifugation.

The results of the present investigation fully support the opinions of other writers on the stiffness and uniformity of behaviour of the spindle.

As a result of centrifuging anaphase and metaphase are sometimes slightly prolonged (cf. Table I). Similar facts were noticed by S c h r a d e r (1934) in his experiments on centrifuging of Crustacea.

SUMMARY

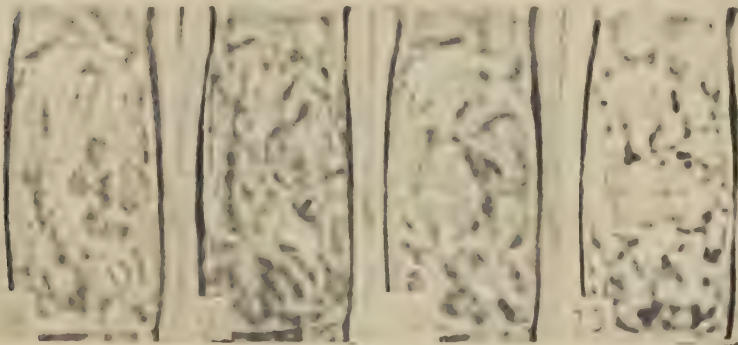
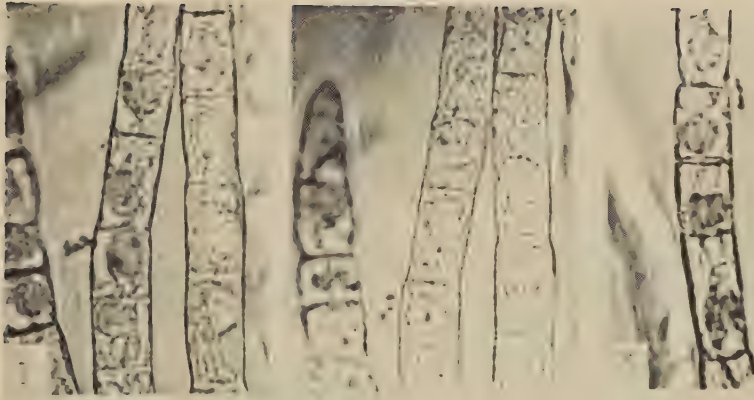
Flower buds of *Tradescantia virginica* were centrifugated for 20—60 mins. at 5000 and 6000 revolutions/min. and forces approximately 3870 and 5620 $\times$ gravitation respectively, in 2% saccharose, 0.4% and 0.8% kalium nitrate, and 0.8% calcium nitrate.

1. The time necessary to displace the nuclei in 0,4% kalium nitrate solution is shorter, and in 0,8% calcium nitrate longer, than in 2% sugar solution. This indicates that kalium nitrate solutions decrease, while calcium nitrate increase, cytoplasm viscosity. In 0,8% kalium nitrate the viscosity coefficient of cytoplasm decreases exceptionally.
2. The return time of centrifugated nuclei to normal position is similar in 0,4% kalium nitrate, 2% sacharose, and 0,8% calcium nitrate solutions. In 0,8% kalium nitrate it is much longer and often irregular. From facts obtained conclusions concerning the liquefaction and dystroying of cytoplasm structure under the action of K ions were drawn.
3. The revolving speed used for centrifuging was too small to cause any serious disturbances in cell division.

REFERENCES

- Andrews, F. M., 1915. Die Wirkung der Zentrifugalkraft auf Pflanzen. *Jb. f. wiss. Bot.*, 56: 221—253.
- Beams, H. W., and King, R. L., 1936. The effect of ultracentrifuging upon chick embryonic cells, with special reference to the „resting“ nucleus and the mitotic spindle. *Biol. Bull.*, 71: 188—198.
- Heilbrunn, L. V., 1937. An outline of general physiology. Philadelphia.
- Molé-Bajer, J., 1950. Influence of hydration and dehydration on mitosis. *Acta Soc. Bot. Pol.* 21: 73—94.
- Northern, H. T., and Northern, R. T., 1939. Effects of cations and anions on protoplasmic elasticity. *Plant Physiol.* 14: 539—547.
- Schaeede, R., 1930. Zentrifugalversuche mit Kernteilungen. *Planta.* 11: 243—262.
- Schrader, F., 1934. On the reality of spindle fibers. *Biol. Bull.* 67: 519—534.
- Timmel, H., 1927. Zentrifugenversuche über die Wirkung chemischer Agentien insbesondere des Kaliums auf die Viskosität des Protoplasmas. *Protoplasma.* 3: 197—212.
- Zurzycka, A., and Zurzycki J., 1951. The influence of some metallic ions on the phototactic movements of chloroplasts. *Acta Soc. Bot. Pol.* 21: 113—124.

Table I



EXPLANATION OF TABLE I

- Fig. 1. Not centrifugated staminal hairs of *Tradescantia virginica*
 Fig. 2. Staminal hairs with displaced nuclei as a result of centrifuging. The top side — centrifugal pole.
 Fig. 3. Return of nuclei to normal position after centrifuging in 0.8% calcium nitrate solution. Two nuclei moved to centripetal cell walls. The top side centrifugal pole.
 Figs. 4—11. Anaphase and telophase in centrifugated cell in 0.8% calcium nitrate at 6000 revolutions/min. during 45 mins. The bending of the spindle is visible. The top side centripetal pole.

Dalsze badania nad mechanizmem działania próchnicy na organizm rośliny

*Récherches ultérieures sur le mécanisme de l'activité de l'humus
sur l'organisme végétale*

S. GUMIŃSKI i Z. GUMIŃSKA

(Wpłynęło 9.II.52 r.)

W s t ę p

W ogłoszonej poprzednio pracy (1950) podano, iż efekt fizjologiczny próchnicy pojawia się w kulturach wodnych pomidorów przy niedostatku tlenu w pożywce. W kulturach dobrze wietrzonych próchnica nie wywiera wpływu na rozwój pomidorów. Poznanie tego warunku wystąpienia efektu fizjologicznego próchnicy usunęło zasadnicze sprzeczności w wynikach badań różnych autorów. Równocześnie, dając w rękę czuły test biologiczny w postaci kultur niewietrzonych, utorowało drogę do bliższego poznania mechanizmu stymulacji, wywołanej próchnicą.

Fakt że dodanie niewielkiej ilości humianu sodowego (ok. 50 mg na l) do pożywki umożliwia pomidorom rozwój w kulturach niewietrzonych, można było interpretować dwojako: albo 1) próchnica (względnie jej komponenty) wpływa, w tych warunkach, korzystnie na metabolizm oddechowy, albo 2) ułatwia wprost pobieranie soli mineralnych przez korzenie (np. przez zwiększenie przepuszczalności plazmy).

Korzeń spełnia, jak wiadomo dwie zasadnicze funkcje: pobiera wodę i sole mineralne. Objawów suszy fizjologicznej, w opisanych poprzednio doświadczeniach (1950) nie zauważono, natomiast wstrzymanie wzrostu rośliny i chloroza, w warunkach niedostatku tlenu, mogła być i zapewne była w korelacji z utrudnieniem pobierania soli mineralnych.

Zjawiska oddychania korzeni i pobierania przez nie soli mineralnych są, jak to w szczególności wykazał L u n d e g a r d h (1933, 1935), tak ściśle ze sobą związane, że nie sposób ich od siebie oddzie-

lić. W zasadzie jednak jest rzeczą istotnie różną, czy badany czynnik wpływa stymulująco na rozwój rośliny wprost przez ułatwienie wnikania soli mineralnych do korzeni, czy też przez wpływ na metabolizm oksydo-redukcyjny rośliny, co wtórnie dopiero ułatwia pobieranie soli. Niklewski i Wojciechowski (1938), Wojciechowski i Kuźdowicz (1939) Duda (1947), Błagowieszczeński i Prozorowska (1934) zgodnie podają, że koloidowe roztwory próchnicy zwiększają pobieranie soli mineralnych przez korzenie roślin. Duda stwierdził w krótkotrwałych (48 godzinnych) doświadczeniach, że nie tylko próchnica, ale i szereg innych koloidów, jak skrobia, agar, metawodorotlenek żelazowy oraz hydrosol kwasu krzemowego wydatnie wzmagają pobieranie soli mineralnych przez korzenie.

Błagowieszczeński i Prozorowska wykazali, iż pod wpływem kwasu huminowego korzenie roślin intensywniej pobierają sole mineralne (1934) — ponadto stwierdzili, że eksosmoza glukozy z komórek liści (łusek) cebuli, moczonych w wodzie destylowanej, wzmacnia się pod wpływem kwasu huminowego (1935). Autorzy interpretują te zjawiska w ten sposób, iż kwas huminowy, a raczej, bliżej nieokreślone hormony roślinne, z nim związane, wpływają pobudzająco na roślinę, skutkiem czego roślina intensywniej pobiera sole. Wzmoczenie przepuszczalności plazmy dla glukozy stoi z tym zjawiskiem w jakimś, niezupełnie jasnym związku. Interesujące jest, że wzrost przepuszczalności plazmy pod wpływem próchnicy nie pojawia się w pierwszych 24 godzinach; dopiero podczas następnej doby obserwuje się znacznie intensywniejszą eksosmozę cukru.

Kuthy i Pecznik (1941) zaprzeczają wynikom Błagowieszczeńskiego i Prozorowskiej, stwierdzając, że ich badania nie wykazały wzrostu przepuszczalności plazmy pod wpływem próchnicy. Jednakże wydaje się, iż wyniki tych autorów są nieporównywalne z wynikami ich poprzedników. Kuthy i Pecznik wykonali doświadczenia modelowe z żelatyną i barwikami oraz doświadczenia z eksosmozą cukru trzcinowego ze skrawków buraka cukrowego. Pomiedzy żelatyną i żywą plazmą analogia jest daleka, a przenikanie cukru trzcinowego trudno porównać z przenikaniem glukozy. (Autorzy nie mówią wprawdzie wprost o eksosmozie cukru trzcinowego, ale podają, że cukier przed oznaczaniem ilościowym inwertowali). Poza tym Kuthy i Pecznik stwierdzili, iż związki próchniczne, wywierają, w pewnych granicach stężeń, silnie hamujący wpływ na kiełkowanie nasion owsa. Na podstawie tych doświadczeń wypowiadają przekonanie, że stymulujący wpływ próchnicy na rozwój roślin.

opisany przez N i k l e w s k i e g o (1938), należy tłumaczyć działaniem hormonalnym, a nie zmianą struktury protoplazmy.

Natomiast wpływ próchnicy na wiązanie wolnego azotu przez *Azotobacter chroococcum* jak to wykazali B o r t e l s, K r z e m i e n i e w s k i, K o w a t s, K o s t e c k a i inni, tłumaczy się jedynie działaniem zawartych w niej mikroelementów — nie chodzi tu ani o wzrost przepuszczalności plazmy ani o efekty hormonalne tylko o katalizę redukcji azotu.

N i k l e w s k i, obserwując poszczególne objawy działania próchnicy, wysuwa szereg różnych hipotez oddzielnego mechanizmu dla każdego zjawiska osobno (1949).

Tak więc różni autorowie bardzo różne na ten temat wypowiadają poglądy. Obecnie należało, posługując się zależnością efektu próchnicznego od warunków tlenowych jako kluczem do rozwiązania problemu, przebadąć zasadnicze możliwości.

Opis doświadczeń

I. Porównanie działania humianu sodowego i jego popiołu

Spalono humian sodowy, uzyskany z kompostu jednorocznego i popiół wyekstrahowano częściowo wodą, częściowo 1/10 n. kwasem solnym. Roztwór wykazywał reakcję obojętną.

W słojach 1 1/4 l założono kultury wodne siewek pomidorów w pożywce wg Hampe i Truffaut (G u m i ń s k i 1950). Do 12 słoí dodano po 10 ml roztworu humianu sodowego (z 50 mg humianu), do innych 12 słoí roztworu popiołu uzyskanego z równej ilości (10 ml) humianu. Kultury hodowano w szklarni przy silnym nasłonecznieniu w temperaturze 25 do 40°C. (15. VIII. do 14. IX. 1950). Połowę kultur wietrzono intensywnie przez przelewanie pożywki ze słoja do słoja, drugą połowę pozostawiano bez wietrzenia przez cały czas doświadczenia.

Przekonano się, że wietrzenie kultur wodnych przez codzienne jedno- lub kilkakrotne przelewanie daje o wiele lepsze rezultaty, niż codzienne 5 minutowe przepędzanie powietrza przez pożywkę za pomocą aspiratora, zabiera natomiast bez porównania mniej czasu.

Doświadczenie miało zatem następujący schemat:

Kultury wietrzone	Kultury niewietrzone
1) Kontrola (6 powtórzeń)	
2) Humian „ „	idem
3) Popiół „ „	

a próchnica na to nie nie pomagała. Ziemniaki na pożywce, rosnące w połączeniu z bulwą, rozwijały się natomiast zupełnie dobrze, nie tylko w kulturach wietrzonych, ale także w niewietrzonych! Próchnica nie dawała tu również żadnego efektu.

Ziemniaki na pożywce, rosnące bez bulwy rozwijały się i w kulturach wietrzonych i w niewietrzonych, chociaż w tych ostatnich były trochę mniejsze i bledsze. Nie było mowy jednak o jakiejś chlorozie, czy zdecydowanym zastoju. I tutaj próchnica nie dała żadnego efektu!

Aby jeszcze raz sprawdzić ten wynik zasadzono ziemniaki w kulturach piaskowych (jałowy piasek rzeczny) w 7-mio litrowych garnkach kamiennych. Kombinacje ułożono takie same jak poprzednio z tym, że kultury wietrzone były dobrze wentylowane przez normalnie stosowane dreny powietrzne oraz podlewane były do stałej wagi 60% nasiąkliwości — niewietrzone natomiast pozbawione drenażu i zalewane wodą aż do pełnego nasycenia. Kombinacjom na pożywce odpowiadał piasek, zasilony normalną dawką P, K, N, Mg i S, kombinacjom z wodą destylowaną ten sam jałowy piasek rzeczny, podlewany wodą destylowaną. Wynik doświadczenia był podobny jak poprzednio, z tym że w kulturach niewietrzonych obecnie bulwy zgniły, co świadczyło o tym, że panował tam istotnie niedostatek tlenu.

Po miesiącu hodowli w szklarni, w pełnym słońcu, w temperaturze od 25—40°C rośliny wyjęto, wysuszono (bez bulw) i zważono. (tabl. II). Tak więc otrzymano odpowiedź całkowicie różną aniżeli się spodziewano: próchnica nie miała efektu w żadnej z tych kombinacji. Ale ponadto przekonano się, że ziemniaków, przynajmniej w tych warunkach, nie można doprowadzić do chlorozy przez niedostatek tlenu w podłożu.

Wytłumaczenie tego zjawiska nasuwało się dwojakie: Ziemniaki nie reagują na niedostatek tlenu (i na próchnicę) albo z powodu szczególnych właściwości gatunkowych, albo przyczyną tej odporności są substancje zawarte w bulwie.

Aby odpowiedzieć sobie na to pytanie założono doświadczenie z ziemniakami wykiełkowanymi z nasienia. Połowę kultur wietrzono, połowę pozostawiono bez wietrzenia i porównywano efekt próchnicy w jednych i drugich. Rozwój roślin przebiegał zupełnie tak, jak przy hodowli pomidorów. W kulturach niewietrzonych, kontrolnych, rośliny pożółkły i zmarniały; dodatek próchnicy spowodował po początkowym okresie chlorozy wtórne zazielenienie się i umożliwił dal-

TABELA II

Kultury wodne ziemniaków wyhodowanych z bulwy (22/V--21/VI 1951)

Les cultures dans l'eau des pommes de terre cultivées des tubercules.

Średnie z 6 powtórzeń. — Moyennes de 6 répétitions.

Rodzaj kultur Genre de culture	Kultury wietrzone Cultures aérées		Kultury niewietrzone Cultures non aérées	
	Waga suchej masy (pędy i korzenie) Poids de la matière desséchée (pousses et racines)	Współczynnik względem kontroli Coefficient en rapport du contrôle	Waga suchej masy (pędy i korzenie) Poids de la matière desséchée (pousses et racines)	Współczynnik względem kontroli Coefficient en rapport du contrôle
I. Rośliny z bulwami Les plantes aux tubercules				
Woda destylowana L'eau distillée				
a) Kontrola-contrôle	$0,80 \pm 0,2$	1,4	$0,76 \pm 0,14$	0,9
b) Z dod. próchnicy Avec l'humus	$1,10 \pm 0,2$		$0,72 \pm 0,14$	
2. Pożywka mineralna La solution nutritive				
a) Kontrola-contrôle	$4,83 \pm 0,6$	1,1	$4,77 \pm 0,85$	0,9
b) Z dod. próchnicy Avec l'humus	$5,20 \pm 0,7$		$4,35 \pm 0,13$	
II. Rośliny bez bulw na pożywce mineralnej Les plantes sans tubercules, solution nutritive				
a) Kontrola-contrôle	$3,96 \pm 0,23$	1,0	$1,96 \pm 0,41$	1,1
b) Z dod. próchnicy Avec l'humus	$3,14 \pm 0,37$		$2,06 \pm 0,24$	

Kultury piaskowe ziemniaków wyhodowanych z bulwy (19. V. — 22. VI. 1951).

Culture dans le sable des pommes de terre cultivées des tubercules.

I. Rośliny z bulwami Les plantes aux tubercules				
Woda destylowana L'eau distillée				
a) Kontrola-contrôle	$2,25 \pm 0,15$	1,0	$1,66 \pm 0,39$	0,9
b) Próchnica-l'humus	$2,27 \pm 0,27$		$1,41 \pm 0,07$	
2. Pożywka mineralna La solution nutritive				
a) Kontrola-contrôle	$9,91 \pm 1,38$	0,8	$5,52 \pm 1,24$	1,0
b) Próchnica-l'humus	$7,39 \pm 0,36$		$5,24 \pm 1,19$	
II. Rośliny bez bulw na pożywce mineralnej Les plantes sans tubercules, la solution nutritive				
a) Kontrola-contrôle	$2,11 \pm 0,48$	0,8	$1,24 \pm 0,15$	0,8
b) Próchnica-l'humus	$1,67 \pm 0,53$		$0,90 \pm 0,12$	

szy rozwój (zaznaczyć należy, że humian dodany był do pożywki równocześnie z umieszczeniem siewek w słojach).

W kulturach wietrzonych wzrost wszystkich roślin był prawidłowy i próchnica nie wywarła żadnego wpływu na rozwój roślin.

Tablica przedstawia porównanie wagi suchej masy roślin po miesiącu hodowli.

TABLICA III

Kultury wodne ziemniaków, wyhodowanych z nasienia (29. VI. — 2. VIII. 1951).

Les cultures dans l'eau des pommes de terre cultivées des graines

Średnie z 6 powtórzeń. — Moyennes de 6 répétitions.

Rodzaj kultur Genre de culture	Kultury wietrzne Cultures aérées		Kultury niewietrzne Cultures non aérées	
	Waga suchej masy (4 roślin)	Współczynnik względem kontroli	Waga suchej masy (4 roślin)	Współczynnik względem kontroli
	Poids de la matière desséchée (4 plantes)	Coefficient en rapport du contrôle	Poids de la matière (4 plantes) desséchée	Coefficient en rapport du contrôle
Kontrola — contrôle	8,55 ± 0,14		0,80 ± 0,01	
Z dodatkiem próchnicy Avec l'humus	6,12 ± 0,78	0,8	2,22 ± 0,43	2,8

Zatem odporność ziemniaków z bulwy polega na zawartości jakichś substancji w bulwie, na co zresztą wskazywał już fakt pewnego zahamowania w rozwoju roślin odciętych od bulwy w kulturach niewietrzonych (por. tabela nr II).

Wyniki doświadczeń z ziemniakami nie rozstrzygnęły zasadniczego pytania, czy próchnica działa stymulująco przez bezpośrednie ułatwienie pobierania soli mineralnych, czy też przez wpływ na metabolizm oksydo-redukcyjny korzeni. Gdyby bowiem chodziło wyłącznie o ewentualność pierwszą, to rośliny, odłączone od bulwy i wskutek tego zahamowane w rozwoju w stosunku do tych, które miały połączenie z bulwą, powinny były dodatnio zareagować na dodatek próchnicy do pożywki. Z drugiej strony brak reakcji na próchnicę w tych warunkach świadczy również przeciwko „teorii oddechowej“. Przy tym kultury w wodzie destylowanej całkowicie zawiodły, gdyż w nich, obojętnie czy się wietrzy, czy nie, ziemniaki rosnać nie chcą. Natomiast wyniki te wykazały, że w bulwach istnieją pewne substancje, które uniezależniają, do pewnego stopnia, rośliny od warunków tlenowych podłoża.

III. Porównanie działania próchnicy, biosów i koloidu nieorganicznego

W doświadczeniach Dudy dodatek różnych koloidów do roztworów soli wzmacniał pobieranie tych soli przez korzenie roślin. Gdyby więc efekt próchniczny, przy niedostatku tlenowym polegał na własnościach koloidowych humianu sodowego, wówczas powinny by i inne koloidy użyte przez Dudę wywołać efekt podobny.

Jeśli natomiast efekt polega na działaniu witaminowym, to można by może znaleźć takie biokatalizatory, które by próchnicę zastąpiły.

Z pomiędzy koloidów, używanych przez Dudę, wybrano hydrosol kwasu krzemowego jako nie budzący w tym celu poważniejszych zastrzeżeń.

Duda używał prócz próchnicy, skrobi, agaru, metawodorotlenku żelazowego oraz kwasu krzemowego. Skrobia mogłaby stać się substratem dla mikroorganizmów, agar zawierać może hormony, żelazo budzi zastrzeżenia ze względu na wyniki W o j c i e c h o w s k i e g o (48), pozostawał więc kwas krzemowy.

Porównano wpływ na kultury wietrzone i niewietrzone pomidorów: próchnicy, hydrosolu kwasu krzemowego, wyciągu wodnego liści bukowych, kompleksu witaminów B₁ i B₆ oraz witaminu PP.

Próchnicę wzięto, jak zwykle w formie humianu sodowego w ilości około 50 mg na litr pożywki. Wyciąg z liści sporządzono w ten sposób, że 10 g młodych liści bukowych ekstrahowano przez godzinę przy 70°C w 200 ml. wody. Na 1 l pożywki dawano po 10 ml tego wyciągu. Witamin B₁, B₆ i PP dawano po 4 mg na litr pożywki. B₁ i B₆ użyte były z ampulek do iniekcji wyrobu krajowego, PP, jako roztwór wodny pastylek amidu kwasu nikotynowego firmy „Roche“.

Wynik był zupełnie jasny: w kulturach niewietrzonych rozwinęły się jedynie te rośliny, które otrzymały dodatek próchnicy oraz te, które otrzymały dodatek wyciągu z liści, przy czym wyciąg z liści wywarł działanie o wiele silniejsze, niż próchnica. Działanie wyciągu z liści było tak silne, że rośliny w kulturach niewietrzonych, zasilone tym wyciągiem, rozwinęły się co najmniej tak dobrze, jak kontrolne w kulturach wietrzonych. Wyciąg z liści nie dopuścił w ogóle do wystąpienia chlorozy nawet w początkowym stadium w słojach niewietrzonych. Natomiast w kulturach niewietrzonych z dodatkiem próchnicy początkowo wystąpiła wyraźna chloroza i zahamowanie we wzroście, dopiero po 2 tygodniach rośliny z powrotem się zazieleniły i powoli dopędzały te, które otrzymały dodatek wyciągu z liści. Wyciąg z liści stymulował również rozwój roślin w kulturach wietrzonych, choć o wiele mniej wybitnie niż w niewietrzonych, gdzie różnica była niezmiernie jaskrawa.

W tablicy porównawczej suchej masy roślin nie uwidoczniło się wagi roślin z kultur zasilonych witaminami PP, gdyż kultury te dostawiono później i wyniki liczbowe nie są porównywalne.

TABLICA IV

Porównanie działania próchnicy, biosów i koloidu krzemowego
 Comparaison de l'action de l'humus, des bioses et du colloïde de la silice

11. VIII. do 10. IX, 1951 r.

Średnie z 6 powtórzeń — Moyennes de 6 répétitions.

Rodzaj kultur Genre de culture	Waga suchej masy 3 roślin (z 1 słoja) w gramach Poids de la matière dessechée en grammes (3 plantes)		Współczynnik względem kontroli Coefficient en rapport du contrôle	
	Pędy Pousses	Korzenie Racines	Pędy Pousses	Korzenie Racines
A) Kultury wietrzone Cultures aérées				
1. Kontrola — contrôle	1,19 ± 0,17	0,23 ± 0,04		
2. Próchnica—l'humus	1,25 ± 0,20	0,26 ± 0,01	1,1	1,1
3. Kw. krzemowy - silice	1,31 ± 0,13	0,27 ± 0,04	1,1	1,2
4. Wyciąg z liści Extrait des feuilles	2,25 ± 0,17	0,44 ± 0,03	1,9	1,9
5. B ₁ i B ₆	1,49 ± 0,14	0,27 ± 0,02	1,3	1,2
B) Kultury niewietrzone Cultures non aérées				
1. Kontrola — contrôle	0,09 ± 0,03	0,03 ± 0,00		
2. Próchnica—l'humus	0,39 ± 0,04	0,09 ± 0,02	4,3	3,0
3. Kw. krzemowy - silice	0,13 ± 0,02	0,05 ± 0,01	1,4	1,7
4. Wyciąg z liści Extrait des feuilles	1,46 ± 0,19	0,36 ± 0,06	16,2	12,0
5. B ₁ i B ₆	0,13 ± 0,01	0,04 ± 0,00	1,4	1,3

IV. Zależność efektu próchnicy od stadium rozwojowego rośliny

Ponieważ, jak z opisanych doświadczeń wynika, rozwój roślin w złych warunkach tlenowych korzeni umożliwia bliżej nieznaną substancję, o charakterze witaminowym, więc nasunęło się pytanie, czy efekt fizjologiczny próchnicy nie maleje w późniejszych stadiach rozwojowych rośliny, kiedy to roślina, dzięki fotosyntezie staje się całkowicie auxo-autotroficzną.

Wyhodowano pomidory na używanej zwykle pożywce Hampe i Truffaut i przeprowadzono w stereotypowy sposób na liczących miesiąc, dobrze rozwiniętych roślinach, doświadczenie z próchnicą.

Zatem, po miesiącu hodowli, przy dobrym wietrzeniu, rozdzielono kultury i przez następny miesiąc połowę wietrzono, połowę zaś nie. W ciągu tego okresu nie doprowadzono roślin w kulturach niewietrzonych do wyraźnej chlorozy, rośliny jedynie przybladły i trochę opóźniły się we wzroście. Niedostatek tlenu w pożywce był niewątpliwy, tak że korzenie przy końcach zaczęły obgniwać. Dodatek próchnicy, jak również wyciągu z liści dał słaby efekt.

Ponieważ wyrosnięte rośliny chciwie chłoniły wodę zachodziła konieczność częstego dolewania pożywki. Do słoików niewietrzonych używano pożywki sporządzonej na świeżo przegotowanej wodzie.

TABLICA V

Zależność efektu fizjologicznego próchnicy od stadium rozwojowego rośliny.
La dépendence de l'effet de l'humus du stade du développement des plantes.

Średnie z 6 powtórzeń — Moyennes de 6 répétitions

Od 15. VIII. do 30. X. 1951 r.

Rodzaj kultur Genre de culture	Waga suchej masy w gramach (3 rośliny) Poids de la matière dessechée en grammes (3 plantes)		Współczynnik względem kontroli Coefficient en raport du contrôle	
	Pędy Pousses	Korzenie Racines	Pędy Pousses	Korzenie Racines
A) Kultury wietrzone Cultures aérées				
1. Kontrola — contrôle	10,51 ± 0,94	2,19 ± 0,15		
2. Próchnica — l'humus	10,04 ± 1,15	1,83 ± 0,21	1,0	0,8
3. Wyciąg z liści Extrait des feuilles	9,27 ± 0,98	2,03 ± 0,25	0,9	1,0
B) Kultury niewietrzone Cultures non aérées				
1. Kontrola — contrôle	5,61 ± 0,37	1,00 ± 0,57		
2. Próchnica — l'humus	7,06 ± 0,57	1,36 ± 0,19	1,3	1,4
3. Wyciąg z liści Extrait des feuilles	7,02 ± 0,41	1,12 ± 0,07	1,3	1,2

V. Borowina lecznicza

Ze względu na znane własności lecznicze tzw. borowiny założono doświadczenie porównawcze działania humianu kompostu, używanego do poprzednich doświadczeń, oraz humianu sporządzonego w ten sam stereotypowy sposób ze znanej borowiny krynickiej. Uprzednio zbadano tę borowinę na radioaktywność w Zakładzie Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Wrocławskiego — badanie nie

wykazało żadnej promieniotwórczości. Za przeprowadzenie tego badania wyrażamy na tym miejscu Panu Prof. Dr J. Wesołowskiemu uprzejme podziękowanie.

Humian sporządzony z borowiny nie tylko stymulował rozwój siewek pomidorów w kulturach niewietrzonych ale przewyższał nawet w aktywności humian z kompostu.

TABLICA VI

Porównanie działania próchnicy kompostu i borowiny leczniczej.

Comparaison d'action du composte et de la bourbe médicinale.

Średnie z 6 powtórzeń — Moyennes de 6 répétitions.

25. VIII. — 1. X. 1951

Rodzaj kultur Genre de culture	Waga suchej masy w gramach (3 rośliny) Poids de la matière dessechée en grammes (3 plantes)		Współczynnik względem kontroli Coefficient en rapport du contrôle	
	Pędy Pousses	Korzenie Racines	Pędy Pousses	Korzenie Racines
A) Kultury wietrzone Cultures aérées				
1. Kontrola — contrôle	1,32 ± 0,09	0,26 ± 0,01		
2. Próchnica z kompostu L'humus du composte	2,83 ± 0,61	0,46 ± 0,03	2,1	1,8
3. Humian z borowiny L'humus de la bourbe	2,52 ± 0,16	0,38 ± 0,04	2,0	1,5
B) Kultury niewietrzone Cultures non aérées				
1. Kontrola — contrôle	0,22 ± 0,10	0,04 ± 0,02		
2. Humian z kompostu L'humus du composte	1,28 ± 0,17	0,22 ± 0,04	5,8	5,5
3. Humian z borowiny L'humus de la bourbe	2,62 ± 0,08	0,50 ± 0,05	12,0	12,5

VI. Drożdże

Dzięki Pani Prof. H. Krzemieniewskiej zwróciliśmy uwagę na pracę F. Dzierzbickiego z r. 1909, w której wymieniony autor pierwszy wykazał biosowy charakter wyciągów próchnicznych. Doświadczenia Dzierzbickiego wykazały, że próchnica stymuluje fermentację alkoholową powodowaną przez drożdże (autor oznaczał ilość CO₂). Z punktu widzenia aktualnych badań szczególnie interesujące jest spostrzeżenie Dzierzbickiego, że stymulacja zachodzi wtedy, jeśli pożywkę zaszczipić bardzo drobną ilością drożdży — jeśli natomiast szczepionka jest obfita, wówczas drożdże rosną

dobrze na pożywce cukrowej także i bez dodatku substancji próchnicznych — dodanie próchnicy w tych warunkach powoduje efekt słaby. Jak wiadomo właśnie substancje o charakterze biosów wtedy dają znakomity efekt stymulacyjny jeśli szczepimy pożywkę znikomą ilością drożdży. Wynik Dzierzbickiego wskazuje więc na biosowy charakter wyciągów próchnicznych.

Powtórzono doświadczenia Dzierzbickiego z humianem używanym do poprzednich, własnych doświadczeń. Nie oznaczano jednak ilości wywiązującego się przy fermentacji dwutlenku węgla, lecz liczono pod mikroskopem komórki drożdży.

Kulturę drożdży, hodowaną na pożywce mineralno-cukrowej (Boasa) rozcieńczono i małą ilością komórek zaszczerpiono identyczną pożywkę w pięciu powtórzeniach. Doświadczenie przeprowadzono raz niesterylnie, drugi raz sterylnie. W pierwszym wypadku obok drożdży rozwinął się kropidlak, w drugim znaleziono tylko drożdże.

Po kilku dniach zlikwidowano doświadczenie i dokonano obliczeń.

TABLICA VII

Drożdże w warunkach niesterylnych.

Levures dans des conditions non steriles.

(W próbkach — 5 powtórzeń).

Liczono na zwykłych szkiełkach pod mikroskopem z przesuwającym stolikiem z podziałką.

	Ilość komórek Nombre de cellules	Współczynnik względem kontroli Coefficient en raport du contrôle
Kontrola — contrôle	50 ± 16	$f - 5,6$
Z dodatkiem próchnicy	283 ± 99	
Avec l'humus		

TABLICA VIII

Drożdże w warunkach sterylnych doświadczenia.

Levures. Experiment en conditions steriles.

(W erlenmayerkach — 6 powtórzeń).

Liczono na stoliku Thoma.

	Ilość komórek Nombre de cellules	Współczynnik względem kontroli Coefficient en raport du contrôle
Kontrola — contrôle	46 ± 17	$f - 3,8$
Z dodatkiem próchnicy	174 ± 44	
Avec l'humus		

Tak kultury czyste, jak i surowe wykazały stymulację pod wpływem próchnicy. Makroskopowo można było zauważyć w kulturach z próchnicą prócz osadu drożdży lepszy rozwój kropidlaka w pierwszym doświadczeniu, przeprowadzonym niesterylnie.

O m ó w i e n i e w y n i k ó w

Wyniki, opisanych doświadczeń, świadczą, zgodnie z poglądami K u t h y' e g o i P e c z n i k a (1940), o witaminowym charakterze działania próchnicy.

Rozwój siewek pomidorów w niewietrzonych kulturach wodnych umożliwiają jedynie związki organiczne humianu — popiół okazuje się nieczynny. Zatem mikroelementy nie grają tu zasadniczej roli.

Hydrosol kwasu krzemowego również nie ratuje siewek przy niedostatkutleniu w podłożu. Zaznaczona, niewielka stymulacja rozwoju odnosi się tylko do początkowego stadium wzrostu jeszcze przed wystąpieniem silnej chlorozy, wywołanej niedostatkutleniu. Koloid ten daje więc tylko bardzo skromny efekt ilościowy, podczas gdy humian wywołuje nieporównywalny skutek jakościowy, umożliwiając roślinie, po pokonaniu krótkiego okresu zastoju, dalszy rozwój. Natomiast wyciąg z liści działa jeszcze energiczniej, niż humian przygotowany z kompostu. Pierwszorzędną rolę w działaniu próchnicy (przy niedostatkutleniu w podłożu rośliny) grają nie właściwości koloïdowe próchnicy, lecz jej charakter witaminowy. Należy więc sądzić, że wzmożenie pobierania soli mineralnych pod wpływem próchnicy, obserwowane przez różnych autorów, nie jest w łańcuchu przyczynowym stymulacji przyczyną pierwszą, co zresztą już przypuszczali B ł a g o w e s z c z e n s k i i P r o z o r o w s k a j a (1934).

Skuteczność wyciągu z liści, sporządzonego według stereotypowego przepisu na biosy, każe myśleć o substancjach z grupy biosów. Wskazuje na to i wynik doświadczenia z drożdżami. W hodowli amputowanych korzeni na pożywkach, jak wiadomo najważniejszymi witaminami są aneuryna i pirydoksyna, tymczasem z opisanego w tekście doświadczenia wynika, że w niewietrzonych kulturach nie dają one właściwego efektu. Również i amid kwasu nikotynowego nie ratuje pomidorów przy niedostatkutleniu w podłożu. Rzeczą dalszych doświadczeń będzie zbadanie skuteczności innych witamin z grupy B (zwłaszcza biotyny) i to tak oddzielnie jak i w kompleksach.

Nadspodziewanie skuteczny okazał się humian sporządzony z leczniczej borowiny krynickiej. A priori można by sądzić, że w borowinie powinno być mniej witamin, niż w świeżym (rocznym) kompoście, choć oczywiście i w borowinie witaminy być mogą (działalność drobnoustrojów). Fakt ten przemawia na korzyść poglądów Wojciechowskiego (1949), który sądzi, iż sama próchnica jest substancją fizjologicznie czynną. Z drugiej strony rzuca pewne światło na medyczne zagadnienie borowiny.

Opisane doświadczenia wykazały wreszcie, że roślina produkuje w liściach substancje, umożliwiające jej rozwój przy niedostatku tlenu w podłożu. Tym się tłumaczy zapewne zdumiewająca łatwość z jaką korzenie roślin rosną w głębi ziemi, gdzie często wszak panuje niewątpliwie niedostatek tlenu.

W świetle tych wyników wydaje się, iż nawożenie próchnicą rozpuszczalną (świeżym kompostem) należy stosować przede wszystkim tam, gdzie warunki tlenowe gleby są niedostateczne i to w okresie początkowego rozwoju roślin. Tego rodzaju doświadczenia polowe należą już oczywiście do kompetencji nauki rolnictwa.

S t r e s z c z e n i e

Opierając się na stwierdzonym w poprzednich badaniach (1950) fakcie, że stymulujący wpływ próchnicy na rozwój pomidorów pojawia się przy niedostatku tlenu w pożywce, a niknie przy silnym wietrzeniu pożywki, przeprowadzono szereg dalszych doświadczeń w celu bliższego wyjaśnienia mechanizmu działania próchnicy. W szczególności dociekano, czy efekt fizjologiczny próchnicy polega wprost na wzmożeniu przenikania soli mineralnych do korzeni, czy też przyczyną pierwszą jest ingerencja próchnicy w metabolizm oksydo-redukcyjnym, kierowanym przez biokatalizatory.

Hodowano pomidory w kulturach wodnych wietrzonych i niewietrzonych, dodając do pożywek w celu porównawczym humianu sodowego oraz jego popiołu. Stwierdzono, że efekt fizjologiczny w tych warunkach polega na działaniu związków organicznych próchnicy — popiół okazał się nieczynny.

Badano wpływ próchnicy na rozwój wietrzonych i niewietrzonych kultur wodnych i piaskowych ziemniaków, hodowanych z bulwy i rosnących bądź to w połączeniu z macierzystą bulwą, bądź odłączonych od niej. Następnie przeprowadzono podobne doświadczenie z ziemniakami, wykiełkowanymi z nasienia. Rośliny, wyhodowane z bulwy, okazały się bardzo odporne na niedostatek tlenowy w podłożu — rozwijały się one pomimo niewietrzenia pożywki i nie

wykazywały charakterystycznej chlorozy podczas doświadczenia trwającego z górą miesiąc. Nie reagowały też na dodatek próchnicy do pożywki. Natomiast ziemniaki, wykiełkowane z nasienia, zachowywały się identycznie jak siewki pomidorów — rozwijały się jedynie w kulturach wietrzonych, w niewietrzonych zaś obumierały, przy czym dodatek próchnicy w tych warunkach ratował je i umożliwiał dalszy ich rozwój.

Z kolei przeprowadzono doświadczenia porównawcze nad stymulacją pomidorów (cierpiących na niedostatek tlenu w pożywce) za pomocą próchnicy, koloidu kwasu krzemowego, tiaminy i pirydoksyny, amidu kwasu nikotynowego oraz wodnego wyciągu młodych liści bukowych. Z pomiędzy tych substancji (prócz próchnicy) jedynie wyciąg z liści okazał się czynny, a nawet przewyższał znacznie efekt działania próchnicy.

Osobne doświadczenie wykazało, że humian sodowy, sporządzony z leczniczej borowiny krynickiej nie ustępuje w działaniu na rośliny humianowi sporządzonemu z kompostu, a nawet go przewyższa.

Badano zależność efektu stymulacyjnego próchnicy od stadium rozwojowego rośliny, wykonując doświadczenie nad rozwiniętymi (1-miesięcznymi) pomidorami, przy czym okazało się, że pomidory wyrosnięte są podobnie odporne (choć w mniejszym stopniu) na niedostatek tlenu w pożywce, jak ziemniaki wyhodowane z bulwy. Próchnica wywołuje u pomidorów wyrosniętych znacznie mniejszy efekt fizjologiczny, niż u siewek.

Powtórzono doświadczenia D z i e r z b i c k i e g o z roku 1909 nad wpływem próchnicy na rozwój drożdży. Stwierdzono wpływ podobny, jak przy stosowaniu właściwych biosów.

Na podstawie opisanych doświadczeń wysnuwa się następujące wnioski

- 1) Efekt fizjologiczny próchnicy ma charakter witaminowy.
- 2) Efekt ten jest zależny od stadium rozwojowego rośliny, względnie od ilości ergonów, nagromadzonych w organach zapasowych rośliny (bulwach, nasionach itp.).
- 3) Rośliny produkują w liściach ergony, umożliwiające im rozwój w warunkach niedostatku tlenowego w podłożu.

Projektuje się dalsze doświadczenia w celu wyjaśnienia biochemizmu tych zjawisk fizjologicznych.

Z Zakładu Fizjologii Roślin im. Emila Godlewskiego
Uniwersytetu we Wrocławiu

RÉSUMÉ

Les expériences antérieures (1950), ayant prouvé, que l'influence stimulante de l'humus sur l'accroissement des tomates survient avec l'insuffisance de l'oxygène dans la culture et qu'elle disparaît quand la culture est bien aérée, on a effectué des nouvelles expériences ayant pour but d'expliquer le mécanisme de l'action de l'humus. Particulièrement on a sondé la question si l'influence physiologique s'effectue directement par une meilleure pénétration des sels minéraux dans les racines ou bien si l'on en doit chercher la cause première dans le rôle que joue l'humus dans le métabolisme oxydo-réductif, dirigé par les biocatalisateurs.

Les tomates ont été cultivées dans l'eau (solution nutritive), dans des cultures aérées et non aérées en ajoutant pour comparer l'humate de soude et la cendre de celui-ci. On a constaté que l'effet physiologique consiste dans ces conditions en l'activité des composés organiques de l'humus; la cendre est sans influence.

On a étudié l'influence de l'humus sur l'accroissement des cultures aérées et non aérées, dans l'eau et dans le sable, des pommes de terre élevées de la bulbe et croissant en jonction avec la bulbe maternelle ou bien séparées d'elle. Ensuite on a effectué des expériences avec les pommes de terre germées des graines. Les plantes provenant des bulbes se montrèrent très résistantes à l'insuffisance de l'oxygène dans le substratum. Elles se développaient bien malgré la non-aération des cultures et l'on n'a pas observé chez elles, pendant les expériences qui ont duré plus d'un mois, la chlorose caractéristique. Elles ne réagissaient pas non plus sur l'addition de l'humus à la culture. Par contre, les pommes de terre élevées des graines se comportaient d'une manière identique aux jeunes plantes des tomates: elles se développaient seulement dans les cultures aérées et périssaient dans les non aérées; dans ces conditions l'addition de l'humus les préservait du périment et rendait possible leur croissance.

Ensuite on effectua des expériences comparatives sur la stimulation des tomates (souffrant de l'insuffisance de l'oxygène dans la culture) par l'addition de l'humus, du colloïde de l'acide silicique, de la thiamine et de la pyridoxine, de l'amide de l'acide nicotinique, enfin de l'extrait aquatique des feuilles jeunes du hêtre. Parmi ces substances seulement l'extrait des feuilles se montra actif. Son influence fut plus efficace même que celle de l'humus. Des expériences spéciales démentèrent que l'humate de soude, provenant

de la bourbe („borowina“) de Krynica (station balneaire, bains de boue) est aussi, et même plus efficace, que l'humate tiré du compost.

On a fait des expériences avec des tomates âgées d'un mois à fin de trouver la relation entre l'effet stimulant de l'humus et le degré de l'évolution de la plante, et on a trouvé que les tomates en état de développement avancé sont presque aussi résistantes à l'insuffisance de l'oxygène dans la culture, que les pommes de terre élevées des bulbes. L'effet physiologique de l'humus dans ce cas est bien plus faible que chez les jeunes plantes des tomates.

On a répété les expériences de Dzierzbicki de 1909 sur l'influence de l'humus sur l'accroissement des levures et l'on a constaté qu'elle est semblable à l'influence des bioses justes (spécifiques).

Des expériences décrites ci-dessus on peut tirer les conclusions suivantes:

- 1) L'effet physiologique de l'humus manifeste un caractère vitaminique.
- 2) Cet effet dépend du degré de développement de la plante ou bien de la quantité des ergons magasinés dans les organes de réserve de la plante (bulbes, grains, etc.).
- 3) Les plantes produisent dans leur feuilles des ergons qui leur permettent de se développer en cas de l'insuffisance de l'oxygène dans le substratum (glèbe).

Des nouveaux experiments sont projetés à fin d'éclaircir le mécanisme biochimique de ces phénomènes physiologiques.

CYTOWANA LITERATURA

1. Bortels H. 1929. Angew. Bot. 11, 258.
2. Błagoweszczenski A. W. i Prošorowskaja A. A. 1934. Biochem. Ztschr. 274, 341—345.
3. Błagoweszczenski A. W. i Prošorowskaja A. A. 1935. Biochem. Ztschr. 282, 99—103.
4. Duda J. 1947. Acta Soc. Bot. Pol. 18, 1—30.
5. Dzierzbicki A. 1909. Bull. Intern. de l'Acad. de Sc. de Cracovie. Classe d. Sc. Math. et Natur. 651—660.
6. Gumiński S. 1950. Acta Soc. Bot. Pol. 20, 589—620.
7. Krzemieniewski S. i Kovats J. 1936. Bull. de l'Academie de Sc. Cracovie Sér. B. 169—195.
8. Kuthy v. A. u. Pecznik J. 1941. Bdk. u. Pflernähr. 23, 83—90.
9. Kostecka O. 1949. Acta Soc. Bot. Pol. 20, 169—198.

10. Lundegardh H. u. Burström H. 1933. Biochem. Ztschr. 261, 235—251.
11. Lundegardh H. u. Burström H. 1935. Biochem. Ztschr. 277, 223—249.
12. Lundegardh H. 1937. Biochem. Ztschr. 290, 104.
13. Niklewski B. 1949. Nawożenie roślin na ziemiach polskich. Warszawa, Instytut Wydawn. Ruchu Ludowego „Polska“.
14. Niklewski B. i Wojciechowski J. 1938. Acta Soc. Bot. Pol. 15, 111.
15. Niklewski B. i Wojciechowski J. 1938. Acta Soc. Bot. Pol. 16.
16. Wojciechowski J. 1948. Rozpr. Pol. Ak. Umiej. 73, dz. B. 26 str.
17. Wojciechowski J. i Jeske G. 1949. Sprawozd. Poznańsk. Tow. Przyj. Nauk. T. XVI.
18. Wojciechowski J. i Kuźdowicz A. 1939. Acta Soc. Bot. Pol. 16.

Dynamika rozwojowa mykorhizy u kukurydzy i końskiego zębu

*La dynamique du développement des mycorrhizes observées chez
les quatres variétés de Zea maïs*

W. TRUSZKOWSKA, A. KOPEĆ, E. HALICKA

(Wpłynęło dn. 11. II. 52 r.)

Zagadnienie mykorhizy roślin uprawnych jest jeszcze stosunkowo mało opracowane. W miarę postępowania badań w tej dziedzinie okazuje się, że wiele z nich, jak na przykład zboża, wytwarza mykorhizy wobec czego wyłania się potrzeba, poza stwierdzeniem ich obecności, prześledzenia dynamiki rozwojowej mykorhiz, co rzuci światło na korzyści jakie rośliny uprawne ciągną z tej symbiozy.

Kukurydza i jej odmiana pastewna zwana końskim zębem jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych roślin uprawnych na całej kuli ziemskiej. To szczególne miejsce w uprawie zależy od wysokiej wydajności z ha oraz szerokiego zastosowania jako roślina pastewna, jadalna i przemysłowa. Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że plon kukurydzy jest o 50% wyższy od jęczmienia i owsa, a w jakości prawie nie ma różnic, to przez poszerzenie powierzchni obsiewu znacznie można zwiększyć zasoby pasz treściwych.

Ojczyzną kukurydzy jest Ameryka Środkowa, o czym świadczą odkrycia wykopaliskowe w Meksyku, gdzie znaleziono kolby z okresu 3000 lat przed Chrystusem. Odmiany kukurydzy, zwane indyjskim zbożem, znalazł na wyspach zachodnio-indyjskich Krzysztof Kolumb i przywiózł do Europy. Odmiany znalezione przez Kolumba Amerykanie zaliczają do typu tropikalnego, późno dojrzewającego, odmiany wyhodowane w północno-zachodniej części Stanów Zjednoczonych i Kanady zalicza się do typu wcześnie dojrzewających.

W Polsce była kukurydza do niedawna uprawiana w niewielkiej ilości, jedynie w południowych rejonach. Obecnie aklimatyzacja i uprawa kukurydzy stała się zagadnieniem ważnym wobec zmniej-

szających się plonów ziemniaków spowodowanych przez choroby wirusowe i stonkę.

Kukurydza jako roślina pochodzenia południowego należy do grupy roślin krótkiego dnia. Potrzebuje do swego rozwoju dużo słońca i ciepła. Jest mało wytrzymała na przymrozki wiosenne i jesienne. W płodozmianie jest traktowana jak rośliny okopowe. Najlepiej rozwija się na glebie próchnicznej. Przy starannej uprawie udaje się także na piaskach, glinie i torfie. Gleby ciemne, nagrzewając się lepiej, wpływają korzystnie na rozwój kukurydzy. Na glebach zimnych rozwój kukurydzy jest zahamowany, dojrzewa późno i plony daje niższe. Na terenach podmokłych i przesuszonych nie udaje się wcale.

Pod względem nawozowym, ze wszystkich roślin zbożowych kukurydza ma największe zapotrzebowania. Podstawowym nawozem jest obornik. Dla dobrego rozwoju niezbędne także są nawozy sztuczne fosforowe i potasowe oraz azot w małych dawkach (duże dawki opóźniają dojrzewanie).

Pod względem botanicznym kukurydza należy do tej samej rodziny (*Gramineae*) co nasze zboża i trawy łąkowe. W momencie kiełkowania ziarniak wypuszcza najpierw pęd, a potem korzeń główny oraz 2—3 korzonki boczne, tymczasowe. Prawdziwe trwałe korzenie tworzą się po kilku dniach na głębokości około 2 cm pod powierzchnią ziemi. Rosną one początkowo ukośnie, później zagłębiają się pionowo. Rozgałęzieniami swymi obejmują powierzchnię o promieniu około 60 cm.

Systematyka kukurydzy jest oparta na budowie i kształcie ziarna. Wyróżnia się następujące odmiany:

1. kukurydza zwykła czyli rogowata (*Zea mays* var. *indurata*)
2. „ koński ząb (*Zea mays* var. *indentata*)
3. „ cukrowa (*Zea mays* var. *saccharata*)
4. „ pękająca (*Zea mays* var. *evarta*)
5. „ plewiasta (*Zea mays* var. *tunicata*)
6. „ mączysta (*Zea mays* var. *amylacea*)
7. „ woskowata (*Zea mays* var. *ceratina*)

Do typu kukurydzy zwykłej należą odmiany obecnie uprawiane w Polsce jak: Bydgoska Wczesna, Górecka Żłota, Stanowicka, Wawrzyniecka i Puławska. Z odmian końskiego zębu wchodzi do uprawy: Koral Czerwony, Koński ząb Żółty i Vigor.

Rozpowszechnienie uprawy kukurydzy wymaga dokładnego poznania biologii tego gatunku. Ze sprawami nawożeniowymi ściśle

łączy się mechanizm odżywiania, dlatego ważną rzeczą jest poznanie sposobu pobierania roztworów glebowych i zbadanie mykotrofizmu.

Zagadnienie mykorhizy u jednoliściennych roślin uprawnych nie zostało do tej pory zbadane wyczerpująco.

Na temat mykorhizy u traw zwarto-kępkowych wypowiada się W. W i l i a m s (1949), zaliczając je do roślin mykotroficznych i sądzi, że „grzyby żyjące w symbiozie z roślinami wyższymi dostarczają im składników pokarmowych przez rozkład zalegającej w glebie w warunkach beztlenowych, substancji organicznej. Ponieważ grzyby są organizmami potrzebującymi do wegetacji tlenu, przeto w środowisku beztlenowym mogą się utrzymać jedynie w symbiozie z korzeniami roślin o dobrze rozwiniętej aerenchymie.“ Do mykotroficznych roślin zalicza W i l i a m s nasze zboża takie jak: proso (*Panicum miliaceum*), twardą jarą pszenicę (*Triticum durum*) i zwykły owies (*Avena sativa*). Jego zdaniem „wszystkie te rośliny, ujęte w jedną grupę roślin uprawnych, odznaczają się specyficzną cechą polegającą na fakultatywno-mykotroficznym sposobie odżywiania.“ Oprócz wyżej wymienionych, do grupy tej należą również trzy gatunki niebezpiecznych chwastów jak: *Avena fatua*, *Avena sterilis* i *Avena strigosa*.

Opisy mykorhiz u rajgrasów podaje S h a e d e (1943), oraz J a c z e w s k i (1933). Ten ostatni omawia mykotrofizm *Lolium temulentum*, wyodrębniając go jako specjalną formę symbiozy, która polega na tym, że symbiont grzybowy towarzyszy roślinie we wszystkich stadiach rozwojowych. Skupiona w nasionach grzybnia przenika przy kiełkowaniu do sąsiednich komórek i rozwija się w miarę wzrostu roślin nie przeszkadzając rozwojowi i nie uszkadzając organów. Podobną formę symbiozy zaobserwowano także u pszenicy (*Triticum durum*), której nasiona wykazują grzyba w warstwie aleuronowej. W tym wypadku również grzybnia nie uszkadza zielonego symbionta.

W zebranej przez J a c z e w s k i e g o literaturze traktującej o mykorhizie znajdują się wzmianki o pracach P e y r o n e l l a, który badał mykorhizę endotroficzną u wielu roślin zielnych, a między innymi i traw. Znalazł on mykorhizę u żyta, pszenicy, jęczmienia i owsa. P e y r o n e l l a badając zboża, ze szczególnym uwzględnieniem pszenicy, stworzył teorię podwójnej infekcji przez dwa różne grzyby. Zasadnicze zakażenie wywołuje grzybek tworzący sporangiole i drzewkowate arbuskule, ale równocześnie w komórce zainfekowanej następuje infekcja nowa, dająca obraz zwiniętego

kłębka grzybni. Jak stwierdził P e y r o n e l l powtórne zakażenie, o charakterze saprofitycznym, można wyosobnić z pszenicy, kukurydzy, jęczmienia, tytoniu, buraka, winorośli oraz innych dziko rosnących gatunków roślin i można je zidentyfikować z mykorhizą storczyków, przyjmując możliwość rozpoznania w niej rodzaju *Rhizoctonia*. Grzybami tego rodzaju udało się zakazić pszenicę. Natomiast grzybek drzewkowaty nie został wyodrębniony w czystych kulturach.

Powstawanie mykorhiz u owsa potwierdził J a c z e w s k i, a później S t r z e m s k a (1949), która wykazała, że mykorhiza jako zjawisko powszechnie występujące u owsa, jest typową mykorhizą wewnętrzną, niezależną od rodzaju i odczynu gleby. Infekcja młodych korzeni odbywa się przez włośniki, przy czym grzybnia atakuje cały system korzeniowy, a szczególnie silnie boczne korzenie. Nasilenie rozwoju mykorhizy zwiększa się w miarę rozwoju rośliny. Największe jest w okresie dojrzewania roślin a w ciągu całego okresu wegetacyjnego zachodzi proces trawienia strzępek i uzupełniania infekcji.

Na temat mykorhizy kukurydzy, oprócz wyżej zamieszczonej wzmianki P e y r o n e l l a, pierwszy wypowiedział się A s a i (1934), który podaje, że infekcja grzybowa wystąpiła u badanych przez niego okazów już po upływie tygodnia, licząc od momentu skiełkowania, a około miesiąca, licząc od momentu wysiewu ziarna.

W związku z tym podjęto badania nad dynamiką rozwojową mykorhizy u kukurydzy i jej odmiany pastewnej końskiego zębu.

Kukurydza do tych badań została wysiana w ogrodzie przy Zakładzie Fitopatologii i Ochrony Roślin U. W. dnia 22. V. 1950 r. na glebie określonej jako szczerk mocny o $pH = 7$, bez nawożenia. Skład mechaniczny wyżej opisanej gleby:

F r a k c j e										
Srednica cząsteczek glebowych w mm	0,002	0,002 do 0,006	0,006 do 0,02	0,02 do 0,05	0,05 do 0,1	0,1 do 0,5	0,5 do 1,0	1,0 do 2,0	2,0 do 20,0	20
zawartość w %	5,0	5,0	4,2	7,5	3,8	44,8	9,5	3,8	16,5	—

W badaniach zostały uwzględnione 2 odmiany kukurydzy zwykłej (*Zea mays* var. *indurata*): Bydgoska i Stanowicka oraz 2 odmiany końskiego zębu (*Zea mays* var. *indentata*): Vigor i Czerwony Koral.

Materiał korzeniowy do badań anatomicznych został pobrany pięciokrotnie w ciągu okresu wegetacyjnego to znaczy: 1 — w czasie wychodzenia liści z coleoptile (27. V. 50), 2 — w okresie wzrostu rośliny do wysokości $\frac{1}{2}$ m (22. VI. 50), 3 — w okresie kwitnienia (4. VIII. 50), 4 — w czasie tworzenia kolb (14. VIII. 50), 5 — w czasie dojrzewania kolb (15. IX. 50).

Odmiana końskiego zębu Vigor została wzięta do badań z pola uprawnego majątku P. G. R. w Bielanach (woj. Wrocławskie). Pole to pod względem reliefu przedstawia w stosunku do otaczających je terenów lekkie zakłębienie o glebie określonej jako czarna ziemia próchniczna, zalegająca na glinie. Głębokość warstwy ornej wynosi 25 cm. Warstwa próchniczna sięga do głębokości 43 cm, pH — w górnej warstwie waha się między 6.5—7. Skład mechaniczny czarnej ziemi z Bielan:

F r a k c j e										
Srednice cząsteczek glebowych w mm	0,002	0,002 do 0,006	0,006 do 0,02	0,02 do 0,05	0,05 do 0,1	0,1 do 0,25	0,25 do 0,5	0,5 do 1,0	1,0 do 2,0	po- nad 2
zawartość w %	20,7	13,8	26,6	25,6	6,1	1,8	2,3	1,7	1,2	0,2

Przedplonem dla kukurydzy pastewnej odmiany Vigor była pszenica. Po spręcie dana była wczesna podorywka, przed zimą głęboka orka. Wiosną stosowano kultywator, przed siewem bronę. Z nawozów dano obornik oraz superfosfat i sól potasową.

Ziarno zostało wysiane 5. V. 50 r. ręcznie za znacznikiem 60×60 na przestrzeni 2 ha.

Materiał korzeniowy do badań został zebrany czterokrotnie w czasie okresu wegetacyjnego to znaczy: 1 — w okresie wychodzenia liści z coleoptile (11. V. 50), 2 — w okresie zawiązywania kwiatu (20. VI. 50), 3 — w czasie kwitnienia (4. VIII. 50), 4 — w czasie dojrzewania kolb (10. IX. 50).

Korzenie do badań anatomicznych tak w pierwszym jak i w drugim wypadku zostały przygotowane metodą parafinową i pokrojone na mikrotomie na skrawki 20 mikr. grubości.

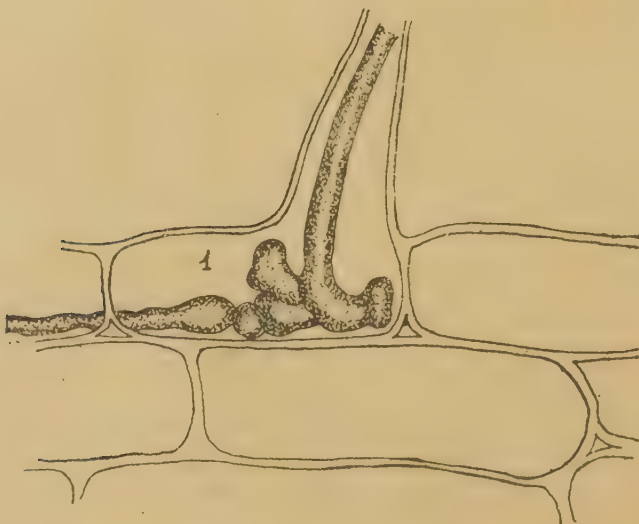
WYNIKI BADAŃ:

Okres wychodzenia liści z coleoptile

Siewki młodych roślinek kukurydzy mają oprócz korzonka głównego 2—3 korzonki boczne. Wszystkie one wytwarzają włosniki, kształt mają walcowaty, kolor jasno-żółty.

Na podstawie analizy mikroskopowej przekrojów poprzecznych korzonków ostatniego rzędu stwierdzono, że na zewnątrz znajduje się szczątkowa rhizoderma. Pod nią zalega jednowarstwowa egzoderma o komórkach kształtem zbliżonych do prostokątów, a błonach promieniowych niekiedy lekko pofalowanych, co sprawia wrażenie jakby zgniecenia komórek w kierunku stycznym. Pod egzodermą znajduje się przeważnie trójwarstwowa kora pierwotna. Komórki kory mają kształt nieregularnych wieloboków o kątach przeważnie zaokrąglonych i błonach cienkich. Ułożone są one luźno, między nimi znajdują się duże, trójkątne lub nawet kwadratowe przestwory międzykomórkowe.

Do ostatniej warstwy miększu korowego przylega od wewnątrz endoderma w III-im stadium rozwojowym. Pod endodermą zalega jednowarstwowy pericykl składający się z komórek wielobocznych, cienkościennych. Sam środek walca osiowego zajmują elementy przewodzące.



Ryc. 1. *Zea mays* var. *indentata*. Przekrój podłużny korzonka mykotroficznego z okresu wypuszczania pierwszych liści. 1. komórka rhizodermisy z włosnikiem, zainfekowana przez grzyba.

W pierwszej warstwie komórek miękiszu korowego oraz niekiedy w komórkach egzodermy znajdują się zdrowe strzępki grzyba barwy szaro-zielonkawej o średnicy $4,5 \mu$, niepodzielone, wykazujące wewnątrz drobną ziarnistość.

Strzępki te biegną wzdłuż błon komórkowych równoległych do osi korzenia, tworząc niekiedy rozgałęzienia. Jest to warstwa garbnikowa.

W drugiej i trzeciej warstwie komórek kory występują zagęszczenia szaro-zielonkawej substancji, silnie łamiącej światło. Jest to warstwa trawienna, a wyżej wymienione zagęszczenia są przetrawionymi strzępkami. W warstwie tej gdzieś znajdują się fragmenty zdrowych strzępek grzyba.

W pierwszym okresie rozwojowym bogatsze przegrzybienie wykazuje warstwa garbnikowa niż trawienna. Ogólnie biorąc przegrzybienie w okresie wychodzenia pierwszych liści z ceoleptile jest słabe. Wprawdzie znaleziono grzyba w korzeniach wszystkich odmian, lecz korzonków mykotroficznych było bardzo mało, średnice ich wahały się w granicach od 209 do 858μ .

Okres wzrostu do wysokości $\frac{1}{2}$ m

System korzeniowy roślin starszych jest kształtu miotełkowatego. Poszczególne korzenie wielokrotnie się rozgałęziają, kształt mają włocowaty, kolor jasno-żółty i wytwarzają dużo włóśników.



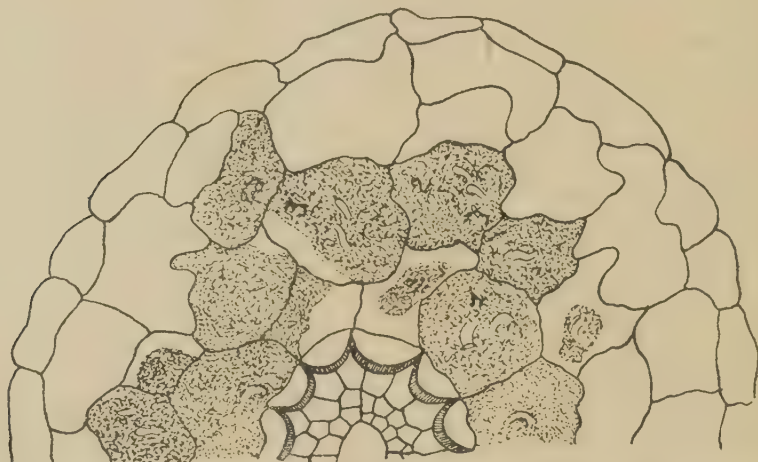
Ryc. 2. *Zea mays* var. *indurata*. Przekrój podłużny korzonka mykotroficznego z okresu wypuszczania pierwszych liści.

1. komórka rhizodermy. 2. komórka mykotroficzna egzodermy ze zdrowymi strzępkami. 3. komórka mykotroficzna miękiszu korowego ze zdrowymi strzępkami. 4. komórka mykotroficzna miękiszu korowego ze skupieniami przetrawionych strzępek.

W pierwszej warstwie miększu korowego trafiają się nieliczne zdrowe strzępki grzyba.

W drugiej i trzeciej warstwie miększu znajdują się dość duże skupienia zielonkawo-szarej substancji czyli przetrawionych strzępek. W skupieniach tych można niekiedy zobaczyć fragmenty zdrowych strzępek grzyba lub też częściowo tylko rozłożonych.

Zarówno na przekrojach poprzecznych jak i podłużnych można zaobserwować, że grzybnia nie przekracza granicy walca osiowego.



Ryc. 3. *Zea mays* var. *indurata*. Przekrój poprzeczny korzonka mykotroficznego z okresu tworzenia kolb. 1, 2, 3, komórki warstwy trawiennej wypełnione rozłożoną grzybnią z drobnymi fragmentami niestrawionych strzępek.

W tym okresie rozwojowym, w przeciwieństwie do poprzedniego, silniejsze przegrzybienie wykazuje warstwa trawienna niż garbnikowa. Korzeni mykotroficznych znaleziono dużo u wszystkich odmian, średnice ich wahały się w granicach od 242 do 836 μ .

Okres kwitnienia

Proces rozkładu i zużycia ciała grzyba przez zielonego symbionta jest w tym okresie zupełnie wyraźny. W warstwie garbnikowej z trudnością wyróżnia się zdrowe strzępki grzyba, natomiast w warstwie trawiennej wnętrza komórek są obficie wypełnione rozłożoną grzybnią z nikłymi tylko fragmenatmi zdrowych strzępek. Szczególnie silne zagrzybienie wykazuje ostatnia warstwa miększu korowego to znaczy przylegająca do endodermy. Taki stan zaobserwowano na materiale z okresu kwitnienia u wszystkich odmian. Grubość korzeni mykotroficznych waha się od 198 do 858 μ .

Okres tworzenia kolb

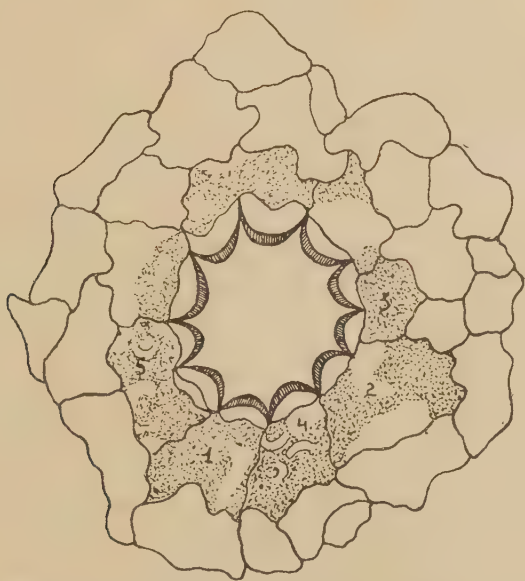
Podczas wytwarzania kolb obraz zagrzybienia, który dają przekroje poprzeczne korzeni nie uległ zasadniczym zmianom.

Różnica tkwi jedynie w tym, że w warstwie garbnikowej nie wyróżnia się już zdrowych strzępek grzyba. W warstwie trawiennej wielką rzadkością są nikłe fragmenty nierozłożonych strzępek.

Nasilenie zagrzybienia jest duże, a stopień rozkładu strzępek daleko posunięty u wszystkich odmian. Grubość korzeni mykotroficznych mieści się w granicach od 154 do 946 μ .

Okres dojrzewania kolb

Okres dojrzewania kolb u kukurydzy charakteryzuje spadek nasilenia zagrzybienia. W porównaniu z poprzednimi stadiami rozwojowymi skupienia żółtawej substancji, znajdujące się w komórkach miękiszu korowego, powstałej z rozkładu kłębków grzybni, są nieliczne. W tym okresie grzybnia przedstawia obraz zupełnego zniszczenia.



Ryc. 4. *Zea mays* var. *indurata*. Przekrój poprzeczny korzonka mykotroficznego z okresu dojrzewania kolb. 1, 2, 3, 4, 5 komórki mykotroficzne miękiszu korowego wypełnione rozłożoną grzybnią z nikłymi fragmentami niestrawionych strzępek.

Wyraźne obniżenie stopnia zagrzybienia stwierdzono w korzeniach wszystkich odmian. Grubość korzeni mykotroficznych mieści się w granicach od 242 do 858 μ .

U końskiego zębu, odmiany Vigor, z pola doświadczalnego w Bielanach przebieg rozwoju mykorhizy wyglądał prawie identycznie. Zasadnicza różnica tkwi tylko w tym, że infekcja wystąpiła później, to znaczy dopiero w okresie zawiązywania kwiatów, a nie w okresie wypuszczania pierwszych liści. W całym przebadanym materiale infekcja korzeni miała miejsce przez włósniki.

WNIOSKI

1. Z powyższego zestawienia wynika, że kukurydza jak i jej odmiana pastewna zwana końskim zębem wytwarzają mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego.
2. Mykorhizy znaleziono u wszystkich przebadanych odmian.
3. Korzenie, niezależnie od infekcji grzybem, wytwarzają włósniki.
4. Najsilniejsze zagrzybienie występuje w okresie kwitnienia i wytwarzana kolb. W okresie dojrzewania kolb obserwuje się daleko posunięty obraz rozkładu grzybni, co świadczy o mobilizowaniu zapasów pokarmowych przez roślinę zieloną dla wyprodukowania ziarna.
5. Występowanie mykorhizy stwierdzono tak u kukurydzy pochodzącej z gleby nieuprawianej i nienawożonej jak i z gleby specjalnie do tego celu uprawionej i nawożonej, z tą różnicą, że na glebie pozostającej w stanie bezuprawowym infekcja grzybowa wystąpiła wcześniej, bo już w czasie wypuszczania pierwszych listków, podczas gdy u roślin z pola uprawnego dopiero w okresie zawiązywania kwiatu. Można to umotywić faktem, że na skutek przeorywania i nawożenia gleby następuje zaburzenie równowagi w biocenozie glebowej, która potrzebuje pewnego okresu czasu aby wrócić do stanu równowagi, co opóźnia infekcję.
6. Roślin autotroficznych, pośród przebadanych odmian kukurydzy i końskiego zębu, nie znaleziono, z czego można wnioskować, że symbioza z grzybem jest dla kukurydzy konieczna oraz, że w związki symbiotyczne wchodzi różne gatunki grzybów. Zależnie od tego jakie akurat znajdują się w podłożu.
7. Z czasem rolnicy dojdą do wniosku, że tak jak fosfor, potas i azot również dla dobrego rozwoju, a tym samym bogatych plonów, niezbędny jest dla roślin uprawnych w podłożu grzyb, któremu trzeba stwarzać sprzyjające do wegetacji warunki.

8. Typ symbiozy opisany powyżej można by nazwać jednostronnym pasożytowaniem rodzaju *Zea* na grzybach, które początkowo zwabione chemizmem miększu korowego wchodzi do komórek, a w momencie największej potrzeby są zużytkowane przez komórki fagocytowe kukurydzy.
9. Jaki zysk mają z tego współżycia grzyby trudno z badań anatomicznych wnioskować. Nasuwa się przypuszczenie, że ocalałe z okresu trawienia strzępki rozkładają w jesieni obumarłe korzenie kukurydzy.

Z Zakładu Fitopatologii i Ochrony Roślin
Uniwersytetu we Wrocławiu

RÉSUMÉ

Les auteurs présentent les résultats d'observation faite sur la dynamique du développement des mycorrhizes chez les quatres variétés de *Zea maïs*: Bydgoska, Stanowicka, Vigor et Czerwony Korral — les deux dernières appartiennent aux variétés fourragères. Voici les résultats obtenus:

1. On a trouvé les mycorrhises chez toutes les variétés examinées de *Zea maïs*.
2. Toutes les variétés examinées de *Zea maïs* produisent les mycorrhizes endotrophiques du type tolypophage.
3. Les radicelles infectées, par le mycelium symbiotique, produisent les poils absorbants.
4. Le développement du filament mycelien le plus intense, dans le tissu de *Za maïs*, a lieu pendant la floraison et au temps de formation des fruits.
5. Au temps de mûrissement des graines la densité du filament mycelien dans le tissu diminue parce que le mycelium est digéré pour la production de semences.
6. L'infection mycelienne se montra d'abord chez les plantes de sols incultivés (pendant le poussement des premières feuilles) et plus tard chez les plantes du champ cultivé (au temps de la floraison).
7. Parmi les exemplaires examinées on a pas trouvé des plantes autotrophiques.
8. On peut considérer ce type de symbiose comme parasitisme du genre *Zea* sur les champignons qui sont presque complètement digérés par les cellules fagocitaires des radicelles.

9. Quel est le profit qu'obtiennent les champignons de cette symbiose, les études anatomiques des radicelles ne peuvent éclairer. On peut penser qu'en automne les restes du filament mycelien échappées de digestion dans le tissu peuvent se bien développer sur les radicelles mortes.

LITERATURA

1. A s a i T. 1934. Über das Vorkommen und die Bedeutung der Wurzelpilze in der Landpflanzen. Fünfte Hochschule in Kumamoto, Japan.
2. B u r g e f f H. 1943. Problematik der Mykorrhiza. Die Naturwissenschaften Jhrg. 31. Heft 47/48, 558—567.
3. D o m i n i k T. 1948. Przyczynek do znajomości metaplazji w komórkach roślinnych, zabijanych przez grzyby. Acta Soc. Bot. Poloniae. XIX, 56—78.
4. D o m i n i k T. Modrzew w lasach czerniejewskich pod Gnieznem i dynamika rozwojowa jego mykorrhizy. Acta Soc. Bot. Poloniae XX, 305—330.
5. D o m i n i k T. 1950. Badania mykotrofizmu dzikich grusz z uwzględnieniem warunków ekologicznych na terenie Polski. Acta Soc. Bot. Poloniae. XX, 255—304.
6. D o m i n i k T. 1951. Mykorrhiza. Państw. Wyd. Roln. i Leśne, Warszawa.
7. J a c z e w s k i A. 1933. Osnowy mikologii. Moskwa.
8. L i n s b a u e r K. 1940. Handuch der Pflanzenanatomie. Band. VIII. Der primäre Bau der Angiospermenwurzel von H. Guttenberg, Berlin.
9. O l b r y c h t T. i N a d w y c z a w s k i W. Kukurydza pastewna. rękopis.
10. R o e m e r T. i R u d o r f W. 1941. Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Berlin.
11. S c h a e d e R. 1943. Die pflanzlichen Symbiosen. Jena.
12. S t a h l E. 1900. Der Sinn der Mycorrhizenbildung, Jahrb. f. wiss. Bot. 34, 539—658.
13. S t r z e m s k a J. 1949. Zagadnienie mykorrhizy u zbóż. Annal. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Lublin, Vol. IV. 9, Sectio E.

Botrychium lanceolatum (Gmel.) Ångström —
nowy dla flory polskiej gatunek paproci

Botrychium lanceolatum (Gmel.) Ångström — une fougère nouvelle
pour la flore de la Pologne

JAN KORŃAS

(Wpłynęło 17. II. 52)

Flory polskie (Raciborski 1919, Szafer, Kulczyński, Pawłowski 1924) już od dawna zwracały uwagę na możliwość występowania w naszych Karpatach rzadkiego, północnego gatunku z rodzaju *Botrychium*: *B. lanceolatum* (Gmel.) Ångström. Pomimo to do ostatnich lat nie udało się odszukać u nas tej rośliny; także i z innych części Karpat nie jest ona dotychczas znana (por. Borza 1947, Dostál 1950, Javorka 1924). Dopiero w czasie badań florystycznych w Gorcach (Beskid Zachodnie) w lipcu 1950 roku znaleźliśmy ją wspólnie z żoną na najwyższym szczycie tego pasma — Turbaczu.

Botrychium lanceolatum rośnie tutaj na rozległej polanie (tzw. „Hali Turbacz” — Jarosz 1935), ciągnącej się na północ od właściwego szczytu, przy ścieżce spod Czoła Turbacza na Mostownicę, na wysokości 1220 m n.p.m. Kośna łąka, wśród której występuje, jest płatem zespołu *Gladioleto-Agrostidetum* (= *Agrostidetum vulgaris* Szafer, Kulczyński, Pawłowski 1927), a więc siedliskiem, powstałym, podobnie jak wszystkie niemal łąki i polany w Gorcach, pod wpływem gospodarki ludzkiej — pasterstwa. Mimo to należy uznać *Botrychium lanceolatum* za gatunek niewątpliwie rodzimy dla flory tego pasma i z dawna tutaj osiadły. W Alpach (Hegi 1935) i w Europie północnej (Fedczenko 1949, Fomin 1934, Lid 1944) występuje on po brzegach lasów, na śródleśnych polankach i trawiastych zboczach¹, a więc na siedli-

¹ Także i w murawach wysokogórskich ponad granicą lasów.

skach, jakich nie brak było i w Gorcach jeszcze zanim powstały tu kośne polany, i na których przy plinyh poszukiwaniach, da się jeszcze być może odszukać.

Odnalezienie *Botrychium lanceolatum* w Gorcach wzbogaca florę Karpat o gatunek bardzo interesujący pod względem geograficznym i historycznym. Roślina ta występuje w Europie (ryc. 1) głównie na północy: na Islandii (G r ö n t v e d 1942), w środkowej i północnej Fennoskandii (w górach południowej Norwegii i w Norwegii północnej, w północnej i środkowej Szwecji oraz we Finlandii — H o l m b e r g 1922, H u l t é n 1950, L i d 1944) i w północnej części europejskiej połaci ZSRR (w rejonach: karelo-laplandzkim, łańdożsko-ilmeńskim i wołżańsko-kamskim k. miasta Mołotowa — F o m i n 1934, K r y ł o w 1927)². Jej najdalej ku południowi wysunięte stanowiska leżą tutaj w południowo-norweskiej prowincji Öst-Agder, w środkowej Szwecji w prowincji Närke (H o l m b e r g 1922) i na Białorusi pod Witebskiem (F e d c z e n k o 1949). Oderwane od głównego zasięgu i oddzielone od niego rozległą dysjunkcją są: wyspa występowania *Botrychium lanceolatum* w Alpach (gdzie stanowi ono wielką rzadkość florystyczną — H e g i 1935) oraz stanowisko w Gorcach. Takie rozmieszczenie geograficzne każe zaliczyć gatunek ten w Europie do przedstawicieli elementu arktyczno-górskiego (K u l c z y ń s k i 1924), względnie, ściślej mówiąc, borealno-górskiego z wyraźnym punktem ciężkości występowania na północy.

Ogólny zasięg *Botrychium lanceolatum* (ryc. 2) ma charakter borealno-cirkumpolarny (H u l t é n 1950) i obejmuje wszystkie trzy kontynenty półkuli północnej. W Azji gatunek ten rośnie w zachodniej i środkowej Syberii (w okolicach Tomska i nad Jenisejem — F o m i n 1930, K r y ł o w 1927), a następnie, po przerwie zasięgowej we wschodniej Syberii, pojawia się w rejonach ussuryjskim i ziej-burieńskim Dalekiego Wschodu (F o m i n 1930), na Sachalinie, Kamczatce i północnych Kuryłach (F o m i n 1930, H u l t é n 1927, K o m a r o w 1927). W Ameryce Północnej występuje także w dwóch obszarach, oddzielonych od siebie wyraźną dysjunkcją, w części pacyficznej na Aleutach, południowej Alasce (H u l t é n 1941), w zachodniej Kanadzie (M a c o u n 1888) i północno-zachodnich Stanach Zjednoczonych po stany Washington

² F o m i n (1930) oznacza ponadto jeszcze na mapce ogólnego rozmieszczenia *Botrychium lanceolatum* dwa stanowiska w okolicach Archangielska (bez podania bliższych danych na ten temat).



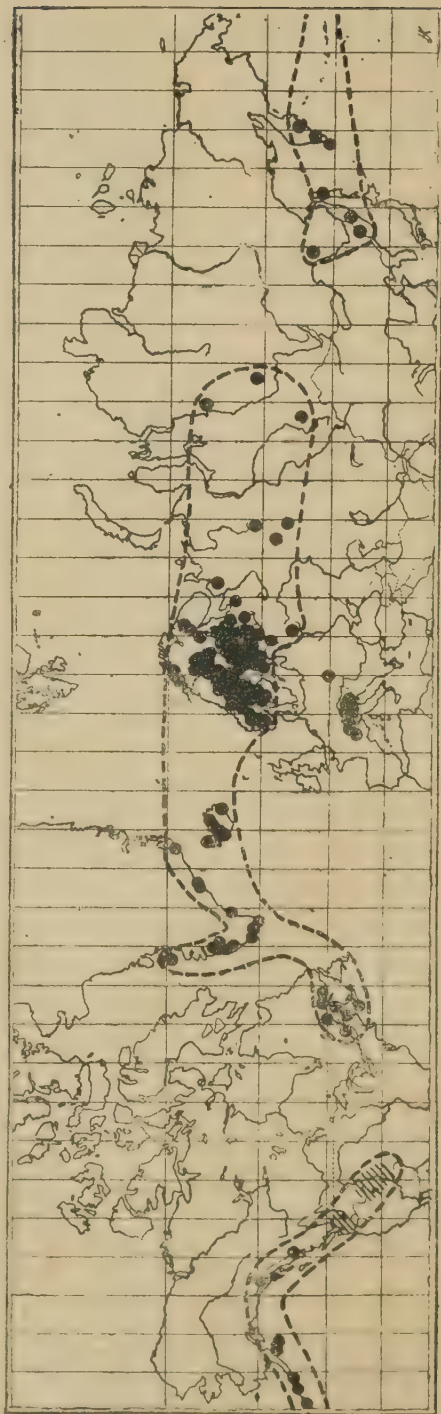
Ryc. 1. Rozmieszczenie *Botrychium lanceolatum* w Europie (występowanie w Skandynawii wg Hultén a 1950). Podwójnym kółkiem oznaczono stanowisko w Gorcach.

Fig. 1. L'aire géographique du *Botrychium lanceolatum* en Europe (la distribution en Scandinavie d'après Hultén 1950). Le cercle double marque la localité nouvelle dans les Gorce.

i Colorado na południu (Abrams 1940, Britton, Brown 1913) oraz w części atlantyckiej w północno-wschodniej Kanadzie nad Zatoką Św. Wawrzyńca (Québec, Nowa Szkocja i Nowy Brunświk — Macoun 1888, Marie-Victorin 1923, Raymond 1950). Ponadto znany jest z licznych stanowisk w południowej, zachodniej i wschodniej Grenlandii, gdzie sięga najdalej na północ, bo aż niemal po 69° szerokości północnej, i występuje nawet na stanowiskach, leżących u samego czoła lądolodu (Böcher 1938, str. 46, 314 i pl. I).

Najbardziej zbliżonym do *Botrychium lanceolatum* gatunkiem jest *B. angustisegmentum*, rosnące w północno-wschodnich Stanach Zjednoczonych i południowo-wschodniej Kanadzie (Marie-Victorin 1923, Hultén 1941).

Interpretacja historyczna zasięgu *Botrychium lanceolatum* nie jest łatwa. Z dużym prawdopodobieństwem można jednak przypuścić, iż mamy tu do czynienia ze starym, arktyczno - trzeciorzędowym gatunkiem, którego zasięg, pierwotnie zapewne ciągły i mieszczący się w obrębie strefy subarktycznej, uległ w okresie zlodowaceń plejstocen- skich poprzerywaniu i przesunięciu ku południowi. Na trzeciorzędowy wiek *Botrychium lanceolatum* jako gatunku, wskazuje m. i. fakt jego występowania na obszarach ostojowych Azji północno-wschodniej i Ameryki Północnej, a zwłaszcza jej części pacyficznej. Także i obecność w położonym w górach nad Zatoką Św. Wawrzyńca refugium oraz dysjunkcja pomiędzy tymi stanowiskami a stanowiskami na wybrzeżach pacyficznych, charakterystyczna dla wielu przeżytkowych gatunków względnie rodzajów północno-amerykańskich (F e r n a l d 1925, R a y m o n d 1950) potwierdza reliktowy charakter występowania *Botrychium lanceolatum* w tej części świata.



Ryc. 2. Ogólny zasięg *Botrychium lanceolatum*.

Fig. 2. Distribution géographique générale du *Botrychium lanceolatum*.

Również i we florze grenlandzkiej bywa gatunek ten uważany za przeżytek co najmniej plejstocénskiego wieku (B ö c h e r 1938), na Islandii zaś stanowiska jego skupiają się wyraźnie na terenach ostojowych w północno-zachodniej, północnej i południowo-wschodniej części wyspy (por. G r ö n t v e d 1942 fig. 19 i H a d a č 1948 fig. 2—3), dla których przyjmuje się ostatnio możliwość przetrwania *in situ* nawet flory preglacjalnej (L ö v e A., L ö v e D. 1947, 1951). W Fennoskandii znane jest *Botrychium lanceolatum* zarówno z obszarów ostojowych w południowo-zachodniej i północnej Norwegii (por. N o r d h a g e n 1935, L i n d q u i s t 1948), jak i z terenów Szwecji i Finlandii, które uległy ostatniemu zlodowaceniu. Można by więc uważać je i tutaj za relikty preglacjalny względnie wczesno-glacjalny, który w zachodniej Skandynawii przetrwał co najmniej większą część epoki lodowej, a we wschodniej rozprzestrzenił się dopiero we wczesnym postglacjale. H u l t é n (1950) zdaje się być raczej jednak innego zdania: zaliczając *Botrychium lanceolatum* do grupy migracyjnej gatunków wschodnich przybyłych do Skandynawii od północy, sugeruje tym samym postglacjalny wiek jego występowania na tym obszarze.

Stanowiska *Botrychium lanceolatum* w Alpach leżą wyłącznie na terenach, które uległy zlodowaceniom plejstocénskim, natomiast brak ich zupełnie w refugiach flory alpejskiej. Fakt ten oraz niewystępowanie omawianego gatunku w Pirenejach i innych górach Europy południowej wskazuje, iż jest on w Alpach, a więc zapewne także i w Karpatach, przybyszem dyluwialnym, i nie może być, wbrew przypuszczeniom K u l c z y ń s k i e g o (1924), zaliczony do trzeciorzędowych składników flory środkowej Europy, lecz jest tutaj przedstawicielem borealnego elementu historycznego.

Czas przybycia *Botrychium lanceolatum* nie da się dokładnie określić. Być może, że jest to relikty z okresu jednego ze starszych zlodowaceń (Cracovien, Mindel — ?), który wędrował w najbliższym sąsiedztwie czoła posuwającego się lądolodu, w strefie bezpośrednich jego wpływów klimatycznych, i dotarł na południe jedynie do północnych i środkowych Alp i północnych Karpat. Występowanie tego gatunku w Karpatach nawet w okresie ich maksymalnego zlodowacenia nie wydaje się wykluczone, jeśli zważy się, w jakich warunkach rośnie on dziś na Grenlandii. Natomiast samo stanowisko w Gorcach może już być młodsze, gdyż *Botrychium lanceolatum* może mieć u nas, podobnie jak w Alpach, charakter relikty tzw. „wędrującego” (S z a f e r 1949).

Z Instytutu Botanicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

RÉSUMÉ

Botrychium lanceolatum n'était pas encore signalé ni du territoire de la Pologne ni de toutes les Carpathes, malgré que R a c i b o r s k i (1919) et S z a f e r, K u l c z y ń s k i, P a w ł o w s k i (1924) ont déjà supposé la possibilité de le trouver dans ces montagnes. L'auteur a découvert une localité de cette fougère située dans la chaîne de Gorce (Beskides Occidentales Polonaises), sur la montagne nommée Turbacz. *Botrychium lanceolatum* pousse ici dans une prairie semi-artificielle (association du *Gladioleto-Agrostidetum* = *Agrostidetum vulgaris* S z a f e r, K u l c z y ń s k i, P a w ł o w s k i 1927) à une altitude de 1220 m s. n. m.

Botrychium lanceolatum possède une distribution du type boréal-circumpolaire (H u l t é n 1950) (fig. 2), en Europe il est un représentant de l'élément boréal-alpin (fig. 1). Ses localités en Asie Orientale, en Amérique du Nord, en Groenland et en Islande sont situées pour la plupart sur les massifs de refuge de la flore ancienne—fait qui peut suggérer un âge tertiaire pour ces parties de son aire géographique. Au contraire toutes ses localités alpines se trouvent sur de terrains jadis occupés par les glaciations quaternaires et c'est pourquoi on doit le considérer comme un immigrant pléistocène dans l'Europe Centrale. *Botrychium lanceolatum* y est venu, le plus probablement, du Nord (ou du Nord-Est) pendant une des glaciations (Cracovien, Mindel — ?), s'avancant juste au front de la calotte glaciaire.

Institut Botanique de l'Université de Jagellons à Cracovie.

BIBLIOGRAFIA

- A b r a m s L., 1940. Illustrated flora of the Pacific States. I, str. 4. Stanford Univ. Press.
- B ö c h e r T. W., 1938. Biological distributional types in the flora of Greenland. Medd. om Grönland 106, nr 2, str. 46, 314 i nast.
- B o r z a A., 1947. Conspectus Florae Romaniae regionumque affinium. I, str. 2. Cluj, ed. Inst. Bot. Univ. Cluj.
- B r i t t o n N., B r o w n A., 1913. An illustrated flora of the northern United States, Canada and the British Possessions. I, str. 6. New York. Ch. Scribner's Sons.
- D o s t á l J., 1950. Květena Č. S. R. str. 19—21. Praha, Přírodověd. naklad
- F e d c z e n k o B. A., 1949. Ophioglossales. Flora BSSR, I str. 36. Moskwa Gosselskiz.

- Fernald M. L., 1925. Persistence of plants in unglaciated areas of boreal America. Mem. Amer. Acad. of Arts and Sc., 15, str. 241—342 oraz Mem. of the Gray Herbar., Harvard Univ., 2.
- Fomin A., 1930. *Filices*. Flora Sibiri i Dalnego Wostoka I, str. 205—206. Leningrad, Izd. Bot. Muz. A. N. SSSR.
- Fomin A., 1934. *Filicales: Ophioglossaceae*. Flora SSSR, I, str. 98. Leningrad, Izd. A. N. SSSR.
- Gams H., 1936. Der Einfluss der Eiszeiten auf die Lebewelt der Alpen. Jahrb. d. Ver. z. Schutze d. Alpenflanzen u. — Tiere, 8, str. 7—29.
- Gröntved J., 1942. The *Pteridophyta* and *Spermatophyta* of Iceland. Botany of Iceland, 4, pt. I, str. 100—101.
- Hadač E., 1948. On the history of the flora of Iceland. Studia Bot. Čechoslov., 9, str. 18—25.
- Hegi G., 1935. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. 2. Aufl., I, str. 64. Wien, A. Pichlers Witwe u. Sohn.
- Holmberg O. red., 1922. Hartmans handbok i Skandinaviens flora. H. 1, str. 34. Stockholm, Nordstedt o. Sön.
- Hultén E., 1927. Flora of Kamtschatka and the adjacent islands. I, str. 47. Kongl. Svensk. Vetenskapsakad. Handl., Tredje Ser., 5, no. 1.
- Hultén E., 1941. Flora of Alaska and Yukon. I, str. 47—48. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Avd. 2, 37 no. 1.
- Hultén E., 1950. Atlas över växternas utbredning i Norden. Stockholm, Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, str. 60*, 94*, 6 (mapka 23).
- Jaros z S., 1935. Badania geograficzno-leśne w Gorcach. Prace Roln.-Leśn. P. A. U., 16, str. 1—125.
- Jávorka S., 1924. Magyar flóra (Flora Hungarica). Str. 17—18. Budapest, „Studium“.
- Komarow W. L., 1927. Flora połuostrowa Kamczatki. I, str. 76. Leningrad, Izd. A. N. SSSR.
- Kryłow P., 1927. Flora zapadnoj Sibiri. I, str. 5—6. Tomsk, Izd. Tomsk. Otd. Russk. Bot. Obszcz.
- Kulczyński S., 1924. Das boreale und arktisch-alpine Element in der mitteleuropäischen Flora. Bull. Acad. Polon. Sc., Cl. Math.-Nat. B, 1923, str. 127—214.
- Lid J., 1944. Norsk flora. Str. 2—3. Oslo, D. Norsk Samlaget.
- Lindquist B., 1948. The main varieties of *Picea Abies* (L.) Karst. in Europe. Acta Horti Bergiani, 14, no. 7, str. 249—342.
- Löve A. Löve D., 1947. Studies on the origin of the Icelandic flora I. Cytoecological investigations on *Cakile*. Reykjavik Univ. Inst. of Appl. Sc., Dept. of Agriculture, Reports, Ser. B, No. 2, str. 1—29.
- Löve A., Löve D., 1951. Studies on the origin of the Icelandic flora. II. *Saxifragaceae*. Svensk Bot. Tidskr., 45, str. 368—399.
- Macoun J., 1888. Catalogue of Canadian plants. IV, str. 254—255. Montréal, Dawson Brothers.
- Marie-Victorin F., 1923. Les Filicinées du Québec. Contr. du Labor. de Bot. de l'Univ. de Montréal, No. 2, str. 85.
- Meusel H., 1943. Vergleichende Arealkunde. I, II. Berlin — Zehlendorf, Verl. Gebr. Borntraeger.

- Nordhagen R., 1935. Om *Arenaria humifusa* W g. og dens betydning for utforskningen av Skandinavias eldste floraelement. Bergens Mus. Årbok 1935, Naturv. Rekke nr 1, str. 1—183.
- Raciborski M., 1919. *Pteridophyta*. Flora Polska, I, str. 7, ryc 1 H. Kraków, nakł. Akad. Umiejętności.
- Raymond M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. Mem. Jard. Bot. Montréal, 5, str. 1—147.
- Szafer W., 1949. Zarys ogólnej geografii roślin, str. 253, Warszawa, Czytelnik.
- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B., 1924. Rośliny polskie, str. 4. Lwów — Warszawa, Książnica-Atlas.
- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B., 1927. Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. III Teil: Die Pflanzenassoziationen des Kościeliska-Tales. Bull. Acad. Polon. Sc., Cl. Math.-Nat. B, 1926 suppl. II, 70—74.

Wiciowce roślinne zebrane w okolicach Gór Stołowych

Les Phytoflagellées collectées dans les montagnes Góry Stołowe

ALICJA SŁABĘCKA - SZWEYKOWSKA

(Wpłynęło dn. 10. III. 52 r.)

Materiał zestawiony w niniejszej notatce zebrany został na terenie Gór Stołowych (Sudety) w lipcu, sierpniu i na początku września 1949 r. Wiciowce oznaczałam na żywo, bezpośrednio po zebraniu próbek. Dla uwidocznienia witki lub odróżnienia skrobi od pyrenoidu utrwalalam niekiedy komórki jodem w jodku potasu.

Przy okazji składam serdeczne podziękowanie Panu Dr J e r z e m u C z o s n o w s k i e m u za dostarczenie literatury i za cenne wskazówki w czasie pracy.

C h r y s o m o n a d i n a e

Dinobryon sertularia Ehr.

Długość okrywy 37—44 μ , szer. 9—11 μ .

Kałuża na łące pod Małym Spękanym Szczytem. VIII. 1949.

Synura uvella Ehr.

Kolonie średnicy 59—85 μ .

Kałuża na łące pod Małym Spękanym Szczytem. VIII. 1949.

C r y p t o m o n a d i n a e

Chilomonas oblonga Pascher. Rys. 6.

Dł. 17—22 μ , szer. 6—9 μ . Długość witek równa $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ długości komórki. Młaka na torfowisku. VIII. 1949.

Chilomonas oblonga posiada ściśle wymagania ekologiczne, którymi wyraźnie różni się od *Chilomonas paramaecium*. Pierwszy gautnek spotykałam dotąd wyłącznie w młakach torfowiskowych, drugi natomiast występuje w płytkich zbiornikach wodnych obfitujących w rozkładające się resztki roślinne (np. obumierające glony). Znaczną rolę odgrywa w tym prawdopodobnie pH, gdyż podobne

różnice między *Ch. oblonga* i *Ch. paramaecium* występują, gdy wiciowce te hodować w laboratorium. *Chilomonas oblonga* daje się hodować na wyciągu ziemno-skrobiowym, natomiast nie rozwija się na wyciągu ziemno-serowym. Rzecz ma się odwrotnie z *Chilomonas paramaecium*. Ponieważ są to kultury surowe, nie uwolnione od bakterii, więc rozkładająca się skrobia daje w efekcie znacznie niższe pH, aniżeli gnijące białko.

Eugleninae

Euglena proxima Dang.

Dł. 74 μ , szer. 12 μ .

Kałuża na łące pod Małym Spękanym Szczytem. VII. 1949.

Euglena mutabilis Schmitz. Rys. 1.

Dł. 74—92 μ , szer. 7 μ . Chromatofory 2—4, ułożone symetrycznie przed i poza jądrem. Paramylon w postaci tabliczek lub wydłużonych owalnych ziaren. Stigma siodełkowata. Błona gładka. Witka nie wychodzi z gardzieli. Gatunek w terenie dość częsty.

Euglena spirogyra Ehr.

Dł. 96—111 μ , szer. 7—11 μ .

Kałuża na łące pod Małym Spękanym Szczytem. IX. 1949.

Euglena tatrica Czosn. Rys. 2.

Dł. 137—170 μ , szer. 8—11 μ . Chromatofory płatkowate, stigma siodełkowata. Paramylon w postaci owalnych lub kulistych ziaren. Jądro w połowie długości komórki. Witka nie wychodzi z gardzieli. Komórki silnie kurczliwe. Tył komórki, równomiernie zwężający się, nigdy nie zakończony ostro. Jest to jedyna cecha niezgodna z diagnozą podaną przez Czosnowskiego. Nie zauważyłam też prążkowania błony.

Znaleziona w dużej ilości w stagnującej dystroficznej wodzie (pH = 3,7), stanowiącej początek strumienia, wypływającego w okolicy Białego Kamienia (płd. strona Gór Stoł.). VIII. 1949.

Euglena acutissima Lemmermann. Rys. 3.

Dł. 100—111 μ , szer. 6—7 μ . Komórka sztywna, wrzecionowata, wydłużona, zakończona długim kolcem. Liczne płatkowate chromatofory. Paramylon w postaci 1—4 wydłużonych laseczek. Jądro w połowie długości komórki. Witka długości 11 μ .

Kałuża na łące pod Małym Spękanym Szczytem. IX. 1949.

Phacus pleuronectes Duj.

Dł. 41 μ , szer. 33 μ . Młaka na torfowisku. VIII. 1949.

Bardzo obfity pojaw znalazłam w kałuży w koleinie drogi leśnej na północnym stoku Gór Stołowych. Dł. 50—52 μ , szer. 29—31 μ . IX. 1949.

Phacus macrostigma Pochmann. Rys. 5.

Dł. 38 μ , szer. 26 μ . Brzegi komórki wybrzuszone i skrócone w przeciwnie strony, tak że komórka staje się z obu stron wklęsła. Kolec mały i mniej lub więcej zgięty. Duża stigma.

Kałuża na łące pod Małym Spękanym Szczytem. IX. 1949.

Trachelomonas caudata Stein.

Dł. 55 μ , szer. 26 μ . Okrywa kształtu owalnego, pokryta kolcami. Zdarzają się osobniki bez kolców na okrywie. Na końcu okrywa przechodzi w duży kolec, krótki i bezbarwny. Chromatofory liczne, płatkowate. Stigma w przedniej części komórki.

Kałuża na łące pod Małym Spękanym Szczytem. VII—IX. 1949.

Trachelomonas volvocina Ehr.

Dł. 22—26 μ , szer. 22—24 μ .

Kałuża na łące pod Małym Spękanym Szczytem. VII. 1949.

Trachelomonas hispida (Perty) Stein.

Dł. 20—24 μ , szer. 15—18 μ . Wszystkie osobniki w populacji pozbawione kołnierzyka na okrywie.

Koleina drogi leśnej na półn. stoku Gór Stoł. IX. 1949.

Trachelomonas hispida var. *punctata* Lemmermann.

Okrywa pozbawiona kolców, w miejsce tego gęsto kropkowana. Dł. 20—24 μ , szer. 15—18 μ . Znalazona razem z typową formą *Trachelomonas hispida* w koleinie drogi leśnej. IX. 1949.

Astasia curvata Klebs. Rys. 10—11.

Dł. komórki wyciągniętej 44 μ (dł. komórki skróconej 37 μ), szer. 8—10 μ . Komórka kurczliwa, silnie spłaszczona i skrócona spiralnie. Ruch rotacyjny.

Kałuża na łące pod Małym Spękanym Szczytem. IX. 1949.

Menoidium costatum Korshikow (*Menoidium longum* Pringsheim). Rys. 12.

Dł. 26—33 μ , szer. 7—8 μ . Komórka sztywna, z jednego boku pałkowato wygięta, z przeciwnego boku wyprostowana. Na błonie kilka (3—4) podłużnych prążków. Ziarna paramylonu duże, owalne lub kuliste, ułożone przeważnie w przedniej części komórki w dwóch równoległych rzędach. Pomiedzy tymi dużymi ziarnami niekiedy znajdują się ziarna zupełnie małe. Jądro w tylnej części komórki.

W tyle komórki, poza jądrem, drobne ziarnistości. Witka równa długości komórki. Ruch rotacyjny.

Kałuża torfowiskowa na Szczelińcu. VIII. 1949.

Menoidium incurvum (Fres.) Klebs. Rys. 7.

Dł. 16—18 μ , szer. 6—9 μ . Komórka sztywna, lekko zgięta, przypominająca kształtem ziarno fasoli. Błona podłużnie rzadko prążkowana. Paramylon w dużych owalnych ziarnach. W tyle komórki drobne kuliste ziarnistości. Witka równa długości komórki. Ruch rotacyjny.

Kałuża na łące pod Małym Spękany Szczytem. IX. 1949.

Menoidium gibbum Skuja. Rys. 8—9.

Dł. 18—21 μ , szer. 5—6 μ . Komórka sztywna, lekko spłaszczona. przy tylnym końcu skręcona, sam koniec silnie wygięty na bok. Po stronie „grzbietowej“ podłużny szereg dużych ziaren paramylonu, poza tym mniejsze ziarna paramylonu w tylnej części komórki. Witka równa $\frac{3}{4}$ długości komórki. Ruch rotacyjny.

Kałuża na łące pod Małym Spękany Szczytem. IX. 1949.

Heteronema acus (Ehr.) Stein. Rys. 4.

Dł. 70 μ , szer. 9 μ . Komórka wrzecionowata, z przodu skośnie ścięta, z tyłu równomiernie ostro zakończona. Witka pływna nieco dłuższa od komórki, (75 μ), witka sterująca równa połowie długości komórki. Ruch ślizgowy. Komórka silnie kurczliwa w kierunku osi podłużnej i jej długość dlatego bardzo zmienna (60—70 μ).

Kałuża na łące pod Małym Spękany Szczytem. IX. 1949.

Peridineae

Glenodinium uliginosum Schill.

Dł. 33 μ , szer. 26 μ .

Młaka na torfowisku, także w kałuży na łące pod Małym Spękany Szczytem. VII. 1949.

Volvocales

Carteria obtusa Dill. Rys. 13—14.

Dł. 26—30 μ , szer. 15 μ .

Młaka na torfowisku. VIII. 1949.

Chlamydomonas gigantea Dill. Rys. 17.

Dł. 15—28 μ , szer. 15—26 μ . Komórki prawie kuliste, niektóre jajowate. Stigma duża, płytkowata, położona w równiku lub nieco ponad równikiem komórki. Witki równe $\frac{5}{4}$ długości komórki.

Kałuża w zagłębieniu skalnym na Dużym Spękany Szczycie.
VII. 1949.

Chlamydomonas Serbinowi Pascher. Rys. 15—16.

Dł. 15—22 μ , szer. 13—18 μ . Komórki jajowate, młode bardziej wydłużone, starsze prawie kuliste. Przód opatrzony dość dużą, tępo zakończoną brodawką. W tyle komórki błona nieco odstaje od protoplastu. Chromatofor komórek młodych, będących tuż po podziale, jest kubkowaty (rys. 16), zaś u komórek dorosłych, pozostając w zarysie kubkowatym, podzielony jest na kilka oddzielnych płatów (rys. 15). Witki równe mniej więcej długości komórki.

Kałuża na Dużym Spękany Szczycie. Gatunek w terenie dość częsty.

Pteromonas angulosa Lemmermann, Rys. 18—20.

Długość okrywy 15—18 μ , szer. 12—17 μ . Długość protoplastu 14—17 μ , szer. 10—15 μ . Okrywa widziana od strony szerokiej niekiedy w zarysie prawie kwadratowa; najczęściej w tyle łagodnie zaokrąglona, z przodu ścięta; czasem z przodu wykrój prawie sercowaty. Protoplast od strony szerszej szeroko jajowaty; z boku wąsko jajowaty, przylega tylko w kilku miejscach do okrywy i dlatego w zarysie jakby ząbkowany (rys. 19). Chromatofor kubkowaty, pyrenoidów 1—4. Witki równe $4/5$ dług. komórki. Ruch rotacyjny.

Kałuża w koleinie drogi leśnej na półn. stoku Gór Stołowych.
IX. 1949.

Gonium pectorale Müller.

Wielkość kolonii w przekroju 44 μ .

Kałuża na łące pod Małym Spękany Szczytem. VII. 1949.

Pandorina morum (Müller) Bory.

Długość kolonii 22—48 μ , szer. 22—44 μ .

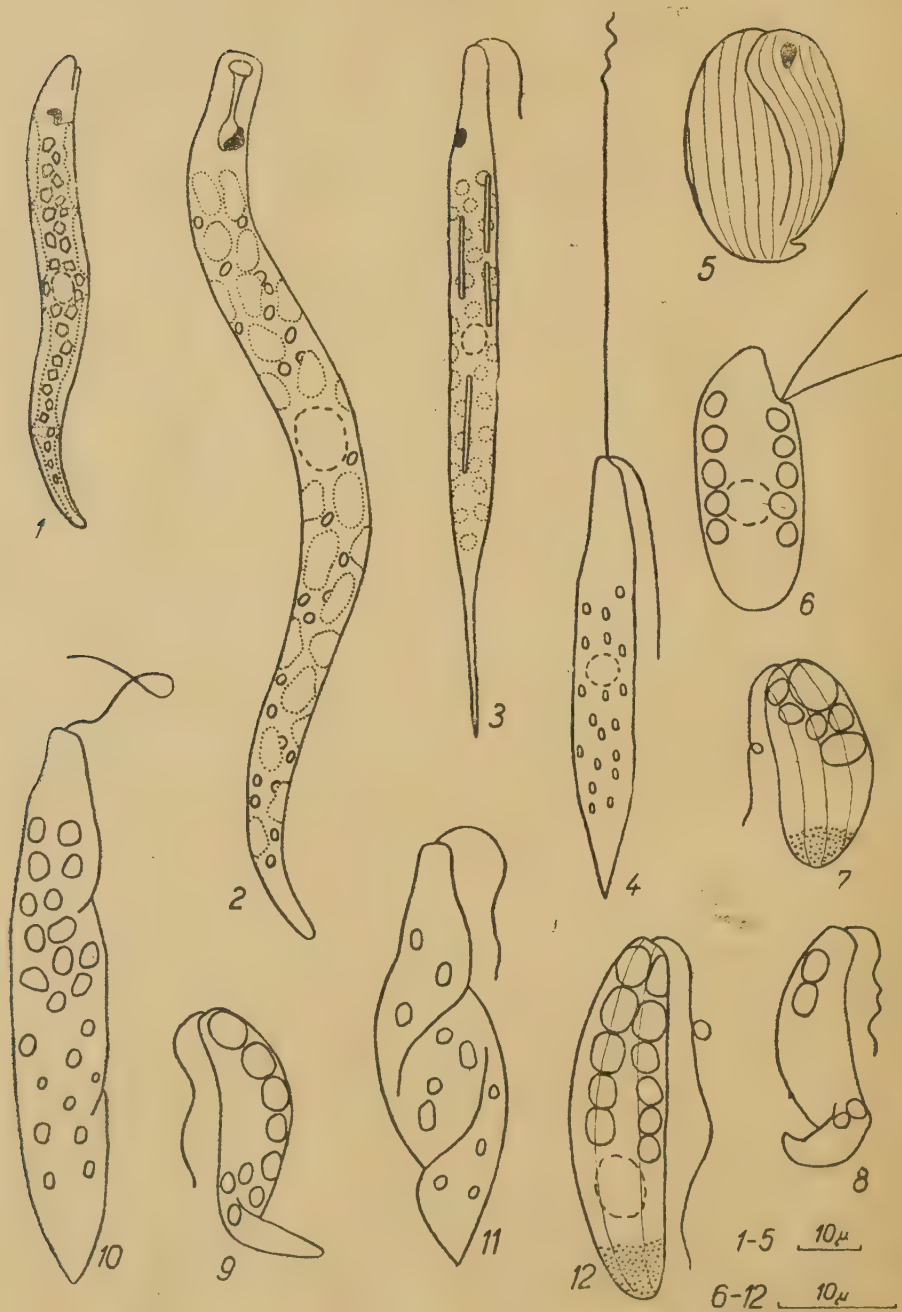
Kałuża na łące pod Małym Spękany Szczytem. VIII. 1949

Eudorina elegans Ehr.

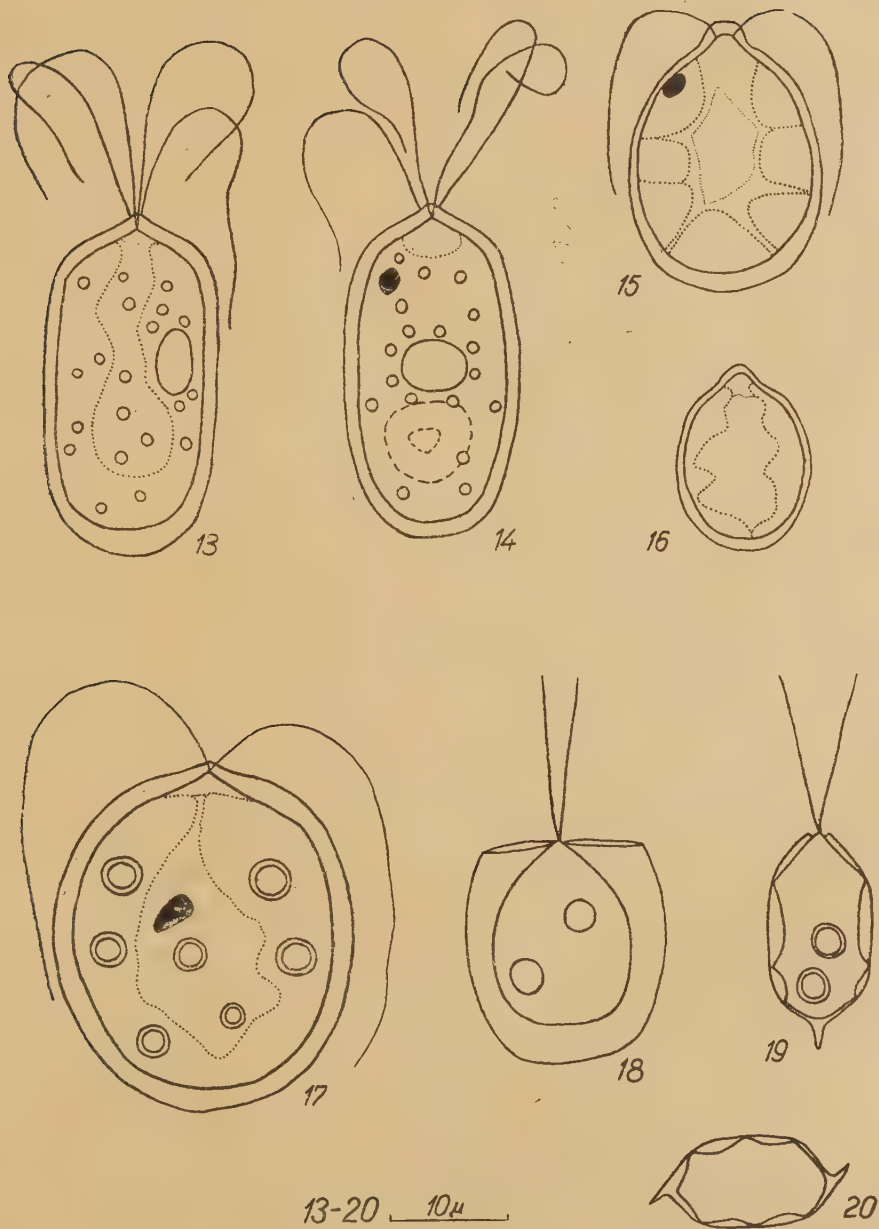
Kolonie owalne, dł. 55—63 μ , szer. 52—55 μ . Długości komórek 7—11 μ . Cztery przednie komórki cokolwiek mniejsze od pozostałych. Plamki oczne tylko w komórkach przedniej części kolonii.

Koleina drogi leśnej na półn. stoku Gór Stołowych. IX. 1949.

TABLICA I



TABLICA II



LITERATURA

1. C z o s n o w s k i J., 1948. Materiały do flory wiciowców Polski. — Poznańskie Tow. Przyj. Nauk. Wyd. Mat.-Przyr. Prace Kom. Biol. T. XI, zesz. 4.
2. C o n r a d W., 1938. Flagellates des Iles de la Sonde (Euglénacées). — Bul. du Musée Royal d'Hist. Nat. de Belgique. T. XIV, nr 8.
3. K r i e g e r W. Untersuchungen über Plankton Chrysomonaden. Die Gattungen *Mallomonas* und *Dinobryon* in monographischer Bearbeitung. — Bot. Archiv, Bd. 29, Heft 3/4.
4. L e m m e r m a n n E., 1913. *Eugleninae* in Die Süßwasserflora Deutschlands Oesterreichs und der Schweiz. Heft 2. Jena.
5. P a s c h e r A., 1913. *Cryptomonadinae*. Ibidem.
6. P a s c h e r A., 1913. *Volvocales*. Ibidem.
7. P r i n g s h e i m E. G., 1936. Zur Kenntnis saprotropher Algen und Flagellaten 1. Mitteilung. Ueber Anhäufungskulturen polysaprober Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 87, Heft 1.
8. S c h i l l i n g A. J., 1913. *Dinoflagellatae* in Die Süßwasserflora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. Heft 3. Jena.
9. S k u j a H., 1939. Beitrag zur Algenflora Lettlands II. — Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis XI/XII.

RÉSUMÉ

L'auteur présente une liste des flagellées (27 espèces) qui étaient collectées dans les montagnes Góry Stołowe (Sudètes) pendant l'été de 1949.

Występowanie ogników rdzy kreskowej (*Puccinia graminis* Pers.) na obu stronach liści kwaśnicy zwyczajnej (*Berberis vulgaris* L.)

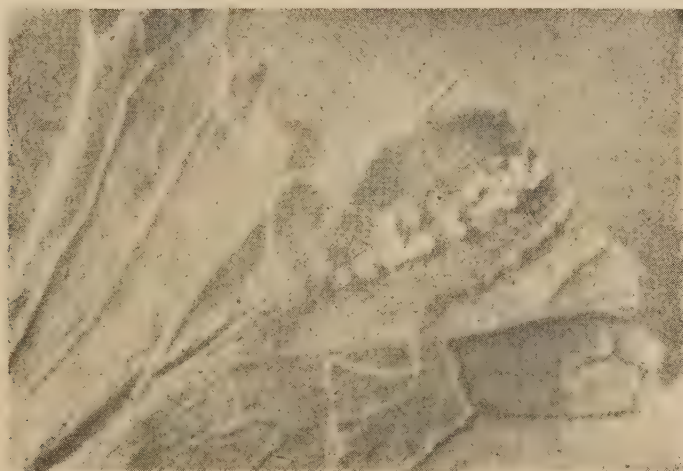
Formation des écidies de Puccinia graminis Pers. sur les deux faces des feuilles de Berberis vulgaris L.

JOANNA ZOFIA KADŁUBOWSKA

(Z Zakładu Systematyki i Geografii Roślin U. Ł.)

(Wpłynęło dn. 29. II. 52 r.)

Rdza kreskowa jest znanym od dawna pasożytem, atakującym kilkadziesiąt gatunków zbóż i dziko rosnących traw, którego rozwój i budowa zostały dokładnie poznane. *Puccinia graminis* Pers. jest grzybem dwudomnym żyjącym na kwaśnicy i na zbożach. Na kwaśnicy grzybnia *Puccinia graminis* Pers. wytwarza dwa rodzaje zarodników: spermacja (*pycnospora*) i ecydiospory (*aecidiospora*). Na gór-



Ryc. 1. Ogniki na górnej powierzchni liścia kwaśnicy.

Écidies sur la face supérieure.

powiększenie 10 ×.



Ryc. 2. Ogniki na dolnej powierzchni liścia kwaśnicy.

Écidies sur la face inférieure

Powiększenie 10 ×

nej stronie liści powstają zwykle spermogonia (*pycnidium*) ze spermacjami, a na dolnej stronie ogniki (*aecidium*) z ecydiosporami (Craigie, Allen, Lehmann, Kursanow i inni).

Na zebranych przeze mnie liściach kwaśnicy (wrzesień 1951 r., Konstantynów pod Łodzią, skwer przy poczekalni tramwajowej)



Ryc. 3. Przekrój poprzeczny przez liść kwaśnicy z ognikami na obu powierzchniach.

Les écidies sur les deux faces de la feuille de Barberis vulgaris L. Section transversale.

Powiększenie 50 ×

stwierdziłam — wbrew dotychczasowym spostrzeżeniom — występowanie ogników (*aecidium*) na obu stronach liści kwaśnicy. Na przekrojach liści pochodzących z jednego krzaka kwaśnicy zauważyłam, że ogniki znajdują się przeważnie na obu stronach blaszki liściowej. Godnym uwagi jest fakt, że na tych liściach spermogonia nie występowały.

Ogniki na górnej stronie liści tworzą mniejsze skupienia aniżeli na dolnej, (fot. 1 i 2) wykształcone są one w sposób typowy. Budowa anatomiczna tych liści nie wykazuje żadnych odchyłeń, również zewnętrzne strzępki grzybni, otaczające ogniki, tworzą prawidłowe peridium, a zarodniki w ognikach układają się w charakterystyczne łańcuszki (fot. 3 i 4).

Należy zaznaczyć, że obustronne rozmieszczenie ogników stwierdziłam na kilkudziesięciu liściach kwaśnicy*. W dostępnym mi piśmiennictwie nie napotkałam żadnych wzmianek o powyższym fakcie. Jest to o tyle ciekawe, że rdzę kreskową cechuje niezwykła stałość morfologiczna (L e h m a n n, L o h w a g, K u m m a i inni).

Materiały odnoszące się do powyższej obserwacji zostały zdeponowane w Zakładzie Systematyki i Geografii Roślin Uniwersytetu Łódzkiego.



Ryc. 4. Przekrój poprzeczny przez pojedynczy ognik z górnej powierzchni liścia kwaśnicy.

Écidies sur la face supérieure de la feuille de Berberis vulgaris L. Section transversale. Powiększenie 100 ×

* Doniesienie to ma charakter tymczasowy — dalsze badania, w których po roku stwierdzono ponownie obustronne występowanie ogników jak również i spermogonii są w toku.

RÉSUMÉ

L'auteur décrit un cas particulier d'apparition des écidies sur les deux faces des feuilles de *Berberis vulgaris* L.

Les écidies de la face supérieure forment des agglomérations moins fortes que celles de la face inférieure (phot. 1 et 2) et elles sont régulièrement construites parmi les cellules palisadiques de la feuille (phot. 3 et 4). Les spermogonies (pycnides) par contre manquent complètement.

Dans la structure anatomique des feuilles, porteurs de ces doubles écidies, l'auteur n'a remarqué aucune anomalie. On a constaté la présence des écidies aux deux faces des feuilles sur plusieurs dizaines de feuilles, provenant du même buisson. (Konstantynów près de Łódź, IX, 1951). Sur quelques feuilles néanmoins on a trouvé la formation normale des pycnides sur la face supérieure et des écidies sur la face inférieure de la même feuille.

La littérature courante, accessible à l'auteur n'apporte aucune mention sur ce curieux phénomène.

PIŚMIENICTWO

- Allen, 1930, Cytological study of heterothallism, Journ. Agr. Res. str. 40—51.
Craigie J. H., 1927, Discovery of the function of the Pycnia, Nature
Kursanow L. I., 1940, Mykologia, Moskwa, str. 363—390.
Lehmann E. Kuma H., 1937, Der Schwarzrost seine Geschichte, seine Biologie und seine Bekaempfung in Verbindung mit der Berberitzenfrage, str. 8—21.
Lohwag H., 1941, Anatomie der Asco- und Basidiomyceten, Berlin, str. 5, 10, 11, 35, 41, 91, 406.

Badanie mykotrofizmu roślinności alpejskiej ponad granicą kosodrzewiny w granitowych Tatrach

Mycotrophy of the alpine vegetation of the Tatra Mountains

ANDRZEJ NESPIAK

(Wpłynęło dn. 31. III. 52 r.)

Praca niniejsza jest ogniwem w planowym badaniu mykotrofizmu roślinności polskiej. Ma ona na celu rozwiązanie tego zagadnienia dla zespołów żyjących w skrajnych warunkach dla naszego biotopu, gdzie i klimat i gleba są łatwe do określenia. Badania takie są potrzebne aby z całokształtu ich wyciągnąć wnioski o odżywianiu się roślin. Dzięki poznaniu zjawiska mykorhizy uległ zmianie pogląd na kwestię odżywiania się organizmów roślinnych. Teoria Liebiga znajduje coraz mniej zwolenników. Cały szereg roślin zielonych uważanych dotychczas za organizmy autotroficzne, odżywia się podobnie do roślin mięsożernych. Szczególnie odnosi się to do osobników tworzących mykorhizę endotroficzną. Poznanie grzybów mykorhizowych rozwiązało kwestię nieudających się sztucznych hodowli storczyków (B u r g e f f, 1909) i pozwoliło na wprowadzenie sosny na wyspach, gdzie dotychczas zabiegi aklimatyzacyjne nie udawały się (R a y n e r, 1950).

Liczne prace badaczy szwedzkich usiłują rozwiązać w laboratorium problem fizjologii mykorhizy. Szkoła Melina bada rodzaje grzybów wchodzących we współżycie z roślinami wyższymi i wpływ mikroelementów organicznych na rozwój mykorhizy.

Grupa autorów radzieckich, oraz R a y n e r (1950) ze współpracownikami prowadzą badania nad przeszczepianiem grzybów mykorhizowych na tereny dla nich nowe (stepy, gleby porolne, wyspy itp.). Są to badania mające wybitnie cel praktyczny, lecz nie rozwiązujące w żadnym wypadku samego zagadnienia.

Liczni uczeni, zajmujący się mykotrofizmem, rozpatrują to zjawisko albo w stosunku do jednego rodzaju, albo do pewnych rodzin roślin zielonych. J a c z e w s k i (1933) i A s a i (1934) podają w swych pracach spisy roślin, u których znaleziono mykorhizę. A s a i (1934) bada mykotrofizm z punktu widzenia ekologicznego nie zwracając uwagi na wpływ asocjacji (zespołu), czyli bada zależności między mykotrofizmem a warunkami biotopu.

Zakład nasz podjął badania nad mykotrofizmem zespołów roślinnych, gdyż występowanie grzybów w przyrodzie wykazuje ścisły związek z zespołami roślinnymi. Spośród szwedzkich uczonych B j ö r k m a n (1942) pierwszy badał zależność mykorhiz od różnych typów drzewostanów.

Zjawisko mykotrofizmu osobników jest wąskim wycinkiem biocenozy. Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych jest zagadnieniem szerszym, przez poznanie którego możemy wyjaśnić zależność tego zjawiska od warunków biocenotycznych i w tym nasze założenie różni się od założenia A s a i (1934). Badacz ten stwierdził tylko, że mykotroficzność nie zależy od biotopu.

Praca poniższa jest fragmentem zagadnienia mykotrofizmu roślinności alpejskiej, jakie w ciągu najbliższych lat chciałbym opracować. Jednym z powodów wyboru tematu była pierwotna, nie skomplikowana budowa pionierskich zespołów wysokogórskich ponad granicą zasięgu kosodrzewiny. Pewną analogię możnaby przeprowadzić z opracowanym już zespołem wydm nadmorskich (D o m i n i k, 1950). W obu wypadkach rośliny zdobywają sobie dziewiczy teren, w obu wypadkach cały zespół stanowi czasem ledwo kilka gatunków. Stosunkowo więc najłatwiej można na tym przykładzie wyjaśnić współzycie roślin z grzybami. Im mniej będzie niewiadomych, tym łatwiej uda się rozwiązać to wielkie równanie założone w naturalnych pierwotnych warunkach, a nie w sztucznych laboratoryjnych hodowlach człowieka.

Żeby badania przedstawiały wartość porównawczą daję na wstępie pracy dość dokładny opis biotopu.

* * *

Wysokie Tatry zbudowane są z granitu, którego mniej więcej jednolity skład mineralogiczny jest charakterystycznym dla tych gór. Nazywa się on granitem tatrzańskim.

Szczegółowe dane o składzie granitów tatrzańskich opublikowała T u r n a u - M o r a w s k a (1935).



Ryc. 1. Szczyty otaczające Czarny Staw nad Morskim Okiem (teren badań).

Granit Przełęczy Białczańskiej i Kotła Mięguszowieckiego można zaliczyć do granitu oligoklazowo biotytowego budującego główne jądro krystaliczne Tatr (M i c h a l i k, 1950). Skała Mnicha należy prawdopodobnie do grupy granitów zautometamorfizowanych, tzw. granitu oligoklazowo-mikroklinowego z biotytem i ortoklazem.

W piętrze turniowym lite, nagie skały, pokryte często tylko porostami stanowią całość krajobrazu. Na skutek wietrzenia chemicznego i przede wszystkim termicznego następuje rozpad olbrzymich bloków na drobniejsze części, które kamienistymi lawinami zsypują się bezustannie z granitowych olbrzymów, tworząc znane w Tatrach doliniki nazwane pustymi, piarżystymi itp. Drobne kamyki, pył skalny oraz cząstki organiczne, nawiewane przez wiatr w zakłębieniach skał budują glebę. Tworzy się ona w każdej najmniejszej szczelinie lub pęknięciu. Miejsca te wykorzystują rośliny, rozrastając się i tworząc trawiaste półki skalne.

W piętrze halnym wprawdzie kobierzec roślin staje się zwalnym lecz struktura gleby jest kamienista a miąższość jej często waha się od 2—10 cm. Jest ona łatwo przepuszczalna, dlatego mimo dużej ilości opadów stwarza warunki podobne do gleb suchych. Na skutek częstego i silnego przepłukiwania zasady są szybko wypłukane i znoszone do niższych terenów, często do potoków, na skutek czego gleby wysokogórskie należą do gleb kwaśnych, zarówno na wapieniach jak i na granitach. Potwierdzają to badania R a l s k i e g o i W ł o d-

ka (1928) nad kwasotą gleb tatrzańskich. Otrzymali oni na granitach $\text{pH} = 4,30-5,24$ na wapieniach $\text{pH} = 4,24-6,64$. Warunki chłodnego klimatu powodują duże nagromadzenie się materii organicznej, która rozkłada się powoli. W zakłęśnięciach skalnych lub na stokach o mniejszym spadku gromadzi się ona tworząc próchnicę. W wypadku utrudnionego przepływu wody, często nawet tworzy się gleba torfowa. Duży wpływ na ilość próchnicy ma zespół roślinny, wtedy gdy tworzy swój własny mikroklimat, jak to ma miejsce w *Pinetum mughi* (Wąsowicz, 1933).

Poniższa tabela podaje procentową zawartość tlenków, budujących minerały skały macierzystej z trzech stanowisk zbioru roślin.

Procentowa zawartość tlenków w granicie tatrzańskim w/g Turnau-Morawskiej (1935)

tlenek	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O
stanowisko												
Przełęcz Białczańska 2080 m n.p.m.	70,1	0,25	16,1	1,01	1,56	0,03	0,70	3,06	1,43	5,01	0,05	0,51
Kocioł Mięguszow. 2000 m n.p.m.	69,9	0,24	16,11	1,06	1,35	0,03	0,76	3,02	1,49	5,10	0,09	0,51
Mnich 1900 m n.p.m.	72,8	0,13	15,00	0,72	0,90	0,02	0,40	2,12	3,61	3,96	—	0,32

Gleba do badań zebrana była z miejsc, z których zebrałem większą ilość roślin. Nie jest to gleba typowych poduch skalnych bogatych w próchnicę zwanych przez Niemców „Humuspolster“, lecz z miejsc raczej skalistych, gdzie rośliny rosły niekiedy w bardzo cienkiej warstwie gleby. Wyjątek stanowi jedynie gleba Nr 3.

1. Przełęcz Białczańska, stok południowo zachodni, wys. 2080 m n.p.m. Gleba jest grubości 5 cm jasno brązowa, sucha, sypka z drobnymi kamykami, badane na miejscu $\text{pH} = 4,0$. Jest to miejsce porośnięte licznymi roślinami.

2. Kocioł Mięguszowiecki, stok północny, wys. 2000 m n.p.m. Gleba jest zebrana ze stromej pochyłości nagich skał obficie spłukiwanych wodą. Nieliczne rośliny tworzą drobne kępy. Gleba jest przemieszana z dość grubymi kamieniami, brunatna, bardzo wilgotna. Badane na miejscu $\text{pH} = 4,5$.

3. Mnich, zakłęśnięcie między skałami pod szczytowymi turniami wys. 2000 m. Gleba jest ciemna, bardzo wilgotna pobrana spod bujnie rozwiniętej kępy traw, o miąższości maksimum 15 cm. Badane na miejscu $\text{pH} = 4,5$.

Badanie chemiczne tych gleb przeprowadzono w Stacji Chemiczno Rolniczej I. U. N. G. we Wrocławiu.

Tabela wyników analizy próbek gleby

Nr próbki	pH n.1 w KCL	Kwasowość hydrolit. (H—3y) w 100-g gleby w mililitrach	P_2O_5 w 100 g gleby w/g Engera w mg	K_2O w 100 g gleby w/g Engera w mg	N-ogólny w %	Próchnica w %
1	4,1	7,13	1,7	6,0	0,20	2,85
2	4,5	8,85	4,3	2,0	0,30	2,28
3	4,8	11,25	0,4	4,0	0,33	5,12

Analiza gleby wysokogórskiej zwanej humusową przeprowadzona metodami stosowanymi dla analizowania gleb uprawnych nie daje właściwego obrazu, gdyż zostaje odsiany materiał martwych szczątków roślinnych, które tworzą właściwą jej masę. Dzięki temu zawartość próchnicy wypada bardzo mała (max. 5%), podczas gdy gleba ta przedstawia się jako zbita masa korzonków i obumarłych pędów niedostatecznie jeszcze zhumifikowanych.

Ilość azotu ogólnego w % jest pośrednia między wartościami dla gleb bielcowych i czarnoziemów, dla których jest w granicach 0,2—0,5%. W badaniach nad glebami z Doliny Pięciu Stawów Polskich Wąsowicz (1933) znajduje bardzo duże ilości materii organicznej (9,50—50,51%, przy analizie stosując metodę Knoppa) szczególnie spod zespołu kosówki, ale równocześnie też stosunkowo małe ilości azotu ogólnego (0,4—1,06%), tłumacząc to zahamowaniem czynności bakterii z powodu silnej kwasoty gleby, szybkim wypływaniem produktów rozkładu związków białkowych oraz bardzo małą asymilacją wolnego azotu (Wąsowicz, 1933). Jednakże nasuwa się przypuszczenie, że w warunkach wysokogórskich azot wiązany z powietrza opada jedynie z deszczem i śniegiem podczas burz i wyładowań elektrycznych, natomiast odczyn gleby wyklucza działalność bakterii azotowych.

Fosfor i potas występują w bardzo dużej ilości: P_2O_5 0,4—4,3 mg K_2O 2,0—6,0 mg. Ilości obu pierwiastków w glebach badanych pochodzą z minerałów skały macierzystej. Ze skaleni wypłukiwane są związki potasowe, apatyt jest dostarczycielem fosforu.

Gleby z trzech badanych stanowisk należą do silnie kwaśnych $pH = 4,1—4,8$.

Reasumując ogólne wyniki analizy glebowej stwierdzić można, że w przypadku omawianym olbrzymi wpływ na skład chemiczny gleby ma podłoże mineralne. Przy porównywaniu zawartości podstawowych tlenków i azotu ogólnego w glebach wysokogórskich z glebami uprawnymi dochodzimy do wniosku, że rośliny strefy alpejskiej tkwią w podłożu dostatecznie zaopatrzonym w sole mineralne. Azot może być w postaci amoniakalnej lub organicznie związanej, gdyż przy tak silnym zakwaszeniu nie przebiegają procesy nitryfikacyjne.

* * *

Czynnikami kształtującymi klimat wysokich gór są: niskie ciśnienie powietrza, niska temperatura, duże opady, silne nasłonecznienie i wiatr. Wszystkie one mają olbrzymi wpływ na szatę roślinną gór. Im wyżej wznosimy się tym powietrze staje się rzadsze, czyli zmniejsza się ciśnienie atmosfery. W Tatrach waha się od 689 mm rtęci w Zakopanem do 553 mm na szczycie Gałucha. Równocześnie opada temperatura powietrza, na każde 100 m wzniesienia obniża się ona o około $0,5^{\circ}C$.

Tatry szczytami swymi sięgają do granic wiecznych śniegów, wprawdzie nie posiadają olbrzymich lodowców jak Alpy, ale w bardzo wielu miejscach leżą cały rok płaty śniegów. Częsty jest również opad śnieżny w miesiącach letnich nawet w niższych partiach gór. Rośliny dzięki niskiej temperaturze narażone są często na zmarznięcie, lub oblodzenie w pełni okresu wegetacyjnego. Średnia temperatura powietrza w ciągu roku dla piętra turni jest bliska $0^{\circ}C$.

Okres wegetacyjny w piętrze hal w Tatrach trwa od połowy maja do września, wyżej wśród turni jest krótszy z tym, że opóźniona jest wiosna. Na jesieni fale ciepłego powietrza dłużej utrzymują się w wysokich górach, wyrównując różnice temperatur dolin i szczytów. W zimie wahania temperatur na różnych wysokościach są niewielkie. Nie ma to zresztą dużego wpływu na rośliny ukryte pod grubą warstwą śniegu, chyba w czasie długotrwałych odwilży. Latem natomiast roślinność skał jest narażona na bardzo duże różnice temperatur dnia i nocy, częste są w nocy przymrozki podczas gdy w dzień rośliny mogą nagrzewać się do kilkudziesięciu stopni.



Ryc. 2. *Salicetum herbaceae* w Dol. za Mniczem.

Rośliny alpejskie, przyzwyczajone do niskich temperatur, krótki okres wegetacyjny wykorzystują na szybkie kwitnienie i dojrzewanie nasion. Częste wśród nich jest żyworództwo tzn. kiełkowanie nasion, które jeszcze nie zdołały się wysypać z kwiatostanów. Niska temperatura powietrza przy stosunkowo silnie nagrzananej skale wpływa również na kształtowanie się przyziemnych form roślinności piętra hal i turni.

Ciepłe powietrze idące z dolin, gdy podchodzi w górę ochładza się, a zawarta w nim para wodna skrapla się nad górami w postaci deszczu, śniegu lub mgły. Tym się tłumaczą duże opady szczególnie w lecie. W zimie prąd mas powietrza jest przeciwny.

Rośliny alpejskie pomimo dużych opadów cierpią na brak wody spowodowany niedosytem wilgotności powietrza i zabezpieczają się przed utratą wody, budową kseromorficzną. Czynnikiem powodującym niedosyt wilgotności jest silna insolacja słoneczna i niskie ciśnienie.

W górach światło słoneczne jest intensywniejsze dzięki temu, że jest bogate w promienie ultrafioletowe, które przy przechodzeniu przez warstwy przyziemne atmosfery zostają najwięcej pochłaniane, tak że w dolinach jest ich mniej w widmie słonecznym. Do poziomu morza dochodzi jedynie 68% promieniowania, podczas gdy do szczytu Mont Blanc 94%, a więc prawie wszystkie długości fal widma słonecznego. Temperatura insolacji według F r a n k l a n d s (według

Schroetera, 1908) podana z trzech stanowisk o różnych wysokościach wskazuje jak duże wartości może ona osiągnąć w wysokich górach:

Witby (Anglia)	20 m nad poziom morza	w słońcu 37,8° w cieniu 32,7°
Pontresina	1800 m „ „ „	w słońcu 44,0° w cieniu 26,5°
Diavolezza	2980 m „ „ „	w słońcu 59,5° w cieniu 6,0°

Silna insolacja zastępuje brak odpowiedniej temperatury powietrza. Mimo zimna rośliny alpejskie szybciej dojrzewają i mimo ich karłowatości mają wygląd bujny. Im wyżej rośliny rosną, tym silniej podlegają działaniu światła bezpośredniego, gdy równocześnie światło rozproszone maleje. Warto tu nadmienić o laboratoryjnych badaniach Björkmana (1942), które wykazały dodatni wpływ bezpośredniego działania światła na rozwój mykorhizy u siewek sosny i świerka. Prawdopodobnie i w rozwoju mykorhizy u roślin alpejskich światło bezpośrednie gra dodatnią rolę.

Ostatnim czynnikiem klimatycznym kształtującym roślinną szatę gór jest wiatr. W Tatrach panują wiatry zachodnie, oraz częste w okresie wiosennym miejscowe wiatry zwane halnymi. Roślinność zielna i niektóre gatunki roślin drzewiastych piętra halnego, jest zbiorowiskiem form przyziemnych i karłowatych (wierzby, jałowce), które silnie rozwiniętymi korzeniami opierają się destruktywnej sile wiatru.

Wielka niekompletność i bardzo krótki okres prowadzenia obserwacji klimatycznych, nie pozwala na wyciągnięcie średnich danych, jednakże możemy orientacyjnie powiedzieć, że w przeciągu okresu wegetacji średnie miesięczne temperatury leżą w granicach od 0,6°C w maju do 15,8°C w lipcu z tym, że cieplejsze są miesiące jesienne (średnie października mniej więcej odpowiadają średnim maja). Różnice temperatur różnych wysokości zaznaczają się wyraźniej w lecie. Średnie czerwca i lipca na Kasprowym Wierchu nie przekraczają 10°, podczas gdy Morskie Oko notuje w tym czasie około 15°C. Hala Gąsienicowa ma stale temperatury niższe od Morskiego Oka szczególnie w lecie, a to z powodu rozległej przestrzeni doliny. Mogą tam wiać silne wiatry, podczas gdy Morskie Oko zamknięte jest w kotle skalnym, którego ściany łatwo się nagrzewają. Zimą różnice temperatur w stosunku do wysokości maleją do minimum

Największe ilości opadów przypadają na miesiące letnie, szczególnie w czerwcu i lipcu. W zależności od wzniesienia nie można stwierdzić większych różnic, jedynie co do rodzaju opadu. Na Kasprowym Wierchu dłużej w ciągu roku pada śnieg lub deszcz ze śniegiem niż w Morskim Oku czy Hali Gąsienicowej.

Powyższe dane w odniesieniu do piętra turni mogą być przyjęte z pewnym zastrzeżeniem, wiadomo bowiem że w tych rejonach amplitudy temperatur dobowych będą nieco większej rozpiętości. Opady będą częstsze, szczególnie jeżeli chodzi o śnieg.

* * *

Przystępując do opracowania fitosocjologicznego podam jedynie krótki własny opis zespołów roślinnych, stanowiących na granicach piętra halne (alpejskie), z których zbierałem materiały korzeniowe. Wyczerpujące dane na ten temat podaje P a w ł o w s k i (1928, 1935).

W piętrze hal i turni, rozwijające się zespoły, zajmują często bardzo niewielkie powierzchnie tuż obok siebie, w zależności od ekspozycji, uwilgotnienia, podłoża skalnego i nasłonecznienia. Na nieustalonym piargu, wśród nagich skał na niewielkich skrawkach namulonej lub nawianej gleby, tworzy się pionierski zespół *Oxyrieto-Saxifragetum* (szczawióra i skalnic). W skład jego wchodzi wiele gatunków, tworząc drobne kępy wśród masy najczęściej ruchomych kamieni lub w szparach i pęknięciach stromych skał. W miejscach, gdzie piarg zaczyna się ustalać, wkraczają rośliny charakterystyczne już dla innych zespołów, stanowiąc przejściową strefę. Często kilka metrów od typowego *Oxyrietum* zwartą murawę tworzą gatunki należące już do *Luzuletum spadiceae* lub *Trifidi-Distichetum*.

Przedstawicieli zespołu szczawióra zebrałem z dwóch stanowisk z Kotła Mięguszwieckiego na stoku północno-wschodnim, przy potoku wśród luźno rozrzuconego piargu, (gleba Nr 2) i najbliższej rosnących zwartych kęp roślin, oraz z Orlej Baszty w szparze skalnej o wystawie północno-wschodniej z kępki kilku zaledwie tam rosnących gatunków.

W najbliższym sąsiedztwie *Oxyrieto-Saxifragetum* często występuje zespół *Luzuletum spadiceae* (kosmatki brunatnej). Spotyka się go na niewielkich przestrzeniach ustalonego wilgotnego piargu, w dość stromych żłebach oraz w zakłębieniach skalnych, gdzie gromadzi się nieco więcej gleby. Obumarłe części bujnie rosnących tu roślin tworzą duże nagromadzenie próchnicy.



Ryc. 3. *Luzuletum spadiceae* przy ścieżce na Świnicę.

Na południowo zachodnim stoku Żabiego (w drodze do przełęczy Białczańskiej) powyżej ostatnich stanowisk kosodrzewiny, która tu dochodzi do 1900 m w wilgotnym żlebie rozrasta się bujnie żywozielona murawa *Luzuletum spadiceae*, wśród której barwne plamy znaczą złote kwiaty kozłowca (*Doronicum Clusii*), goryczki nakrapianej (*Gentiana punctata*) i liczne kępy kosmatki (*Luzula spadicea*). Nieco inaczej rozmieszczony jest zespół *Luzuletum spadiceae* w szczytowych turniach Mnicha. Pod prostopadle spadającymi blokami i niżej na wykształconych półkach o dużym nachyleniu, w niewielkich zakłębieniach skał rosną kępy roślin w wilgotnej i próchnicznej glebie (próbka Nr 3). Na miejscach suchszych występują liczne okazy boimki dwurzędowej (*Sesleria disticha*) co wskazuje na pewną tendencję przejścia do zespołu *Trifidi-Distichetum*, zaś w miejscach gdzie podłożem są drobne ruchome kamyki, występują okazy *Saxifraga carpatica*, wskazujące na skrawki zespołu *Oxyrieto-Saxifragetum*. Trzecim miejscem gdzie zaobserwowałem gatunki charakterystyczne dla *Luzuletum spadiceae* jest południowo wschodni stok od przełęczy Zawrat ku dol. Pięciu Stawów Polskich. Na niewielkiej przestrzeni niezbyt stromego stoku roślinność stanowi dość zwarty kobierzec, z którego kilka gatunków jest przedstawicielami zespołu *Luzuletum spadiceae*. Z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że rośliny porastające ten stok są mieszane i trudno określić typowy zespół. Obok kęp *Luzuletum* znajdują się płaty *Trifidi-Disti-*

chetum, jest to prawdopodobnie przejściowe stadium, w którym zespół sita skuciny opanowuje cały teren, w miarę łagodnienia i osuszania się pochyłości.

Trifidi-Distichetum (zespół sita skuciny), zajmuje największe połacie piętra halnego Tatr granitowych. O ile poprzednio opisane dwa zespoły występują w miejscach, gdzie warunki edaficzno-ekologiczne ulegają dość szybkim zmianom, co powoduje ich przejściowy charakter, zespół *Trifidi-Distichetum* zajmuje rozległe obszary, ponad zasięgiem kosodrzewu na zboczach stosunkowo łagodnych, które zdołał już porośnąć zwarty kobierzec murawy. Gleba jest tu wprawdzie czasem bardzo płytka, ale suchsza i pokrywa prawie całkowicie podłoże skalne.

Najcharakterystyczniejszy obraz tego zespołu spotkałem na przełęczy Białczańskiej (gleba Nr 1). Sam grzbiet przełęczy oraz stok południowo zachodni (strona polska) w suchej płytkiej glebie porasta zwarty kobierzec *Trifidi-Distichetum*, przechodząc niżej przy większej stromości zbocza w zespół *Luzuletum*, który zajmuje strome żlebki osiągając tam maksimum swego rozwoju.

Na stoku od Zawratu warunki rozwoju *Trifidi-Distichetum* już omówiłem, dodać należy jedynie, że jest on bogaty w gatunki *Festuca*, co stanowi prawdopodobnie jeden z wariantów tego zespołu (Pawłowski, 1928).

W miejscach, gdzie mimo łagodności stoku nie zmniejsza się wilgotność, tworzy się wyleżyskowy zespół *Salicetum herbaceae*. Dość duże wyleżysko znajduje się na północno zachodnich stokach Doliny za Mnichem blisko masywu turni Mnicha. Główną masę roślin stanowią tu płożące się wierzby (*Salix herbacea*), szarota (*Gnaphalium supinum*) i rogownica (*Cerastium trigynum*) rosnące w grubym kobiercu mchów.

Osobno należy omówić roślinność jaką zebrałem pomiędzy skalnymi zebrami Wielkiej Buczynowej Turni. Jest to stromy stok, ale gęsto porośnięty, o wystawie południowej. Podłoże stanowi drobny żwir. Prawdopodobnie jest to fragment zespołu *Versicoloreto-Agrostidetum*. Rozwija się on wprawdzie jak podaje Pawłowski (1928) na wilgotnych skałach, ale w miarę rozwoju coraz bardziej zacieśnia swój związek z *Trifidi-Distichetum*. Charakterystyczne dla *Versicoloreto-Agrostidetum* jest występowanie w nim gatunków wapieniolubnych, z których w tym miejscu rosły: *Phyteuma orbiculare*, *Saxifraga aizoon* i *Cerastium lanatum*.

Wśród roślin w opisanych zespołach zebrano kilka rodzajów grzybów kapeluszowych w rzędu *Agaricales*.

W zwartym kobiercu mchów *Salicetum herbaceae* występują masowo okazy *Galera mycenopsis*, drobne grzybki o jasno brązowym kapelusiku na cienkim trzoneczku.

W zielonych kępach *Luzuletum* znaleziono jeden okaz *Amanitopsis vaginata*. Grzyb ten licznie rosnący w naszych lasach znajdowany był na przestrzeni od Arktyki do wysokich szczytów, przy wiecznych śniegach w tropikach.

We wrześniu na grani Wołoszyna wśród zwartej murawy, którą zaliczono do *Trifidi Distichetum*, gdyż skład gatunków roślin i warunki ekologiczne najbardziej odpowiadały temu zespołowi, znaleziono następujące rodzaje grzybów kapeluszowych. *Omphalia scyphoides*, *Omphalia scyphiformis*, *Omphalia umbellifera*, *Russula puelaris* i *Clitocybe laccata*. Dwa ostatnie rodzaje występowały w formach karłowatych np. *Clitocybe laccata*, która w lasach ma przeciętnie rozmiary 2—5 cm średnicy kapelusza oraz trzonek długości 5—15 cm (R i c k e n, 1915), w tych warunkach jest małym grzybkiem długości trzonka 1—2 cm i średnicy kapelusza do 2 cm. Trzy wymienione gatunki rodz. *Omphalia* są bardzo drobnymi grzybkami koloru białego lub lekko żółtawego, których kapelusiki nie dochodzą do 1 cm średnicy, a trzonki są bardzo cienkie długości 1—2 cm. W Tatrach podawano ich stanowiska z doliny Młynicy (*O. scyphoides*) i z nad jeziora Popradzkiego (*O. umbellifera*) (P i l a t, 1936). Czesi podają stanowisko *Omphalia* del. v. *Jaromirova* ze szczytu Garłucha (K v a s, 1951).

Reasumując opis środowisk roślin i grzybów można stwierdzić, że mamy tu do czynienia z kilkoma zespołami, od najbardziej pierwotnego do złożonych, rozwijającymi się w różnych warunkach ekologicznych. Wprawdzie ogólny klimat i podłoże mineralne w przybliżeniu są te same, z drugiej strony jednak wiadomo, że w wysokich górach wchodzi w grę mikroklimat zależny tak bardzo od nasłonecznienia, stromości zboczy, przepływu wody itp. czynników.

*
*
*

U kilku rodzajów roślin alpejskich już dawniej znaleziono i opisano mykorhizę. Ograniczę się tu jedynie do wymienienia roślin głównie rozmieszczonych w piętrze halnym. U *Sesleria* sp. grzyb my-

korhizowy w silnie rozwiniętych korzeniach prawdopodobnie umożliwia szybsze pobieranie wody, zabezpieczając roślinę przed wędnięciem przy dużym wyparowywaniu (S t a h l, 1900).

H e s s e l m a n (1900), badając roślinność Arktyki, stwierdził występowanie mykorhizy ektotroficznej u wszystkich wierzb, między innymi i u gatunków rosnących również w górach (*Salix herbacea*, *Salix reticulata*). Również u *Polygonum viviparum* zauważył przegrzybienie korzonków wyrastających z podziemnej bulwy, stwierdzając typową mufkę mykorhizy ektotroficznej. Zjawisko to występowało tak na roślinach z Arktyki jak i z Alp. Ponadto w rodzajach *Taraxacum* sp. *Arnica alpina* i *Erigeron uniflorus* opisuje występowanie w korzeniach strzępek grzybowych, lecz nie jest pewien, czy jest to mykorhiza endotroficzna. Badania tego autora prowadzone były przeważnie w regionach koła podbiegunowego ale te same gatunki roślin występują w Tatrach, co skłania do przebadania ich mykotropizmu ze stanowiska z wysokich gór.

Zbadany jest również mykotropizm u gatunków goryczek łącznie z gatunkiem *Gentiana bavarica* ze stanowiska 3000 m n.p.m. (S t a h l, 1900). Autor ten przypisuje grzybowi w korzeniach pomocniczą rolę przy pobieraniu soli mineralnych i wody. *Gentiany* posiadają szczupły bilans wodny, brak im włośników, a w liściach mają słabo rozwinięte naczynia. Szczególnie gatunki jednoroczne mają bogatą mykorhizę.

*

*

*

Nim przejdę do omówienia występowania mykorhizy roślin w zebranym materiale, krótko podam metody pracy.

Materiał korzeniowy zbierałem od lipca do września. Korzonki zakonserwowane w alkoholu krajałem na mikrotomie, po uprzednim zatopieniu ich w parafinie. Niektóre preparaty wybarwione zostały dla lepszego uwidocznienia grzyba w tkance korzenia przy pomocy bleu de cotton + safranina w laktofenolu-alkoholu.

W poniżej załączonych tabelach rośliny są uszeregowane według zespołów oraz stanowisk, z których były zebrane. Ten schemat był ułożony w pracy nad mykotropizmem zespołów wydm nadmorskich dając jasny obraz mykotropizmu zespołów.

Zespół	Stanowisko	Gatunek rośliny	Włośniki	Mykorhiza			Uwagi
				Ekto- trof.	Ekto- endotrof.	Endotrof.	
Oxyrieto — Saxifragetum	Kocioł Mięszuszowiecki 2.000 m	<i>Arabis alpina</i>	—	—	—	—	Niewielką przestrzeń ruchomego piargu porastają gatunki charakterystyczne dla <i>Oxyrieto</i> - <i>Saxifragetum</i> ale tuż obok wkracza zwarta murawa z gat. <i>Luzula spadiacea</i> i <i>Gentiana punctata</i> co wskazuje na rozwój <i>Luzuletum spadiaceae</i> .
		<i>Arabis neglecta</i>	+	—	—	—	
		<i>Athyrium alpestre</i>	+	—	—	—	
		<i>Gentiana punctata</i>	—	—	—	+	
		<i>Geum reptans</i>	—	—	—	+	
		<i>Luzula spadiacea</i>	+	—	—	—	
		<i>Lycopodium selago</i>	—	—	—	—	
		<i>Oxyria digyna</i>	—	—	—	—	
		<i>Poa alpina</i> v. <i>vivipara</i>	—	—	—	+	
		<i>Ranunculus alpestris</i>	—	—	—	+	
		<i>Ranunculus montanus</i>	—	—	—	+	
		<i>Rhodiola rosea</i>	—	—	—	—	
		<i>Saxifraga androsacea</i>	+	—	—	+	
		<i>Saxifraga bryoides</i>	—	—	—	+	
		<i>Saxifraga carpatica</i>	+	—	—	—	
		<i>Salix Kitaibeliana</i>	—	+	—	—	
	Orla Baszta 2180 m	<i>Arabis neglecta</i>	+	—	—	—	Mała kępa roślin w szparze pionowych ścian po północnej stronie skały.
		<i>Dianthus glacialis</i>	+	—	—	—	
		<i>Ranunculus glacialis</i>	—	—	—	+	
		<i>Saxifraga bryoides</i>	—	—	—	+	
Luzuletum spadiaceae	Stok od prz. Białczańskiej 1950 m	<i>Anemone narcissiflora</i>	—	—	—	+	Bujna kępa roślinności w płytkim wilgotnym żlebie, spadającym stromo do pierwszych stanowisk kosostrzewu.
		<i>Cerastium fontanum</i>	+	—	—	—	
		<i>Doronicum Clusii</i>	—	—	—	+	
		<i>Ligustricum mutellina</i>	—	—	—	+	
		<i>Luzula spadiacea</i>	+	—	—	—	
		<i>Lycopodium selago</i>	+	—	—	—	
		<i>Myosotis alpestris</i>	+	—	—	+	
		<i>Ranunculus montanus</i>	—	—	—	+	
		<i>Salix herbacea</i>	—	+	—	—	
		<i>Soldanella carpatica</i>	+	—	—	+	
		<i>Sedum alpestre</i>	—	—	—	—	
		<i>Veratrum Lobelianum</i>	+	—	—	+	
		<i>Veronica alpina</i>	+	—	—	+	
	Szczyt tur. Mnicha	<i>Doronicum Clusii</i>	—	—	—	+	Niewielkie zagłębienie oraz najbliższe półki skalne. Występowanie <i>Sesleria</i> świadczy o przejściu do zesp. <i>Trifidi-Distichetum</i> , zaś gat. <i>Saxifraga carpatica</i> do zesp. <i>Oxyrieto-Saxifragetum</i> .
		<i>Gentiana frigida</i>	—	—	—	+	
		<i>Gentiana punctata</i>	—	—	—	+	
		<i>Festuca supina</i>	—	—	—	+	
		<i>Festuca supina</i> v. <i>vivipara</i>	—	—	—	+	
		<i>Luzula spadiacea</i>	+	—	—	—	
		<i>Polygonum bistorta</i>	—	—	—	+	

Zespół	Stanowisko	Gatunek rośliny	Włośniki	Mykorhiza			Uwagi
				Ektotrof.	Ekto-endotrof.	Endotrof.	
Luzuletum spadiceae	Szczyt tur. Mnicha	<i>Poa laxa</i>	—	—	—	—	
		<i>Primula minima</i>	+	—	—	+	
		<i>Saxifraga carpatica</i>	—	—	—	+	
		<i>Sesleria disticha</i>	—	—	—	+	
		<i>Soldanella carpatica</i>	+	—	—	+	
		<i>Veratrum Lobelianum</i>	—	—	—	+	
	Zawrat	<i>Solidago virga aurea</i>	+	—	—	+	
		<i>Taraxacum alpinum</i>	—	—	—	+	
		<i>Thymus alpestris</i>	+	—	—	+	
Trifidi — Distichetum	Przełęcz Białczańska 2080 m	<i>Avena versicolor</i>	+	—	—	+	Typowo rozwinięty zespół z dużą ilością kęp <i>Juncus trifidus</i> i <i>Sesleria disticha</i> .
		<i>Campanula alpina</i>	+	—	—	+	
		<i>Carex sempervirens</i>	—	—	—	—	
		<i>Chrysanthemum alpinum</i>	—	—	—	+	
		<i>Festuca supina</i>	+	—	—	+	
		<i>Geum montanum</i>	—	—	—	+	
		<i>Hieracium alpinum</i>	—	—	—	+	
		<i>Juncus trifidus</i>	+	—	—	+	
		<i>Pedicularis verticillata</i>	—	—	—	—	
		<i>Pedicularis Oederi</i>	—	—	—	—	
		<i>Potentilla aurea</i>	—	—	—	+	
		<i>Polygonum viviparum</i>	—	—	—	+	
		<i>Primula minima</i>	+	—	—	+	
		<i>Pulsatilla alpina</i> ssp. <i>alba</i>	—	—	—	+	
		<i>Saxifraga moschata</i>	+	—	—	+	
		<i>Sesleria disticha</i>	—	—	—	+	
		<i>Sempervivum montanum</i>	—	—	—	—	
	Zawrat	<i>Silene acaulis</i>	—	—	—	+	Jest to prawdopodobnie jeden z wariantów zespołu z przewagą rodz. <i>Festuca</i> .
		<i>Vaccinium vitis idaea</i>	—	—	—	+	
		<i>Aconitum firmum</i>	+	—	—	+	
		<i>Agrostis rupestris</i>	+	—	—	+	
		<i>Anthoxanthum odoratum</i>	—	—	—	+	
		<i>Epilobium anagallidifolium</i>	+	—	—	+	
		<i>Festuca picta</i>	+	—	—	+	
		<i>Festuca supina</i>	—	—	—	+	
		<i>Gnaphalium supinum</i>	—	—	—	+	
		<i>Poa alpina</i> v. <i>vivipara</i>	+	—	—	+	
		<i>Phleum alpinum</i>	+	—	—	+	
		<i>Silene acaulis</i>	+	—	—	+	
		<i>Viola biflora</i>	+	—	—	+	

Zespół	Stanowisko	Gatunek rośliny	Włośniki	Mykorrhiza			Uwagi
				Ekto'rof.	Ekto-endotrof.	Endotrof.	
Salicetum herbaceae	Wyleżysko pod Mnichem 1900 m	<i>Chrysanthemum alpinum</i>	—	—	—	+	Rodzaje <i>Salix</i> i <i>Gnaphalium</i> stanowią większość pozostałe rodzaje rosną jako nieliczne egzemplarze na suchszym miejscu. Wśród płożących się wierzb gęsto zalega darnń mchów.
		<i>Geum montanum</i>	—	—	—	+	
		<i>Gnaphalium supinum</i>	—	—	—	+	
		<i>Homogyne alpina</i>	—	—	—	+	
		<i>Hieracium alpinum</i>	—	—	—	+	
		<i>Ligusticum mutellina</i>	—	—	—	+	
		<i>Lycopodium selago</i>	—	—	—	—	
		<i>Poa laxa</i>	—	—	—	+	
		<i>Polygonum viviparum</i>	—	—	—	+	
		<i>Ranunculus montanus</i>	—	—	—	+	
		<i>Salix herbacea</i>	—	—	+	—	
		<i>Taraxacum nigricans</i>	—	—	—	+	
Versicoloreto — Agrostidetum	Buczynowa Turnia	<i>Agrostis rupestris</i>	+	—	—	+	Bogactwo gat. rosnących na niewielkiej przestrzeni, występowanie gat. wapieniolubnych, przemawia za zaliczeniem tego fragmentu do zespołu <i>Versicoloreto</i> - <i>Agrostidetum</i> .
		<i>Adenostyles alliariae</i>	+	—	—	+	
		<i>Alchemilla firma</i>	—	—	—	—	
		<i>Bartsia alpina</i>	—	—	—	—	
		<i>Calamagrostis villosa</i>	+	—	—	+	
		<i>Campanula rotundifolia</i> v. <i>Kladniana</i>	+	—	—	+	
		<i>Coeloglossum viride</i>	—	—	—	—	
		<i>Cerastium lanatum</i>	+	—	—	—	
		<i>Erigeron uniflorus</i>	—	—	—	+	
		<i>Hieracium alpinum?</i>	—	—	—	+	
		<i>Hieracium Ullepitschii</i>	—	—	—	+	
		<i>Juniperus nana</i>	—	—	—	+	
		<i>Parnassia palustris</i>	—	—	—	+	
		<i>Phyteuma orbiculare</i>	+	—	—	+	
		<i>Saussurea pygmaea</i>	—	—	—	+	
		<i>Saxifraga aizoon</i>	—	—	—	+	
		<i>Saxifraga Baumgartenii</i>	—	—	—	+	
		<i>Saxifraga oppositifolia</i>	—	—	—	+	
		<i>Sweetia perennis</i>	+	—	—	+	
		<i>Senecio subalpinus</i>	—	—	—	+	

Z tabelarycznego zestawienia mykotrofizmu badanej roślinności można wyciągnąć ogólne następujące wnioski:

Zespół *Oxyrieto-Saxifragetum* posiada 49,5% roślin mykotroficznych.
Zespół *Luzuletum spadiceae* posiada 79,34% roślin mykotroficznych.
Zespół *Salicetum herbaceae* posiada 91,40% roślin mykotroficznych.
Zespół *Trifidi-Distichetum* posiada 83,40% roślin mykotroficznych.
Zespół *Versicoloretum-Agrostidetum* posiada 85,0% roślin mykotroficznych.

Przedstawiciele rodzin *Cruciferae* i *Cyperaceae* zgodnie z badaniami innych autorów należą do roślin autotroficznych.

Z rodziny *Juncaceae* uważanej również za autotroficzną *Juncus trifidus* wykazuje mykorhizę endotroficzną.

W gatunku *Polygonum viviparum* stwierdziłem mykorhizę endotroficzną, co nie zgadza się z badaniami H e s s e l m a n a (1900) znajdującego u tej rośliny mykorhizę ektotroficzną, natomiast potwierdza zdanie S t a h l a (1900).

Nie znalazłem przegrzybienia korzeni u rodzajów *Pedicularis* i *Bartsia* z rodziny *Scrophulariaceae*; *Cerastium* i *Dianthus* z rodziny *Caryophyllaceae*; oraz *Rhodiola rosea*, *Sedum alpestre*, *Sempervivum montanum* z rodziny *Crassulaceae*. S t a h l (1900), oraz A s a i (1934) podają *Sedum maximum*, *Sedum oryzifolium* i *Sedum Kamtschaticum* jako rośliny mykotroficzne.

Pozostałe rośliny niemykotroficzne w badanym materiale to: *Athyrium alpestre*, *Lycopodium selago*, oraz *Oxyria digyna*.

Bardzo wiele roślin posiada korzenie bez włośników, szczególnie wśród roślin mykotroficznych.

Wszystkie pozostałe gatunki tworzą mykorhizy, często bardzo liczne, typu tolypofagicznego.

W korzeniach roślin zebranych w lipcu przegrzybienie widoczne jest w postaci szarozielonej masy strawionych strzępek. W korzeniach zebranych w sierpniu i wrześniu często spotykałem całe niestrawione strzępki. Wnioski na ten temat podaję w dalszej części pracy.

Obecnie przejdę do zestawienia stopnia przegrzybienia rodzajów i gatunków występujących w różnych zespołach.

Stan przedstawia załączona tabela:

Zestawienie stopnia przegrzybienia rodzajów i gatunków roślin w różnych zespołach roślinnych

Rodzaj i gatunek	Zespół roślin.				
	Oxyrieto-Saxifragetum	Luzuletum spadiceae	Salicetum herbaceae	Trifid-Distichetum	Versicoloret-Agrosid.
	Stopień przegrzybienia korzeni				
<i>Agrostis rupestris</i>				+	+
<i>Campanula rotundifolia</i> v. <i>Kladniana</i>					++
<i>Campanula alpina</i>				+	
<i>Cerastium fontanum</i>		—			
<i>Cerastium lanatum</i>					—
<i>Chrysanthemum alpinum</i>			++	++	
<i>Festuca picta</i>				+++	
<i>Festuca supina</i>		++		+++	
<i>Festuca supina</i> v. <i>vivipara</i>		++			
<i>Gentiana frigida</i>		++			
<i>Gentiana punctata</i>	++	+++			
<i>Geum montanum</i>			+++	+	
<i>Gnaphalium supinum</i>			++	+	
<i>Hieracium alpinum</i>			+++		++
<i>Ligusticum mutellina</i>		+++	+++		
<i>Luzula spadicea</i>	—	—			
<i>Lycopodium selago</i>	—	—	—		
<i>Poa alpina</i> v. <i>vivipara</i>	++			+	
<i>Poa laxa</i>		—			
<i>Polygonum viviparum</i>			+	+	
<i>Primula minima</i>		+		++	
<i>Ranunculus alpestris</i>	++				
<i>Ranunculus glacialis</i>	+				
<i>Ranunculus montanus</i>	+++	+++	+++		
<i>Salix herbacea</i>		+++	++		
<i>Salix Kitaibeliana</i>	+				
<i>Saxifraga aizoon</i>					
<i>Saxifraga androsacea</i>	+				+
<i>Saxifraga Baumgartenii</i>					
<i>Saxifraga bryoides</i>	+				+
<i>Saxifraga carpatica</i>	—	+			
<i>Saxifraga moschata</i>				++	
<i>Saxifraga oppositifolia</i>					+
<i>Sesleria disticha</i>		+		++	

— brak mykorhizy

+ mykorhiza bardzo słaba

++ mykorhiza wyraźna i częsta

+++ bardzo silne przegrzybienie korzeni

Gatunki zestawione wykazują następujące warianty przegrzybienia, albo w jednym zespole są mykotroficzne, a w innym sterylne. albo wykazują jednakowy stopień przegrzybienia, lub w jednym zespole są słabo, a w innym bardzo silnie przegrzybione. Wreszcie istnieją takie, które we wszystkich zespołach wykazują jednakowo silne przegrzybienie.

Z tego można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Gatunki grzybów w różnych zespołach roślin alpejskich są różne i dzięki temu pewne rośliny zielone w jednym zespole spotykają symbionta, a w drugim obywać się muszą bez niego np. *Poa laxa* i *Saxifraga carpatica*. *Poa laxa* jest dobrym wskaźnikiem do wnioskowania, gdyż tworzy ona w zespołach masowe skupienia.

2. Nierównomierne przegrzybienie w różnych zespołach u tego samego gatunku, może mieć różne powody, od warunków ekologicznych począwszy, a skończywszy na różnorodnym dobieraniu się symbiontów.

3. Z jednakowego nasilenia przegrzybienia korzeni w różnych zespołach i to czasem bardzo silnego u pewnych gatunków roślin zielonych np. *Ranunculus montanus*, można wnosić o wielkiej możliwości dostosowywania się symbiontów do różnych warunków bytu.

4. Z omawianej tabeli wynika jednak ogólny wniosek, że nasilenie przegrzybienia korzeni nie jest zależne od zespołu roślinnego, natomiast procent roślin mykotroficznych bezwzględnie najniższy jest w zespołach pionierskich (*Oxyrieto-Saxifragetum*).

5. Zespoły zawierające gatunki drzewiaste (karłowate) np. *Salicetum herbaceae* wykazują wyższy procent mykotrofizmu, niż te w których skład wchodzi jedynie rośliny zielne.

* * *

W tkance korzeni kilku badanych roślin spotkałem wśród całych niestrawionych strzępek charakterystyczne pęcherzykowate nabrzmienia opisane w literaturze jako *vesiculae*.

Nim podam ich dokładny opis przytoczę dane z literatury na ten temat.

Mc Luckie i A. Burges (1932) opracowując mykorhizę u rodziny *Rutaceae* a w szczególności u *Eriostemon Croveii* opisywali mykorhizę endotroficzną typu thamniskofagicznego z charakterystycznymi arbuskulami, w których tworzyły się sporangiole. Między sporangiolami trafiały się strzępki rozdęte na szczycie albo pośrodku, tworząc charakterystyczne pęcherzyki (*vesiculae*), występujące za-

równow wewnątrz światła komórek, jak i w przestworach międzykomórkowych. Niektóre z nich tworzące się ze strzępek, leżących między błonami komórkowymi, rozpychały czynnie i deformowały sąsiadujące komórki. Pęcherzyki powstawały albo pojedynczo, albo gromadnie i nie były odgródzone przegrodami poprzecznymi od strzępek; wykazywały silną wakuolizację, zawierały jądra, plazmę i materiały zapasowe.

L i h n e l l (1939) bardzo podobne pęcherzyki opisał w mykorhizie endotroficznej *Juniperus communis*. Zaobserwował on, że na granicy między strzępką i pęcherzykiem istnieje silne nabrzmienie błon, które wybitnie zwięża łączność. Zawartość pęcherzyka składa się z gęstej ziarnistej plazmy i masy jąder. Prócz tego znajdował krople tłuszczu, glikogen oraz mniej lub więcej wakuol, chociaż były także pęcherzyki zupełnie puste. Według niego pęcherzyki występowały cały rok bez przerwy.

Starsi autorowie uważali je za oogonia, sporangia lub chlamydospory.

G a l l a u d (w/g L i h n e l l a, 1939) uważa pęcherzyki za organy spichrzujące. Starał się on znaleźć jakieś dowody cytologiczne dla wyjaśnienia znaczenia pęcherzyków. Nie znalazłszy wskazówek, które by upoważniały do tego, że pęcherzyki w mykorhizie



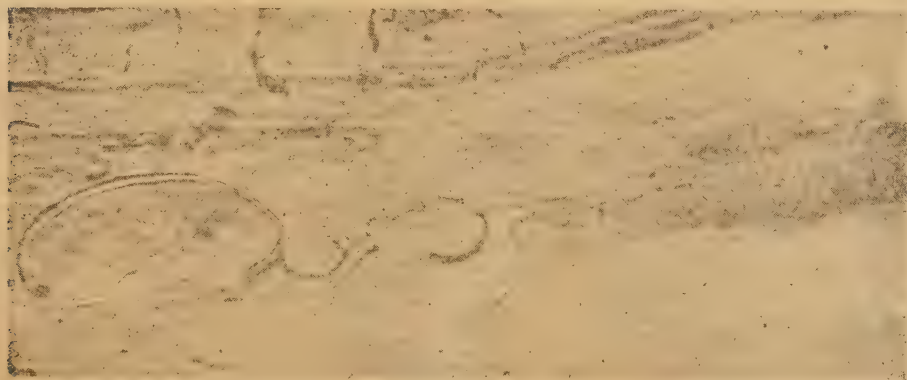
Ryc. 4. Przekrój podłużny korzonka *Ranunculus montanus*. Masowo występujące pęcherzyki w mykorhizie endotroficznej. Pow. 440 X

jałowca są sporangiami, skłania się do poglądu, że są to organy spichrzujące, do czego wskazówkę znajduje w zmieniającej się ilości zawartości ich wnętrza. Według niego zwakuolizowane puste pęcherzyki powstają wtedy, gdy grzyb resorbuje materiały rezerwowe.

W badaniach moich podobne organy znalazłem u następujących gatunków: *Ranunculus montanus* z zespołu *Luzuletum spadiaceae*, *Taraxacum nigricans* również z tego zespołu, *Pulsatilla alba* z zespołu *Trifidi-Distichetum*, *Erigeron uniflorus* i *Campanula rotundifolia* v. *Kladniana* z zespołu *Versicoloreto-Agrostidetum*.

Z zestawienia tego jak i z danych z literatury wynika, że pęcherzyki pojawiają się w mykorhizach u różnych gatunków w bardzo różnych warunkach ekologicznych i fitosocjologicznych, a mimo to są zjawiskiem bardzo rzadkim.

U roślin badanych przeze mnie pęcherzyki występowały masowo (ryc. 4) w typie mykorhizy tolypofagicznej. Jak z załączonych zdjęć (ryc. 5 i 7) wynika pęcherzyki mogą powstawać nie tylko na zakończeniach strzępek, lecz również interkalarnie. Bywają puste i wypełnione substancją ziarnistą z wakuolami. Ryc. 6 przedstawia charakterystyczny typ pęcherzyka wypełnionego substancją ziarnistą. Ryc. 9 przedstawia przekrój poprzeczny pęcherzyka z centralną wakuolą. Nie zawsze przejście z pęcherzyka do strzępki jest wąskie jak to opisuje L i h n e l l (1939), na ryc. 6 i 8 widać, że łączność ze strzępką jest swobodna. Pęcherzyki nie hamują dalszego wzrostu strzępki na długość, może ona wytworzyć uwypuklenie i rozwijać się w dalszym ciągu. Obserwacje mikroskopowe nie dały dowodu, który tłumaczyłby znaczenie pęcherzyków jako organów rozrodczych w życiu grzyba. Od sporangiów, chlamydospor i oogoniów różnią się



Ryc. 5. Przekrój podłużny korzonka *Ranunculus montanus*. Fragment strzępki tworzącej pęcherzyki na całej swej długości. Pow. 950 X

one brakiem odseparowania od grzybni wegetatywnej przegrodą poprzeczną, co ma miejsce nawet u klasy *Phycomycetes*, nie tworzącej przegród poprzecznych w strzępkach wegetatywnych. Wewnątrz pęcherzyków nie wykryłem nigdy śladu podziału na ewentualne zoospory, lub innego typu endospory. Zawartość pęcherzy robi wrażenie raczej nagromadzonych materiałów zapasowych. Dla tego we wniosku moim skłaniam się do poparcia poglądu Gallaud i Lihnella.



Ryc. 6. Przekrój podłużny korzonka *Ranunculus montanus*. Pęcherzyk na końcu strzępki wypełniony ziarnistością. Pow. 950 $\times$

Jaki ewentualny zysk mogłaby mieć z tych organów roślina zielona, nie trudno jest przypuszczać z obrazów nawpół strawionych pęcherzyków w komórkach warstwy trawiennej, gdzie po rozpuszczeniu błon komórkowych przedstawiają one różne stadia rozkładu i zużycia. Wynikałoby więc, że są one nie tylko materiałem zapasowym dla grzyba, lecz i dla rośliny zielonej. Mykorhizy z pęcherzykami znalazłem jedynie u roślin trwałych i to w drugiej połowie sezonu wegetacyjnego, kiedy rośliny te przygotowywały się już do okresu spoczynku. Niektóre z nich zebrane w lipcu a więc na początku okresu wegetacyjnego, z tych samych zespołów roślinnych nie wykazywały pęcherzyków w korzeniach, jedynie mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego.

Wytwarzanie pęcherzyków jak gdyby na okres spoczynku, składnia do przypuszczenia, że są one miejscem nagromadzenia materiałów zapasowych, które w ostrym klimacie górskim w krótkim okresie bezmroźnym pozwolą na gwałtowne rozwinięcie energii, przy wydaniu kwiatów i nasion w przyszłym sezonie wegetacyjnym. Szczegółowsze potraktowanie mykorhizy z pęcherzykami i zilustrowanie rycinami spowodował fakt, że zjawisko to jest bardzo mało znane, a w Polsce po raz pierwszy opisane.



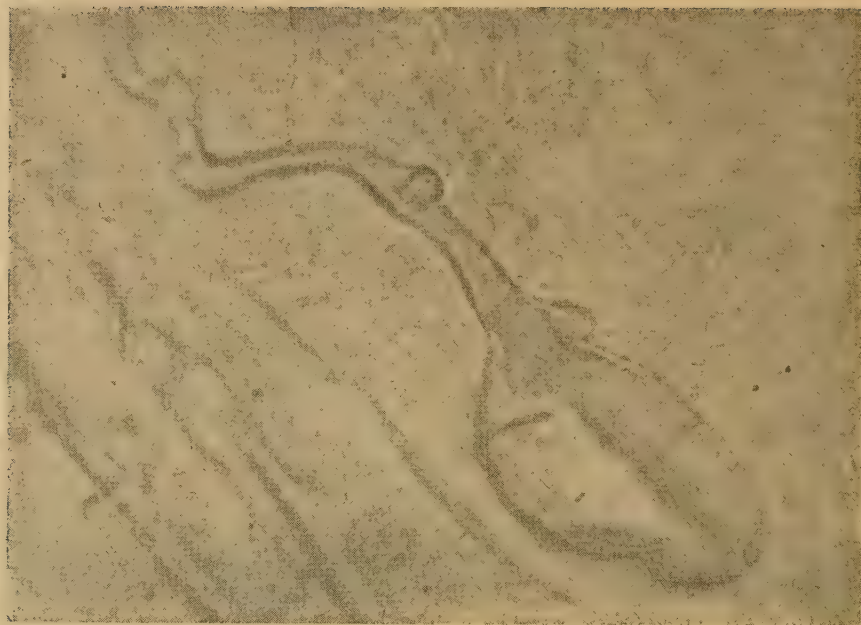
Ryc. 7. Przekrój podłużny korzonka *Ranunculus montanus*. Fragmenty strzępek z pęcherzykami. Pow. 950 ×

* * *

W zakończeniu przytoczę kilka uwag na temat porównania zespołów alpejskich z zespołami wydym nadmorskich. Jak podałem na wstępie pracy w obu wypadkach mamy do czynienia z zespołami pionierskimi *Oxyrieto-Saxifragetum* w Tatrach i *Ammophiletum arenariae* nad brzegiem morza.

Różnice między tymi zespołami są następujące:

W górach: Gleba próchnicza z wielką ilością nie rozłożonych części roślinnych, leżąca bardzo płytką warstwą na skalnym podłożu, duża ilość rozpuszczalnych soli mineralnych, pH = 4,0—4,5, bardzo silne promieniowanie słoneczne, niskie ciśnienie i niska temperatura.



Ryc. 8. Przekrój podłużny korzonka *Ranunculus montanus*. Pęcherzyk na końcu strzępki, oraz dwa uwypuklenia boczne. Pow. 950 $\times$

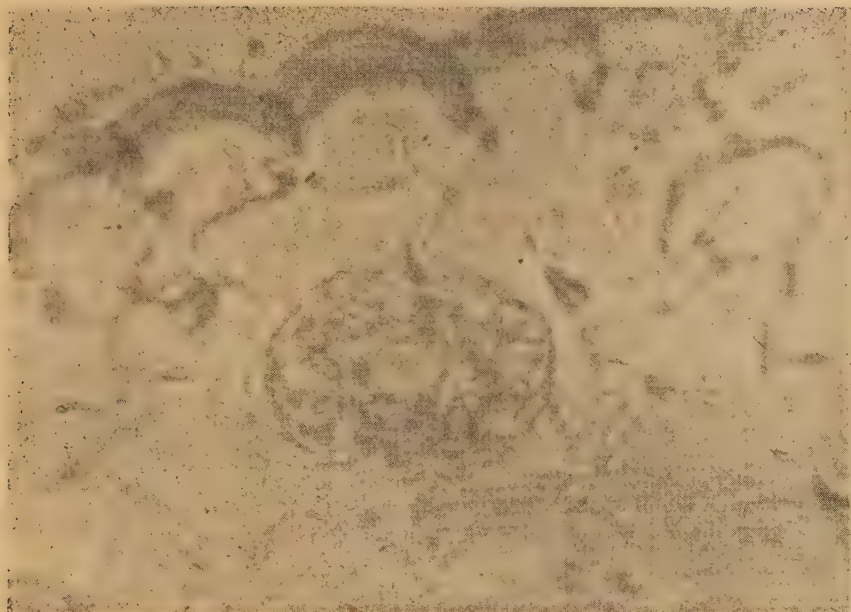
Na przedniej wydmy: Sypki piasek bez śladu próchnicy, nawiewany olbrzymimi masami na stanowiska roślin, mało soli mineralnych, $\text{pH} = 6,5\text{--}7,0$, słabsza intensywność widma słonecznego (po przejściu przez grubą warstwę atmosfery) i nie tak duże skoki temperatury.

W obu zespołach natomiast podłoże jest silnie wypłukiwane i stosunkowo ubogie w azot. Na wydmy prawie zupełny brak tego pierwiastka, w glebie górskiej jest go wprawdzie więcej, ale w stosunku do nagromadzonej tu próchnicy jest też w małej ilości.

Zespół wydmy przedniej składa się całkowicie z roślin autotroficznych za wyjątkiem wierzby. Zespół z luźnych piargów jest w 49% mykotroficzny.

Gdy porównamy zespoły bardziej złożone, to przekonamy się, że w wydmach dalszych od brzegu w prawie identycznych warunkach glebowych, przegrzybienie korzeni roślin było prawie tak częstym zjawiskiem jak i w zespole z luźnych piargów.

Różnice w nasileniu mykorhizy zespołów pionierskich i ustalonych można uzależnić od ilości próchnicy. Tam, gdzie tworzy się duża jej ilość i składa się z części niezhumifikowanych, przy silnej kwasowości aktualnej ($\text{pH} = 4,0\text{--}4,5$), rozwija się mykorhiza obficie



Ryc. 9. Fragment poprzecznego przekroju korzonka *Ranunculus montanus* z pęcherzykiem wypełnionym ziarnistością. Pow. 950 X

W wypadku zespołu pionierskiego albo w ogóle jest zbyt mała ilość gleby, a w tym i próchnicy, albo w ogóle brak próchnicy, jak to ma miejsce na przedniej wydmy i mykorhiza jest zjawiskiem rzadszym w porównaniu z zespołami złożonymi.

Innym czynnikiem warunkującym powstawanie związku rośliny z grzybem jaki nasuwa się po tych rozważaniach jest to, że w środowisku gdzie bardzo szybko i często zmienia się struktura samego podłoża glebowego (nawiewanie przez wiatr lub zmywanie wodą) nie może rozwinąć się to współzycie. Z chwilą gdy gleba się ustala, wszystko jedno czy to będzie piasek wydmy wzbogacony niewielką ilością próchnicy, czy gleba skalnej półki, tworzy się mykorhiza.

Możnaby jeszcze uzależnić tworzenie mykorhizy od światła. B j ö r k m a n (1942) jak już wspomniałem, stwierdził korzystną zależność przegrzybienia korzeni od siły oświetlenia. Brał on jednak pod uwagę oświetlenie lub ocienienie, nie badając składu widma słonecznego. Porównanie pionierskich zespołów wydmy, rosnących w pełnym oświetleniu widma światła słonecznego nad poziomem morza (przeciętne przegrzybienie 46%) i pionierskich zespołów wysokogórskich (przeciętne przegrzybienie 85%) pozostających pod działaniem przede wszystkim promieni krótkich ultrafioletowych, wska-

zuje na to, że promienie ultrafioletowe prawdopodobnie korzystnie wpływają na rozwój mykorhizy.

Wnioski te wymagają jednak dalszych i szerszych badań. Może przy dalszych pracach nad mykotrofizmem roślinności gór będzie można dojść do pewniejszych rezultatów.

S t r e s z c z e n i e

1. Roślinność piętra hali turni w Wysokich Tatrach rozwija się na półkach skalnych, w szczelinach lub na stokach, gdzie podłoże skalne pokryte jest cienką warstwą gleby.

2. Gleba jest bogata w próchnicę z dużą ilością szczątków organicznych nieszczumifikowanych, silnie przepłukiwana, o wysokiej kwasocie ($\text{pH} = 4,1\text{—}4,8$). Azot znajduje się w postaci amoniakalnej lub organicznie związanej, gdyż przy tak silnym zakwaszeniu nie przebiegają procesy nitryfikacyjne.

3. Klimat charakteryzuje się przeciętną roczną temperaturą około 0°C oraz dużą ilością opadów w okresie wegetacyjnym.

4. Zbadane zespoły twczą roślinność piętra hal ponad granicą kosodrzewiny, począwszy od najbardziej pionierskiego *Oxyrieto-Saxifragetum*, do *Trifidi-Distichetum* zajmującego najrozleglejsze przestrzenie.

5. Wśród zespołów roślinnych hal znaleziono następujące gatunki grzybów kapeluszowych: *Omphalia scyphoides*, *Omph. scyphiformis*, *Omph. umbellifera*, *Russula puellaris*, *Clitocybe laccata*, *Amanitopsis vaginata* i *Galera mycenopsis*.

6. Prawie wszystkie przebadane rośliny tworzą mykorhizę. Zespoły bardziej złożone wykazują od 79% do 91% mykotroficzności, za wyjątkiem *Oxyrieto-Saxifragetum*, w którym przeważa procent roślin autotroficznych.

7. Opracowano szczegółowo rzadką formę mykorhizy endotroficznej, gdzie strzępki grzyba tworzą charakterystyczne pęcherzyki (*vesiculae*) opisane jako organy spichrzujące.

8. W zespole *Oxyrieto-Saxifragetum* stwierdzono prawie taki sam procent roślin mykotroficznych, jak w pionierskich zespołach wydm nadmorskich.

9. Z pracy niniejszej jak i z pracy o wydmach nadmorskich można wnioskować, że występowanie mykorhizy jest uzależnione od ustalenia się gleby, od nagromadzenia się próchnicy, od ustalenia się równowagi życiowej zespołu, oraz od składu promieniowania widma słonecznego.

Niech mi wolno będzie na tym miejscu złożyć gorące podziękowanie Panu Prof. dr Tadeuszowi D o m i n i k o w i za wybór tematu, udzielanie wielu cennych rad i pomoc w czasie pracy.

Panu Prof. dr Bogumiłowi P a w ł o w s k i e m u za skorygowanie części fitosocjologicznej, udostępnienie swoich publikacji nad zespołami roślin tatrzańskich, oraz za cenne rady i pomoc.

Panu Prof. dr Józefowi M a d a l s k i e m u za korzystanie z jego prywatnej biblioteki.

Dziękuję również moim drogim koleżankom i kolegom, asystentom Zakładu Fitopatologii i Ochrony Roślin Uniwersytetu Wrocławskiego, za przyjacielską i bezinteresowną pomoc jakiej udzielali mi, czy to przy zbiorach materiałów w terenie, czy w pracy laboratoryjnej.

S U M M A R Y

1. The alpine and subnivale vegetation of the High Tatra is developed on rocky shelves, slopes or clefts covered with a thin layer of soil.

2. The soil is rich in humus with a great amount of non-humified plant remains, and very acid (pH — 4,1—4,8). Nitrogen is here in form of ammonium — or organic compounds because at so high acidity nitrification does not take place.

3. The climate is characterized by an average annual temperature of 0°C and by a great amount of rain (sometimes snow) during the vegetation period.

4. The plant associations investigated by the author upon their mycotrophy belong to the alpine vegetation above the *Pinus mughus* line, ranging from the pioneering association *Oxyrieto-Saxifragetum* to the most widely distributed — *Trifidi-Distichetum*.

5. The following mushroom species were found by the writer within the plant association of the alpine region: *Ompalia scyphoides*, *Omph. scyphiformis*, *Omph. umbellifera*, *Russula puellaris*, *Clitocybe laccata*, *Amanitopsis vaginata*, *Galera mycenopsis*.

6. Almost all investigated plants form mycorrhiza. More composed associations, except *Oxyrieto-Saxifragetum*, show 79% to 91% of mycotrophic species. The last mentioned association is characterized by the dominancy of non-mycotrophic components.

7. A rare form of endotrophic mycorrhiza has been described, by the writer, in which fungus hyphae form characteristic vesicles considered as storage organs.

8. The *Oxyrieto-Saxifragetum* association shows nearly the same percentage of mycotrophic species as found by the author in some pioneering associations of seaside sandhills.

9. The author concludes that the mycorrhiza occurs most abundantly on the places where the soil is stabilized and contains much humus substances, where the life conditions of plant association are well balanced, finally, on places where the sun spectrum is rich in ultraviolet rays.

LITERATURA

1. Arcularius J. 1928. Zytologische Untersuchungen an einigen endotrophen Mykorrhizen. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Jena B. 74.
2. Asai T. 1934. Über das Vorkommen und die Bedeutung der Wurzelpilze in den Landpflanzen. Mitteilungen aus dem botanischen Laboratorium der Höheren Schule zu Kumamoto.
3. Björkman E. 1942. Om Mykorrhizas Utbildning hos Talla och Granar, Odlade i Näringsrika Jordar vid Olika Kvävetillförsel och Ljustillgång. Meddelanden Från Stat. Skogsförsöksanstalt. Häfte 32. Nr 2.
4. Björkman E. 1942. Über die Bedingungen der Mykorrhiza-Bildung bei Kiefer und Fichte. Symbolae Bot. Upsalienses VI Uppsala.
5. Dominik T. 1951. Mykorrhiza. Warszawa.
6. Dominik T. 1951. Badanie mykotrofizmu wydmy nadmorskich i śródlądowych (praca zbiorowa). Acta Soc. Bot. Pol. 21, 125—164.
7. Harley J. L. 1948. Mycorrhiza and soil ecology. Biological Review of the Cambridge Philosophical Society April v. 23, Nr 2.
8. Hesselman H. 1900. Om Mykorrhizabildningar hos Arktiska Växter Bihang Till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar Bd 26 Stockholm.
9. Jacewski A. 1933. Osnovy Mykologii Leningrad.
10. Kvas J. 1951. Houbař ve Vysokých Tatrách. Mykologický sborník Českoslovenic 1—3.
11. Lihnell D. 1939. Untersuchungen über die Mykorrhizen und die Wurzelpilze von Juniperus communis. Symbolae Bot. Upsalienses III Uppsala.
12. McLuckie and A. Burges. 1932. Mycotrophism in the Rutaceae. The Mycorrhiza of Eriostemon Crolei F. v. M. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales, Vol. (57), Parts 5—6, str. 291—312.
13. Michalik A. 1950. Utwory przed permskie. Geologia Regionalna Polski, t. I, Karpaty.
14. Palla 1897. Atlas der Alpenflora. Graz.
15. Pawłowski, Sokołowski, Wallisch. 1928. Zespoły roślin w Tatrach część VII. Zespoły roślinne i flora doliny Morskiego Oka Rozprawy wydz. mat.-przyr. P.A.U. tom LXVII Ser. A/B Kraków.
16. Pawłowski B. 1928. Elementy geograficzne i pochodzenie flory Tatrzańskiego piętra turniowego. Rozprawy wydz. mat.-przyr. P.A.U. tom 68. Kraków.
17. Pawłowski B. 1930. Maksima wysokościowa kilkudziesięciu roślin tatrzańskich. Spraw. Kom. Fizjog. P.A.U. tom LXV.

188. P a w ł o w s k i B. 1935. Über die Klimaxassociation in der alpinen Stufe der Tatra. Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences et des Lettres Serie B.
19. P i l a t A. 1936. Atlas des Champignons de l'Europe. Serie A Omphalia Fascicule 1—8. Praha.
20. R i c k e n A. 1915. Die Blätterpilze (Agaricaceae), Leipzig.
21. S c h r o e t e r 1908. Das Pflanzenleben der Alpen, Zürich.
22. T u r n a u - M o r a w s k a M. 1935. Z mikrogeologii trzonu krystalicznego Tatr. Kosmos. Seria A.
23. W ą s o w i c z T. 1933. Badania nad glebami górskimi P.A.U. Prace Rolniczo Leśne Nr 7. Kraków.
24. W ł o d e k J., R a l s k i E. 1928. Dalsze badania nad kwasotą gleb tatrzańskich. P.A.U. Kraków.

Dynamika rozwojowa mykorhizy u topinambura i słonecznika

Untersuchungen über die Entwicklung der Helianthus-Mykorrhizen.

STANISŁAWA CZAPLIŃSKA

(Wpłynęło dn. 31. III. 52 r.)

Do roślin uprawianych w Ameryce od tysięcy lat należy topinambur — bulwa (*Helianthus tuberosus* L.), który w XVIII wieku rozpowszechnił się również w całej Europie. Uprawę bulwy wyparł dopiero całkowicie ziemniak zarówno z Polski jak i z krajów Europy północnej.

Obecnie przy coraz bardziej zagrażającym ziemniakowi niebezpieczeństwie stonki i coraz większej powszechności chorób wirusowych, zaczyna się równocześnie z walką o utrzymanie kultur ziemniaka stosować uprawę rośliny zastępczej, którą jest topinambur. Celem uzyskania jak największego plonu z topinambura należy dokładnie poznać jego cechy biologiczne: wymagania glebowe, nawozowe, klimatyczne, co ułatwi stosowanie racjonalnych zabiegów hodowlano-uprawowych. Badanie mykotrofizmu topinambura jest jednym z ogniw w łańcuchu wspomnianych badań.

Bernard i Magrou (1924), zajmujący się wpływem mykotrofizmu na rozwój roślin wyższych, wyrazili przypuszczenie, że tworzenie się kłąbów, cebul itp. organów roślin wieloletnich jest uzależnione od infekcji korzeni grzybami mykorhizowymi.

Pochodzenie topinambura było kwestią sporną do 2 połowy XIX wieku, ponieważ niektórzy autorzy jak: Engler (1897), Prantl (1897), Priansznikow (1929) uważali Brazylię za jego ojczyznę, obecnie zaś zostało ustalone, że pochodzi on z podzwrotnikowych okolic Ameryki północnej, skąd rozszerzył się na północ do Alaski i na południe do Peru (według Hegi'ego od Kanady do Saskatchewan i od Arkansas do Kanady), gdzie Indianie

uprawiali go ze względu na jadalność kłąbów jeszcze przed odkryciem Ameryki.

Do Europy przywieziono go z początkiem XVII wieku (1612 r.). Obecnie spotykamy topinambur we wszystkich częściach świata.

Część podziemna topinambura składa się z silnego systemu korzeniowego oraz stolonów, na których wytwarzają się kłęby. Kłęby są pokryte skórka grubsza niż u ziemniaka, lecz nie posiadają warstwy korkowej, skutkiem czego tracą łatwo wodę i są narażone na inwazję grzybków powodujących gnicie.

Topinambur udaje się dobrze na glebach kamienistych i piaszczystych o dużej zawartości żwiru, zatem na ziemiach lekkich nienadających się już pod uprawę ziemniaków. Wymaga on natomiast stanowiska słonecznego, osłoniętego od wiatru, ciepłego lata, słonecznej jesieni. Plonuje jednak znacznie lepiej na glebach żyznych. Na glebach ciężkich daje zwykłą plon liści a pomniejsza plon bulw.

Materiał korzeniowy do badań zebrałam w ciągu lata 1950 roku: dnia 10. VI. z terenu przedwojennej plantacji topinambura w lesie mieszanym w Baszkowie koło Krotoszyń, obecnie zdziczałej. Gleba piaszczysta z domieszką próchnicy. Przed wojną była ona dobrze uprawiana i nawożona obornikiem.

Dnia 22. VII. z obszaru około 20 m², oddalonego 30 m od lasu mieszanego. Gleba: piasek bez darni i bez chwastów. Wysokość roślin 20—60 cm.

Dnia 22. VI. z pólka oddalonego o 100 m od lasu mieszanego. Topinambur rośnie kępami. Wysokość 20—80 cm. Stare zeszłoroczne łodygi wysokie do 2 m. Gleba: średni szczerk. Podglebie: piasek gruboziarnisty. W darni przeważał śmiałek darniowy (*Aira caespitosa* L.), krwawnik (*Achillea millefolium* L.), poza tym występował bniec biały (*Melandryum album* G.), piołun (*Artemisia absinthium* L.), oset polny (*Cirsium arvense* L.) i skrzyp (*Equisetum arvense* L.). Na liściach topinambura były widoczne lekkie skręcenia i odbarwienia.

Dnia 22. VII. z pólka oddalonego o 40 m od lasu mieszanego, przy zaroślach wierzby, w niebieskim łubinie. Gleba: lekki szczerk. Rośliny towarzyszące: łubin (*Lupinus angustifolius* L.), bniec biały (*Melandryum album* G.), ostróżka polna (*Delphinium consolida* L.).

Bulwy dla wszystkich stanowisk sprowadzono w latach 1930—1939 z Podola i uprawiano je jako karmę dla zwierzyny leśnej. Od roku 1939 pólka zostały zaniedbane.

Poza tym zebrałam materiał korzeniowy z 9 poletek doświadczalnych prowadzonych przez Zakład Genetyki i Hodowli Roślin Uniwersytetu — na Swojcu: dnia 5. VI. 1950, topinambur uprawny,

2 letni na madzie i na piasku; dnia 13. VII. 1950, topinambur zdziczały, 2 letni, na madzie; dnia 27. IX. 1950, topinambur uprawny i zdziczały, 2 letni, na madzie. Jedna z zebranych odmian, kwiatowa, nie daje bulw tylko żółte stolony.

Bulwy do doświadczeń były zdobywane w różnych okolicach Polski z hodowli lub zdziczałych, zaniedbanych plantacji.

Gleba na poletkach doświadczalnych na Swojcu została określona jako mada lekka, piaszczysto-pylasta na piasku, podścielona gliną, pH = 6,5. Teren był nawieziony obornikiem, a jako przedplon rosły ziemniaki.

Klimat wrocławski charakteryzuje się łagodnymi zimami z małymi opadami, suchymi przedwiośniami, długo trwającymi okresami suszy w maju i w czerwcu, silnymi ulewami w miesiącach letnich oraz piękną, suchą jesienią. Ogólnie klimat charakteryzuje się małą ilością opadów i nierównomiernym ich rozmieszczeniem w ciągu roku.

Materiał korzeniowy po opłókanu został umieszczony w alkoholu, po czym stosując metodę parafinową, przygotowałam preparaty trwałe do badania mikroskopowego.

Wszystkie egzemplarze wykazują mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego. Stopień przegrzybienia kory pierwotnej korzeni zwiększa się w miarę rozwoju rośliny. Największy jest w okresie kwitnienia roślin, a w ciągu całego okresu wegetacyjnego zachodzi proces trawienia strzępek i uzupełniania infekcji grzybowej w korzeniach.

Na uwagę zasługuje fakt, że odmiana kwiatowa, nie dająca bulw tylko żółte stolony, wykazuje najobfitsze przegrzybienie we wszystkich okresach wegetacyjnych, a szczególnie w okresie kwitnienia.

Również materiał pochodzący z egzemplarzy zdziczałych rosnących w lesie wykazuje większe przegrzybienie od materiału uprawnego i zdziczałego na poletkach wśród pól uprawnych.

Ponieważ obraz anatomiczny rozwoju mykorhizy przedstawia się podobnie u wszystkich egzemplarzy z poszczególnych okresów wegetacyjnych, ograniczam się do podania sumarycznego opisu mykorhizy u topinambura.

Na dzień 5. VI. 1950 przypadł początek wegetacji topinambura. Wysokość roślin od 0—20 cm. Analiza mikroskopowa przekrojów poprzecznych korzeni ostatniego rzędu wykazuje, że na zewnątrz znajduje się szczątkowa rhizoderma z nielicznymi włosnikami. Błony komórkowe rhizodermy są cienkie, falisto powyginane, zabarwione na kolor brunatny. Pod rhizodermą występuje 2—3 warstwowy miękisz

korowy o komórkach dużych cienkościennych i o dużych przestworach międzykomórkowych. W pierwszej od zewnątrz warstwie miększu korowego widoczne są fragmenty zdrowych strzępek, jest to warstwa garbnikowa, zaś w 2—3 warstwie komórek miększu korowego są widoczne zagęszczenia żółtawej substancji, silnie załamującej światło, w której czasem można dostrzec fragmenty strzępek już w niej rozpływające się. Jest to warstwa trawienna, która przylega do endodermy. W walcu osiowym nie widać nawet śladu grzyba. Pod endodermą jest jednowarstwowy pericykl o komórkach parenchymatycznych cienkościennych. Jądra komórek trawiennych są bardzo powiększone. Wymieniona ziarnistość występująca w komórkach trawiennych jest produktem przetrawionych strzępek grzyba. Ogólnie mówiąc przegrzybienie w tym okresie jest bardzo słabe.

13. VII. 1950 wysokość roślin 80—150 cm. W korzeniach znajdujemy podobny obraz o nieco większej ilości strzępek w warstwie garbnikowej i o nieco większej ilości komórek trawiennych.

27. IX. 1950 okres kwitnienia. Materiał korzeniowy okresu kwitnienia wykazuje najsilniejszy proces trawienia strzępek grzyba przez zielonego symbionta. W warstwie garbnikowej rzadko są widoczne zdrowe strzępki grzyba, natomiast w warstwie trawiennej prawie wszystkie komórki są wypełnione masą przetrawionych strzępek.

*
* * *

Aby uzupełnić zagadnienie mykotrofizmu u rodzaju *Helianthus* podaję wyniki badań nad dynamiką rozwojową mykorhizy u słonecznika (*Helianthus annuus* L.) według pracy magisterskiej Kaliny K r z e m i ń s k i e j. Materiał korzeniowy do badań zebrano trzykrotnie z egzemplarzy uprawianych na terenie PINGW-u w Puławach.

31. V. 1950 stadium rozwojowe rośliny — 2 pary listków

1. VIII. 1950 stadium rozwojowe rośliny — pierwsze pąki kwiatowe.

7. IX. 1950 stadium rozwojowe rośliny — pełne kwitnienie i dojrzewanie.

Preparaty do badań mikroskopowych sporządzono, stosując metodę parafinową.

Analiza mikroskopowa wykazała mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego j e d y n i e w okresie kwitnienia. W materiale zebranym przed kwitnieniem nie dostrzeżono strzępek grzyba.

Stwierdzono, że na piaskach zarówno nawożonych jak nienawożonych, rośliny są bardziej mykotroficzne aniżeli na glebach gliniastych.

* * *

1. Topinambur i słonecznik są roślinami mykotroficznymi, wytwarzają mykorhizę endotroficzną, typu tolypofagicznego.

2. Wszystkie odmiany topinambura, prowadzone przez Zakład Genetyki i Hodowli Roślin WSR we Wrocławiu, zarówno zdziczałe jak uprawne są mykotroficzne.

3. Topinambur zdziczały, rosnący w lesie jest obficie przegrzybiony.

4. Warunki glebowe i zabiegi hodowlane nie wykazują wpływu na tworzenie się mykorhizy, jedynie jej nasilenie jest większe u topinambura z lasu oraz u topinambura i słonecznika rosnących na piasku.

5. Odmiana kwiatowa, nietuberująca, wykazuje najobfitsze przegrzybienie, co byłoby sprzeczne z hipotezą *Magrou*, że obecność grzyba warunkuje tworzenie się kłębów. Jednakże trzeba dodać, że różne grzyby symbiotyczne mogą mieć niejednakowy wpływ na metabolizm zielonego symbionta. Dlatego zagadnienie to pozostaje otwarte. Niewątpliwie dobór najodpowiedniejszych symbiontów grzybowych nie byłby obojętny dla hodowli topinambura.

*Z Zakładu Fitopatologii i Ochrony Roślin
Uniwersytetu Wrocławskiego*

LITERATURA

1. *A s a i T.* 1934. Über das Vorkommen der Wurzelpilze in der Landpflanzen. V Hochschule in Kumamoto. Japan.
2. *B u r g e f f H.* 1934. Problematik der Mykorhiza. Die Naturwissenschaften. Jhrg. 31.
3. *B o a s F.* 1943. Beobachtungen an Topinambur und an der Kartoffel. Aus den Sitzungsberichten der Bayerischen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung, München. Ak. Sb. 23.
4. *D o m i n i k T.* 1951. Mykorhiza. Warszawa.
5. *E n g l e r - P r a n t l.* 1897. Die natürlichen Pflanzenfamilien. IV. T. Leipzig.
6. *H e g i G.* 1925. Illustrierte Flora von Mittel-Europa VI d. 1 Hälfte
7. *M a g r o u M. J., M a g r o u M.,* 1924. Essai de culture du champignon symbiotique de la pomme de terre. Biologie végétale.
8. *N o w o g r u d s k i j D. M.* 1950. W. R. Williams i problema symbiotrofizma wyższych roślin. Uspiechy sowremennoj biologii, t. 29.

ZUSAMMENFASSUNG

In Anbetracht der steigenden Gefahr des starken Auftretens der Coloradokäfer und der Verbreitung der Viruskranheiten im Kartoffelanbau, wird man immer mehr auf *Topinambur* aufmerksam. *Topinambur* wird nämlich als Ersatzpflanze für Kartoffel angebaut. Um möglichst reichste Ernte von dieser Pflanze zu erreichen, sind ihre biologischen Eigenschaften kennen zu lernen. Die Kenntnis der klimatischen Verhältnisse der Bodenbeschaffenheit sowie der Düngungsmittel erleichtert die bewussten Anbaumethoden dieser Pflanze. Die Untersuchung des Mykotrophismus des *Topinamburs* ist nur ein Teil der auf diesem Gebiet vorgenommenen Versuche.

Die Verfasserin gibt die Ergebnisse dieser Versuche an der Mykorrhizenbildung beim *Topinambur*, sowie der Versuche von K. K r z e m i ń s k a an der Mykorrhizenbildung bei Sonnenblume an. Beide Pflanzen, der *Topinambur* sowie die Sonnenblume besitzen die Fähigkeit Mykorrhizen zu bilden. Sie erzeugen endotrophische Mykorrhizen vom tolypophagischen Typus.

Die Verpilzung des *Topinamburs* schreitet gleichzeitig mit dem Wuchs der Pflanze vor und tritt in ihrer Blütezeit am stärksten hervor. In der ganzen Vegetationsperiode der Pflanze werden die Pilzhyphen von der Pflanze verdaut. Der Verpilzungsprocess wird jedoch nicht gelöscht, sondern schreitet immer weiter vor. Bei der *Sonnenblume* tritt die Pilzinfektion kurz vor der Blütezeit ein: man hat nämlich nur in dieser Zeit Mykorrhizen beobachtet.

Die Bodenbeschaffenheit und die Anbaumethoden weisen keinen besonderen Einfluss auf die Bildung der Mykorrhizen. Ihr Hervortreten ist stärker beim *Topinambur*, welcher im Walde sowie auf Sandboden angebaut wird.

Zu bemerken ist es, dass die Art *Topinamburs*, welche blüht, jedoch keine Erdfrüchte bildet, die grösste Verpilzung aufweist; es widerspricht der Hypothese von M a g r o u, dass die Anwesenheit des Pilzes die Tuberisation bedingt. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass verschiedene symbiotische Pilze keinen gleichen Einfluss auf Metabolismus der grünen Symbionte ausüben. Aus diesem Grunde bleibt die Frage offen. Zweifellos wäre die Wahl entsprechender Pilzsymbionten für den Anbau des *Topinamburs* nicht gleichgültig.

Badania mykotrofizmu siewek modrzewia polskiego i sudeckiego w naturalnych i sztucznych warunkach rozwoju

*Mycotrophy of the seedlings of Larix polonica and L. sudetica
in natural and artificial conditions*

ROMAN PACHLEWSKI

(Wpłynęło dn. 2. IV. 52 r.)

Interesując się hodowlą modrzewia w naszych gospodarstwach leśnych a przede wszystkim naszego modrzewia rodzimego *Larix polonica* Rac., trudno byłoby pominąć dziś zagadnienie mykorhizy w całokształcie rozwoju tego rodzaju czy gatunku.

Wychodzę z założenia, że słusznym będzie sięgnięcie do najpierwotniejszych stanowisk i prześledzenie kształtowania się mykorhizy w najbardziej naturalnych warunkach.

W Polsce najpierwotniejsze zespoły modrzewia leżą w paśmie Gór Świętokrzyskich, stanowiących główne centrum naturalnego zasięgu *Larix polonica* Rac. (J e d l i ń s k i, 1922).

Poznawszy rozwój mykorhizy w rodzimym gnieździe modrzewia polskiego, będziemy mogli poznać jego wymagania i potrzeby w odniesieniu do tego zjawiska, co nam ułatwi często trudne jeszcze do tej pory rozpowszechnianie tego gatunku.

Badań nad mykorhizą u modrzewia jest dość dużo (M e l i n 1922, H a m m a r l u n d 1923, E a s t o e 1941), ale badania nad mykorhizą u modrzewia polskiego prowadził tylko D o m i n i k (1950). Wnioskując ogólnie na podstawie tych prac można powiedzieć, że typową mykorhizą dla modrzewia jest mykorhiza ektotroficzna.

Obserwacje terenowe prowadzone przez G i l b e r t'a (1928), wykazały dla modrzewia istnienie pewnych szczególnie wiernych grzybów mykorhizowych jak: *Hygrophorus lucorum*, *Boletus elegans*

Boletus tridentinus, *Boletus viscidus*, *Boletus laricinus*, *Clavaria palmata*.

Badania M e l i n a (1922, 1925) odnoszą się do czystych kultur i mają duże znaczenie ale raczej tylko teoretyczne: wykazały one, że na korzeniach *Larix europea* występuje mykorhiza ektotroficzna tworzona przez takie grzyby kapeluszowe jak: *Amanita muscaria*, *Boletus elegans*, *Boletus luteus*, *Boletus variegatus*, *Cortinarius camphoratus*, *Tricholoma psammopus*. Poza tym autor ten wyszczególnia jeszcze mykorhizę ektotroficzną tworzoną przez grzyby nie owocujące, które nazwał wspólną nazwą *Rhizoctonia silvestris*.

Na korzonkach *Larix occidentalis* zaobserwował M e l i n (1922) tworzenie mykorhizy tylko przez *Boletus elegans* i *Boletus luteus*.

D o m i n i k (1950) w swojej pracy nad mykorhizą modrzewia polskiego w Czerniejewie, obserwuje występowanie *Boletus elegans* i *Boletus erythropus* pod koronami modrzewia, z czego wysnuwa słuszny wniosek, że te właśnie gatunki mogą być twórcami występującej tam mykorhizy.

I tu właśnie zaczyna się wyłaniać zagadnienie: mykorhiza a zespół, lub szerzej ujawszy, mykorhiza a biocenoza, tak silnie akcentowane przez D o m i n i k a w Polsce a B j ö r k m a n a w Szwecji.

Doświadczenia w czystych kulturach, bezwarunkowo bardzo cenne, nigdy jednak nie dadzą nam istotnego obrazu, a przede wszystkim nie dadzą leśnikom rozwiązania zagadnień czysto nieraz praktycznych, związanych ze skomplikowanym stanem mykorhiz w naszych biocenozach leśnych. W czystych kulturach grzyb jest podawany roślinie, roślina podawana grzybowi. W przyrodzie nie możemy się tego spodziewać. Tam nie mamy do czynienia z jednym grzybem ani jedną rośliną, tam mamy do czynienia ze skomplikowanym stanem zespołów naturalnych.

Najlepszym przykładem tych różnic, są wyniki uzyskiwane z doświadczeń w czystych kulturach i z obserwacji w terenie. I tak, M e l i n (1925) z obserwacji nad mykorhizą tworzoną przez *Rhizoctonia silvestris* w czystych kulturach, stwierdza, że grzyb w tych warunkach wykazuje wysoką wirulencję i tworzy na siewkach sosny pseudomykorhizy, podczas gdy w terenie wykazuje w odniesieniu do wyższych symbiontów dodatni stosunek i żyje w mutualistycznej symbiozie, spełniając taką samą rolę jak właściwe grzyby mykorhizowe.

To samo obserwujemy jeśli weźmiemy pod uwagę takie zagadnienie jak wpływ odczynu gleby na występowanie i rozwój mykorhizy. W czystych kulturach *Melin* stwierdza optimum przy $\text{pH} = 5$ dla rozwoju mykorhizy u sosny i świerka, przy dolnej granicy równej $\text{pH} = 3,5$ a górnej $\text{pH} = 7$. Porównując te dane z danymi z terenu *Melin* stwierdza, że następuje tu całkowite pogmatwanie tych granic, i że mykorhiza tak samo dobrze się rozwija przy $\text{pH} = 3,5$ czy też $\text{pH} = 7$. Oczywiście bardziej krańcowe odczyny gleby w naturalnych warunkach powodują zakłócenia w rozwoju mykorhiz.

Oprócz tych czynników (faktorów jak nazywa *Melin*) wpływających na rozwój i występowanie takiej czy innej mykorhizy, istnieje jeszcze cały szereg innych rozpatrywanych osobno przez różnych badaczy. Do takich należą, na przykład składniki glebowe jak: próchnica, związki azotowe, fosforowe i inne. Badają je: *Melin* (1925), *Björkman* (1942), *Möller* (1929). Związki hamujące rozwój grzybów badał *Melin* (1925). Ostatnio *Björkman* (1942) badał wpływ światła na rozwój mykorhiz.

W dalszym ciągu podkreślam, że wszystkie te zagadnienia traktowane były w oderwaniu od całości i od wzajemnych wpływów na siebie, jakie bezwzględnie muszą mieć miejsce w naturalnych warunkach.

Weźmy jeszcze pod rozważanie twierdzenie *Björkmana*, że występowanie mykorhizy ektotroficznej typu D_n , tak zwanej „czarnej mykorhizy“ u sosny i świerka jest uzależnione od silniejszego ocieniania czyli, jak on pisze od gęstości drzewostanu, przy równoczesnym stwierdzeniu, że mykorhiza D_n w pierwotnych drzewostanach jest bardzo częsta, a w młodych drzewostanach sosnowych całkiem jej brak. Jeśli teraz uwzględnimy jeszcze dodatni wpływ światła na rozwój mykorhiz w ogóle (*Björkman* 1942), to od razu nasuwa się nam przypuszczenie, czy raczej nie należy tłumaczyć tego zjawiska ustaloną równowagą między mikroflorą gleby i zespołem roślin zielonych w pierwotnych drzewostanach, której brak w młodych kulturach sosnowych badanych przez *Björkmana*.

Jasno sprecyzował pogląd na tę sprawę *Dominiak* (1950) w swojej pracy nad modrzewiem czerniejewskim, z której zacytuję urywek:

„W zespołach leśnych zrównoważonych od pokoleń ustala się pewien stan harmonijnego składu mikroflory glebowej przy czynnym udziale roślinności zielonej (trawienie gatunków nie odpowiadających symbiontów w warstwie trawiennej, która może objąć całą

korę pierwotną mykorhizy endotroficznej). Korzenie starych drzew przekazują młodym siewkom, powstającym z ich nasienia, odpowiednie rasy czy odmiany grzybowych symbiontów, z którymi już ułożył się odpowiedni stosunek korzystnego współżycia. Dlatego w naturalnych zespołach roślinnych pseudomykorhizy muszą być niezmiernie rzadkim objawem“.

O tym jaki wpływ ma zespół roślinny na kształtowanie się mykorhizy u danego rodzaju czy gatunku, świadczą dotychczasowe prace B j ö r k m a n a w Szwecji, który stwierdza, badając różne typy drzewostanów iglastych, zmienną frekwencję mykorhizy u młodych siewek w zależności od różnych typów drzewostanów (kładzie on główny nacisk raczej na warunki świetlne niż rodzaj zespołu), a przede wszystkim prace prowadzone przez D o m i n i k a, który w badaniach mykotrofizmu roślinności wydym nadmorskich i śródlądowych wykazuje zależność, czy to w ogóle występowania, czy to występowania takiego czy innego rodzaju mykorhizy u danego gatunku, od zespołu w którym on występuje. I tak, *Artemisia campestris* f. *maritima* w Ammophiletum jest autotroficzna, gdy w Pinetum empetrosum i w Salicetum repentis wykazuje obfitą mykorhizę endotroficzną.

W odniesieniu do drzew leśnych, a w tym wypadku do modrzewia, zagadnienie staje się o tyle ważne, że gdy zechcemy go wprowadzić na tereny, gdzie warunki ekologiczne nie będą w optimum jakiego wymaga, zawiązanie się korzystnej mykorhizy może się stać tym czynnikiem, który zadecyduje o udaniu się upraw.

Góra Chełmowa gdzie przeprowadziłem swoje badania nad mykorhizą siewek modrzewia polskiego, stanowi naturalny i pierwotny ośrodek jego występowania w Górach Świętokrzyskich.

Tamtejsze zespoły leśne kształtowały się przez szeregi pokoleń leśnych i wytworzyły swoistą dla siebie biocenozę, w ramach której musi wykształcać się korzystna i bogata mykorhiza.

Na zakończenie tego ogólnego rozważania chciałbym jeszcze zaznaczyć, że wspomniana przeze mnie praca D o m i n i k a (1950) nad modrzewiem polskim w Czerniejewie jest dla mnie cennym punktem oparcia w rozważaniach nad rozwojem mykorhizy u *Larix polonica* Rac. w zależności od zespołów.

Modrzew czerniejewski jak i drzewostan w którym występuje jest sztucznie wprowadzony na dawne tereny porolne, przy równoczesnym zachowaniu typowego charakteru naturalnych drzewostanów Wielkopolski. Widzimy więc, że zarówno z punktu widzenia

zespołu jak i ekologicznego różni się jego stanowisko od naturalnych stanowisk modrzewia polskiego na Górze Chełmowej.

Wyniki analizy korzonków, na obecność i jakość mykorhizy, z obu zespołów, to znaczy z Góry Chełmowej i Czerniejewa wykażą jak to zobaczymy w dalszych częściach tej pracy zasadnicze różnice, dokumentujące jeszcze raz wpływ warunków fitosocjologicznych na rozwój mykorhizy.

Materiał przeanalizowany w tej pracy zebrałem z Góry Chełmowej w Górach Świętokrzyskich, ze szkółek w Górach Świętokrzyskich, z Kocich Gór koło Wrocławia (z drzewostanu mieszanego i szkółki).

*
*
*

Przechodząc do części szczegółowej badań, wskazanym będzie dokładne zapoznanie się z opisami i klasyfikacją różnych typów mykorhiz drzew leśnych, ustalonymi przez szwedzkich badaczy. Jest to podział w obrębie mykorhizy ektotroficznej.

M e l i n i jego szkoła w ogólnym typie mykorhizy ektotroficznej wyróżnia jeszcze szereg podtypów. Klasyfikacja ta uwzględnia rodzaj drzewa, budowę morfologiczną korzonków mykotroficznych, budowę mufki grzybowej i rozmieszczenie jej na korzonku, jak i charakter strzępek grzyba tworzącego mufkę. Wyróżniono następujące podtypy:

- mykorhiza A* — u sosny i świerka, morfologicznie daje się rozpoznać po korzonkach widlasto lub monopodialnie rozgałęzionych. Mufka od szaro-białej aż do ciemno brązowej, o grubości 0—80 μ .
- mykorhiza B* — u wszystkich iglastych. charakteryzuje się tym, że symbiotyczny grzyb tworzy mufkę tylko na szczycie korzonka mykotroficznego, podczas gdy reszta korzonka wykazuje charakter pseudomykorhiz.
- mykorhiza C* — u różnych rodzajów drzew, morfologicznie przekształca kilka korzonków w bulwki. Mufka grzybowa przeważnie bardzo gruba 100 μ , barwy żółto szarej, posiada z reguły odchodzące od niej wokół liczne sznury strzępek.
- mykorhiza D* — znana również pod nazwą czarnej mykorhizy dzieli się na dwa podtypy:

mykorhiza D_a — tworzona przez grzyba *Mycelium Radicis atrovi-*
rens, o cienkich strzępkach, czarno brązowych,
które tworzą wtórną mufkę na mufce mykorhi-
zy *A*.

mykorhiza D_n — tworzona przez grzyba *Cenoccocum graniforme*
(*Rhizoctonia silvestris* Melin, *Mycelium Radicis*
nigrostrigosum Hatch), o grubych, prawie czar-
nych strzępkach, odchodzących od mufki promie-
niście. Mufka grzybowa bardzo charakterystycz-
na, czarna, o wyraźnej budowie pseudoparenchy-
matycznej.

Podział ten jest dość zawiły i rzadko używany, przytaczam go jednak ze względu na konieczność porównywania różnorodnych ty-
pów mykorhiz, znalezionych przeze mnie u modrzewia polskiego,
z opisami autorów szwedzkich, dotyczącymi innych rodzajów i ga-
tunków drzew.

Mykorhiza typu D_n po raz pierwszy opisana została na *Pinus*
silvestris przez M e l i n a, jako tak zwana „czarna mykorhiza“
w Grünewald koło Berlina. Grzyba, który tworzy tą mykorhizę M e-
l i n określił jako *Rhizoctonia silvestris*, uznając ten typ mykorhizy
za bardzo rzadki.

Szczegółową pracę nad tego typu mykorhizą i grzybem two-
rzącym ją u *Pinus strobus*, *Pinus silvestris* przeprowadził H a t c h
(1934), w lasach doświadczalnych północnej Szwecji, stwierdzając,
że mykorhiza ta jest zewnętrznie charakterystyczną przez obfitość
szorstkich, błyszczących czarnych strzępek, odchodzących od mufki
grzybowej na wszystkie strony. Pojedyncze strzępki posiadają wy-
miary 4—15 μ grubości, sama mufka 30—60 μ grubości o charaktery-
stycznej budowie pseudoparenchymatycznej. Strzępki wewnątrz ko-
mórek 4—5 μ grube sięgają aż do endodermy, tworząc siatkę Harti-
ga. Określa on tego grzyba jako *Mycelium Radicis nigrostrigosum*
i stwierdza, że grzyb ten jest szeroko rozpowszechniony w Szwecji
oraz Stanach Zjednoczonych a wydaje się być także znaleziony w Ja-
poni. Najobficiej rozwija się w ubogich glebach. Uważa za rzecz nie-
wątpliwą, że to właśnie on tworzy czarną mykorhizę, którą M e l i n
przypisywał *Rhizoctonia silvestris*.

Ciekawe obserwacje nad występowaniem i kształtowaniem się
mykorhizy typu D_n w terenie u świerka i sosny, przeprowadził
B j ö r k m a n (1942). Stwierdza on, że mykorhiza ta jest częstą
i dobrze wykształconą u sosny i świerka w pewnych typach drzewo-

stanów jak np.: w *Picetum vacciniosum*, borze mieszanym mszystym, borze mieszanym typu *Hylocomium*, podczas gdy w *Picetum geranietum*, *Quercetum anemonum*, *Pinetum cladoniosum* w ogóle nie występuje lub bardzo rzadko.

W dalszych swych spostrzeżeniach stwierdza, że mykorhiza D_n w pierwotnych drzewostanach jest częstą, podczas gdy w drzewostanach sztucznych, szczególnie na otwartych przestrzeniach w ogóle jej brak i co tłumaczy dodatnim wpływem ocienienia na rozwój tego typu mykorhizy. Można by raczej przyjąć negatywny wpływ światła na jej rozwój.

L i h n e l l (1942) w swej pracy nad *Cenoccocum graniforme* jako twórcy mykorhizy D_n u drzew leśnych stwierdza, że *Cenoccocum graniforme* i *Mycelium Radicis nigrostrigosum* Hatch, są tymi samymi organizmami, różnią się tylko nazwą, przy czym nazwa *M. R. nigrostrigosum*, której używa Hatch, jako nowsza musi ustąpić starszej nazwie *Cenoccocum graniforme*. W dokładnym opisie *C. graniforme* z czystych kultur *L i h n e l l* podaje: strzępki 4—5 μ grubości, czarne, w mikroskopie przy ostrym świetle prześwietlającym żółto-brązowe aż do czarno-brązowych, gładkie lub gęsto oblamowane małymi, brodawkowatymi tworami, prawdopodobnie stwardniałymi kroplami wydzielin, nigdy nie tworzące sprzążek. W czystych kulturach sklerot nie tworzy, podczas gdy w terenie *L i h n e l l* obserwuje tworzenie przez tego grzyba typowych sklerot.

Na podstawie własnych badań i literatury *L i h n e l l* stwierdza, że *Cenoccocum graniforme* tworzy mykorhizę typu D_n u *Pinus silvestris*, *Pinus strobus*, *Pinus resinosa*, *Picea abies*, *Betula verrucosa*, *Populus tremula*, *Tilia cordata*.

We wnioskach swych *L i h n e l l* nadmienia: „Uważam, że *Cenoccocum graniforme* jest typem grzyba polyphagicznego w odniesieniu do tworzenia mykorhizy, i należy przypuszczać, że tworzy on również mykorhizę z innymi drzewami, co jednak dotąd nie zostało zbadane“.

Ponieważ dotychczas, jako miejsce występowania *Cenoccocum graniforme* podawano Szwecję, St. Zjednoczone i Japonię, *L i h n e l l* stawia drugie przypuszczenie o powszechności występowania tego grzyba.

Na zakończenie swej pracy porównuje on i wykazuje podobieństwo między budową i strukturą mufki *Cenoccocum*-mykorhizy, a strukturą ścian perytheciów u grzyba z klasy workowców, rzędu *Plectascales*, rodzaju *Cephaloteca*, na podstawie której stawia hipotezę przynależności *Cenoccocum graniforme* do klasy workowców.

Góra Chełmowa leży koło Nowej Słupi na północ od głównego pasma Gór Świętokrzyskich. Sama Góra Chełmowa wznosi się na 347 m nad poziomem morza, podnóże 280 m. Średnia opadów 700 mm. średnia ciepłoty 6—6,5°C (J e d l i ń s k i, 1922).

Badania geologiczno-gleboznawcze, wykazały, że Góra Chełmowa składa się z twardego, jasno szarego, ścisłego, do kwarcytu podobnego piaskowca, pokrytego lessiem. Jak podaje J e d l i ń s k i (1922) wschodnio-południowe zbocze różni się pod tym względem, posiadając gorsze warunki dla upraw leśnych, ze względu na to, że less leży tam na płytkim i nie zwietrzałym podłożu, tracąc swą żyzność wskutek stałego wymywania przez wodę i zbyt intensywnego dostępu światła. Natomiast zachodnie i północne zbocza (teren moich badań) posiadają szczególnie korzystne warunki dla uprawy leśnej.

Analiza mechaniczna gleb w Górach Świętokrzyskich według M u s i e r o w i c z a (1951), przedstawia się następująco:

Miejscowość i grupa mechaniczna	Części		Średnica cząstek ziemistych w mm							
	szkieletowe 1 mm %	ziemiste 1 mm %	1	0.5	0.5—0.25	0.25—0.1	0.1	0.05	0.05	0.02 < 0.02
			0	0	0	0	0	0	0	0
Święty Krzyż less pochodzenia eolicznego z głębokości 0 — 20 cm od 120 cm	0,5 —	99,5 100	4,8 3,5	4,8 3,5	4,8 3,5	15,3 13,2	59,2 55,6	20,7 27,7		

Wykopany przeze mnie profil w drzewostanie na zboczu północno-zachodnim Góry Chełmowej przedstawia się następująco:

- A₀ — różnej grubości warstwa ściółki dobrze się rozkładającej.
- A₁ — 5 cm warstwa kumulacyjna z dużą domieszką próchnicy, koloru ugru naturalnego, pH = 4,5, łagodnie przechodzi w warstwę eluwialną.
- A₂ — 20 cm warstwa eluwialna lessu, jaśniejsza od poprzedniej, koloru jasno kakaowego, przechodzi łagodnie w warstwę iluwialną.
- B — optycznie nie wyróżnialna.

C — bardzo głęboki less koloru czerwono-kakaowego, pH = 5.

Korzenie drzew sięgają głęboko w warstwę C. Korzenie badanych siewiek przerastają wszystkie horyzonty A.

Jak widać z podanego profilu jest to typ gleb lessowych, głębokich, o słabym zbielicowaniu. Pod względem wilgotności i kwasowości należy je zaliczyć do gleb świeżych i kwaśnych.

Przechodząc do opisu zespołów roślinnych północno-zachodniego zbocza Góry Chełmowej, pragnę jeszcze raz podkreślić, że pomimo iż drzewostan wchodzący w skład tamtejszych zespołów ulegał różnym zmianom na skutek gospodarki ludzkiej, jednakże zachował typowy charakter pierwotnych zespołów, warunkowany ciągłością pokoleń.

Sam drzewostan północno-zachodniego zbocza Góry Chełmowej, należy do typu Fageto-Abietetum mixtum, z wyspowo występującymi fragmentami boru mieszanego ze znacznym udziałem *Larix polonica* Rac. Udział poszczególnych rodzajów drzew w tym drzewostanie przedstawia się następująco:

Górne piętro — modrzew 0,3, buk 0,3, jodła 0,1, dąb 0,2, sosna 0,1. Piętro to osiąga przeciętną wysokość 28—31 m przy nierównomiernym zadrzewieniu 0,3—0,5. Średni wiek 100—120 lat ze starszymi okazami modrzewia i dębu, które sięgają tu wieku przeszło 140 lat.

Drugie piętro o lukowatym zwarciu tworzy młody buk, osiągając wysokość 18 m i wykazując dużą dynamikę rozwojową.

W podroście na lukach występuje dobrze rozwijający się buk, rzadziej modrzew, jodła, dąb.

Podszyt stanowi głównie szakłak kruszyna, jarzębina i sporadycznie osika.

Na lukach obserwujemy obfity nalot modrzewia, poza tym buka, jodły a sporadycznie dęba i sosny.

W piętrze roślinności zielnej występuje zespół runa w skład którego wchodzi: *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Fragaria vesca*, *Veronica officinalis*, *Hieracium murorum*, *Luzula pilosa*, *Agrostis vulgaris*, *Scrophularia nodosa*, *Lactuca muralis*, *Vaccinium myrtillus*, *Pirola minor*, *Pirola secunda*, *Viola silvestris*, *Hypericum perforatum*, *Carex sempervirens*, *Genista tinctoria*, *Epilobium angustifolium*, *Aspidium filix mas*, *Aspidium filix femina*.

Z mchów: *Polytrichum commune* (kępami) i *Hypnum Schreberi*.

Z owocujących w tym okresie grzybów kapeluszowych znalazłem: *Boletus elegans*, *Craterellus cornucopioides*, *Galera tenera*.

Siewki modrzewia polskiego na Górze Chełmowej z których pobrałem materiał korzeniowy do badań, rosły wokół starych macierzystych modrzewi, kępami, w miejscach odsłoniętych.

Rozwój siewek dobry, systemy korzeniowe dobrze rozwinięte, koloru czarno-brązowego. Przeciętna wysokość siewek wynosiła:

1-dno rocznych	—	15 cm
2-u letnich	—	25 cm
3-y letnich	—	40 cm
4 i 5-cio letnich	—	120 cm

Materiał korzeniowy do badań zbierałem 29.IX.1950 r. Celem zbadania kształtowania się mykorhizy u siewek modrzewia sporządzałem preparaty mikroskopowe, krając korzonki ręczną brzytwą. Skrawki umieszczałem w kropli gliceryny. Nie stosowałem w moich badaniach normalnie stosowanej metody parafinowej ze względu na to, że w balsamie kanadyjskim pseudoparenchymatyczna mufka grzybowa jest bardzo słabo widoczna.

* * *

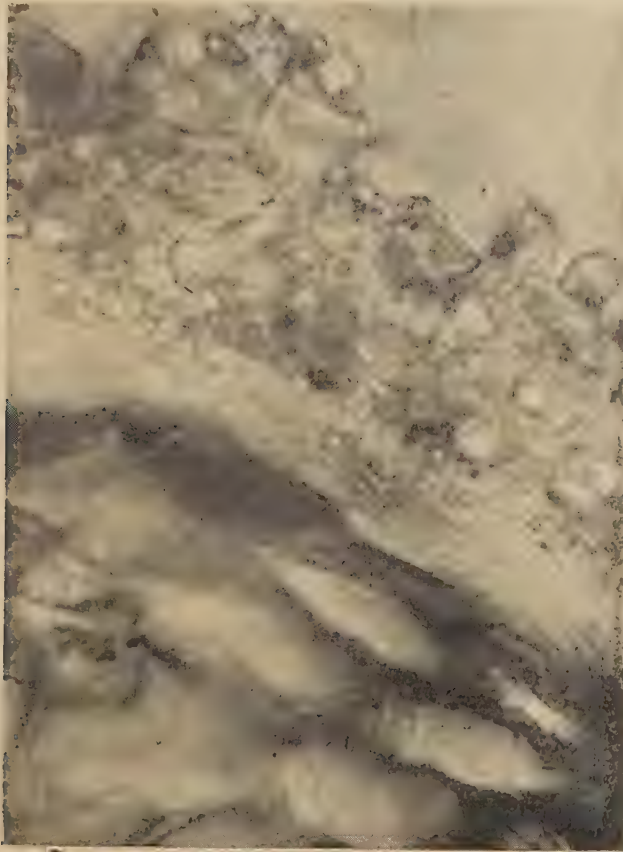
U 1-dno rocznych siewek modrzewia polskiego z Góry Chełmowej makroskopowo dają się wyróżnić różne typy morfologiczne korzeni mykotroficznych:



Ryc. 1. Jedna z form mufki grzybowej przy mykorhizie ektotroficznej typu A, u 1-dno rocznych siewek *L. polonica* z G. Chełmowej. Pow. 100× (fot. autor).

1. krótkie, proste korzonki mykotroficzne, z luźną, szaro kutnerową mufką,
2. krótkie korzonki dichotomicznie rozwidlone, bez wyraźnej mufki,
3. krótkie, buławkowato na końcach zgrubiałe korzonki, czarne, bez widocznej gołym okiem mufki. Pod binokulem widzimy odchodzące od nich na wszystkie strony długie, czarne strzępki.

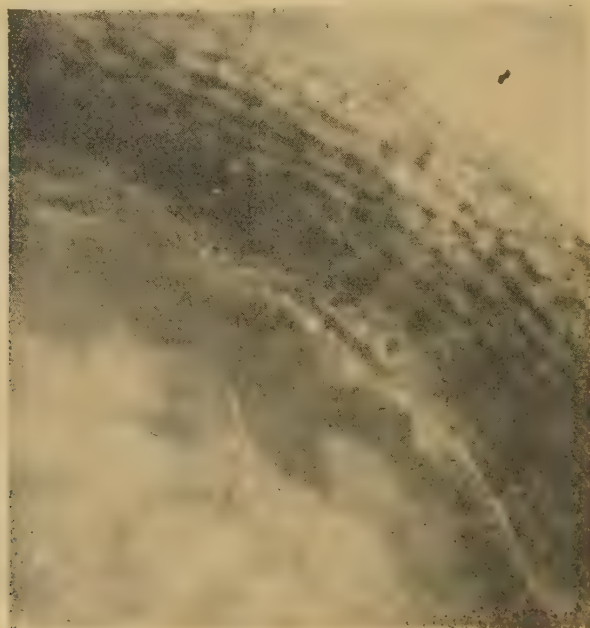
Mikroskopowo w morfologicznym typie opisanym w punkcie 1 obserwujemy, dobrze wykształconą mufkę grzybową o budowie pseudoparenchymatycznej, barwy brudno białej, bardziej zbitej przy powierzchni korzonka a luźniejszej z licznymi cząsteczkami gleby



Ryc. 2. Fragment pod dużym powiększeniem mufki z ryc. 1, z warstwą zbitą strzępek tuż przy korzonku i luźną, z cząsteczkami gleby po stronie zewnętrznej. Pow. 440 $\times$ (fot. autor.).



Ryc. 3. Inna forma mufki grzybowej mykorhizy ektotroficznej typu A, u 1-dno rocznych siewek *L. polonica* z G. Chełmowej. Pow. 100 $\times$ (fot. autor.).



Ryc. 4. Fragment dużego powiększenia mufki z ryc. 3, z dobrze widoczną, typową budową pseudoparenchymatyczną. Pow. 440 $\times$ (fot. autor.).

w partii zewnętrznej (ryc. 1, 2). Grubość mufki $22\ \mu$. Istnieje wyraźna łączność anatomiczna między grzybem i tkanką korzenia. Strzępki grzyba przenikają do wnętrza korzenia między błonami komórkowymi kory pierwotnej. Endoderma i perycykl obficie wypełnione skrobią. Jest to mykorhiza ektotroficzna typu A.

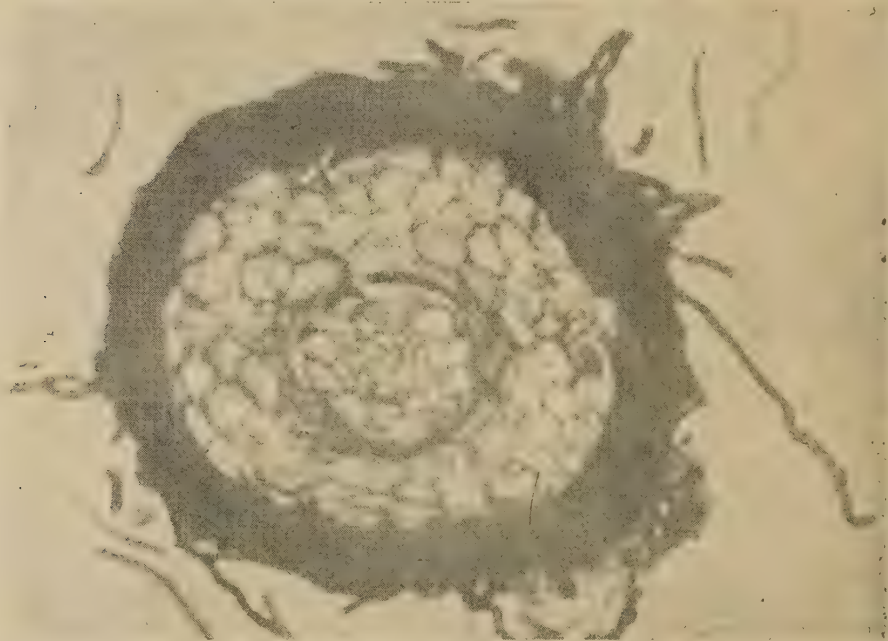


Ryc. 5. Skleroty i strzępki *Cenococcum graniforme*. Pow. $200\times$
(fot. T. Dominik).

Drugi typ morfologiczny o korzonkach dichotomicznie rozwidlonych opisany w punkcie 2, wykazuje pod mikroskopem bardzo dobrze wykształconą mufkę grzybową koloru ciemno brązowego, o typowej pseudoparenchymatycznej budowie, tworzącej delikatną siateczkę z prostokątnych oczek (ryc. 3, 4). Grubość mufki $66\ \mu$. Strzępki grzyba tworzącego mufkę są cienkie ($3\ \mu$), przezroczyste. Endoderma i perycykl obficie wypełnione skrobią. Jest to mykorhiza ektotroficzna typu A.

Zanim przejdę do opisu mikroskopowego trzeciego typu morfologicznego, opisanego w punkcie 3, nadmienię, że daję tu bardzo dokładny opis tak grzyba, który tworzy tę mykorhizę, jak i jej samej, ze względu na dotychczasowy brak tych opisów w naszej literaturze.

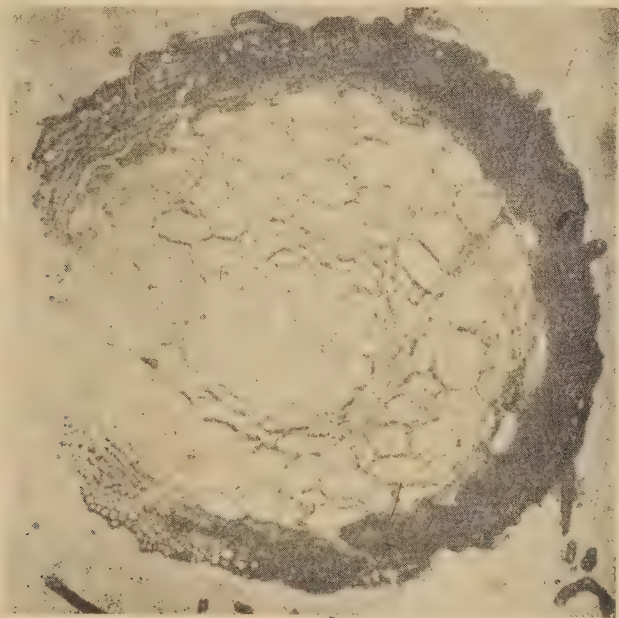
Mykorhiza ta, jak już pisałem we wstępie, została nazwana czarną mykorhizą i zakwalifikowana jako typ D_n . Tworzy ją grzyb pospolity w glebach leśnych, określony jako *Cenoccocum graniforme*.



Ryc. 6. Dobrze widoczna czarna mufka grzybowa mykorhizy D_n z charakterystycznie odchodzącymi od niej strzępkami, u 1-dno rocznych siewek *L. polonica* z G. Chełmowej. Pow. 100 $\times$ (fot. T. Dominik).

Badane przeze mnie strzępki *Cenoccocum graniforme* pod mikroskopem, w świetle prześwietlającym posiadały kolor od ciemno żółtawo-brązowych aż do ciemno fioletowych, przeważnie gęsto obasypanych małymi brodawkowatymi tworami (jak *L i h n e l l* podaje, są to stwardniałe krople wydzielin). Rzadziej strzępki są gładkie. Grubość strzępek wynosi 4—6 μ . Sprzążki nie występują. *Cenoccocum graniforme* w moich obserwacjach charakteryzuje się wytwarzaniem dużej ilości czarnych sklerot (ryc. 5). Żadnych form rozmnażania tego grzyba nie zaobserwowałem. Nie zaobserwowałem również tworzenia się rhizomorf.

Badania anatomiczne na przekrojach poprzecznych wykazały, że *C. graniforme* tworzy mykorhizę ektotroficzną, z charakterystyczną czarną mufką grzybową, zbudowaną z pseudoparenchymy grzybowej w formie dość regularnej siateczki (ryc. 7, 9) z odchodzącymi od niej na boki długimi strzępkami (ryc. 6). Mufka ta obejmuje tylko sam zgrubiały wierzchołek korzonka, podczas gdy w starszych partiach już jej nie obserwujemy. Grubość mufki waha się w granicach 20—60 μ . W korze pierwotnej widać wnikanie strzępek między błonami komórkowymi w głąb korzonka aż do endodermy. Strzępki te tworzą wyraźną sieć Hartiga (ryc. 8). Jest rzeczą charakterystyczną, że strzępki wnikające między komórkami do wnętrza korzenia, zachowują swoją ciemną barwę, a tylko w głębszych partiach komórek kory pierwotnej stają się bezbarwne. Endoderma i perycykl są obficie wypełnione skrobią bez śladów grzyba.



Ryc. 7. Czarna mufka mykorhizy typu D_n u 1-dno rocznych siewek *L. polonica* z G. Chełmowej. Pow. 200 $\times$ (fot. T. Dominik).

Druga forma mykorhizy tworzonej przez *C. graniforme*, a obserwowanej przeze mnie również na tych samych siewkach, występuje na normalnie wykształconych korzonkach bocznych ostatniego rzędu, nie posiadających żadnych morfologicznych cech korzonków mykotroficznych. Dopiero badania anatomiczne pozwalają zaobserwować specyficzną formę mykorhizy tworzonej przez tego grzyba

(ryc. 10). U korzonków tych obserwujemy dokładnie w trzech zewnętrznych warstwach komórek kory pierwotnej przerośnięcie ich strzępkami grzyba, który występuje tu nie tylko między błonami komórkowymi, lecz również wnika do wnętrza komórek. Partia tych komórek wykazuje bardzo silne zgrubienie błon komórkowych, wybarwionych na kolor szaro-fioletowy a wyglądem swym przypomina ciekłą mufkę (ryc. 11), którą *L i h n e l l* nazywa pseudomufką. Komórki te w dalszym rozwoju, ulegają skorkowaceniowi i złuszczeniu. Wnikanie grzyba do wnętrza komórek jak już wyżej zaznaczyłem, obserwujemy tylko w trzech zewnętrznych warstwach komórek, gdzie występuje on przeważnie w formie niestrawionych strzępek (ryc. 12), a tylko w nielicznych komórkach ulega trawieniu

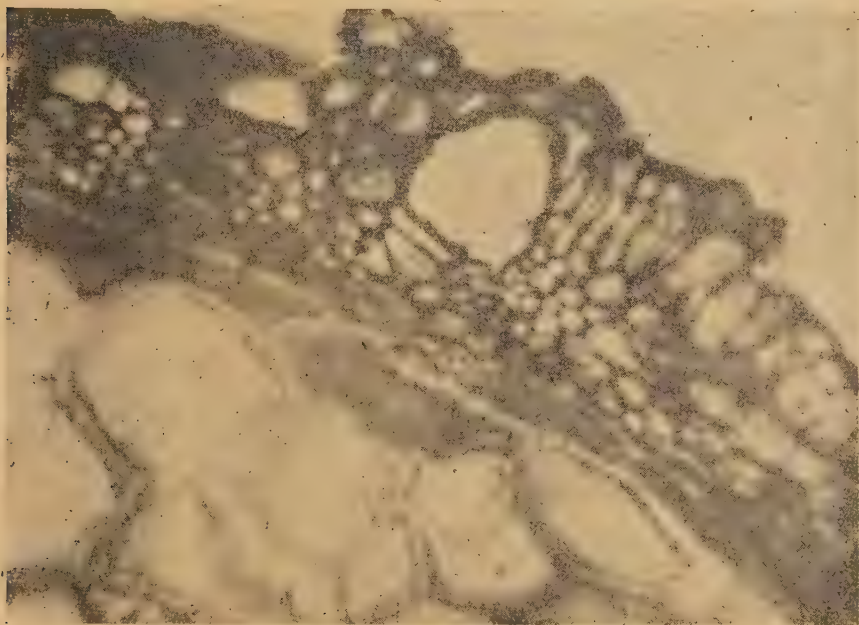


Ryc. 8. Fragment wnikania strzępek w głąb kory pierwot. przy mykorhizie D_n
Pow. 440 $\times$ (fot. T. Dominik).

(ryc. 13). Strzępki grzyba między komórkami mogą sięgać znacznie dalej, dochodząc nieraz aż do endodermy. Endoderma i perycykl wypełnione są skrobią, bez śladu grzyba.

Tę formę mykorhizy, możnaby uznać za formę przejściową między mykorhizą endo- i ektotroficzną.

U 2-u letnich siewek modrzewia polskiego z Góry Chełmowej makroskopowo daje się wyróżnić jeden typ morfologiczny korzonków mykotroficznych. Są to krótkie, dichotomicznie rozgałęzione korzonki pokryte widoczną gołym okiem, szarą, włókwatą mufką grzybową.

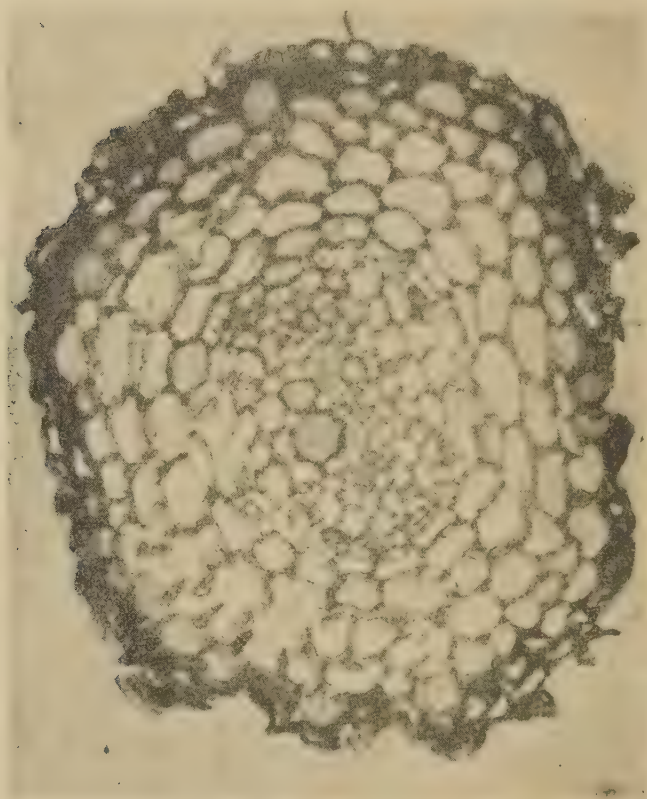


Ryc. 9. Fragment pod dużym powiększeniem mufki grzybowej przy mykorhizie typu D_n, z dobrze zaznaczoną pseudoparenchymatyczną budową i czarną barwą. Pow. 440 X (fot. autor).

Mikroskopowo daje się zaobserwować dobrze wykształconą mufkę, 22 μ grubości, z pseudoparenchymy grzybowej koloru szarego, z wyraźnym przenikaniem strzępek w głąb korzonka między komórkami i wytwarzaniem sieci Hartiga. Endoderma i perycykl wypełnione skrobią bez śladu grzyba. Jest to mykorhiza ektotroficzna typu A.

U 3-ch letnich siewek modrzewia polskiego z Góry Chełmowej makroskopowo wyróżniłem dwa typy morfologiczne korzonków mykotroficznych:

1. krótkie, dichotomicznie rozgałęzione korzonki, z widoczną gołym okiem filcowatą mufką koloru brudno białego,
2. krótkie, proste, zebrane w grona korzonki mykotroficzne z widoczną gołym okiem bardzo dobrze wykształconą, silnie zbitą mufką grzybową koloru brudno białego.

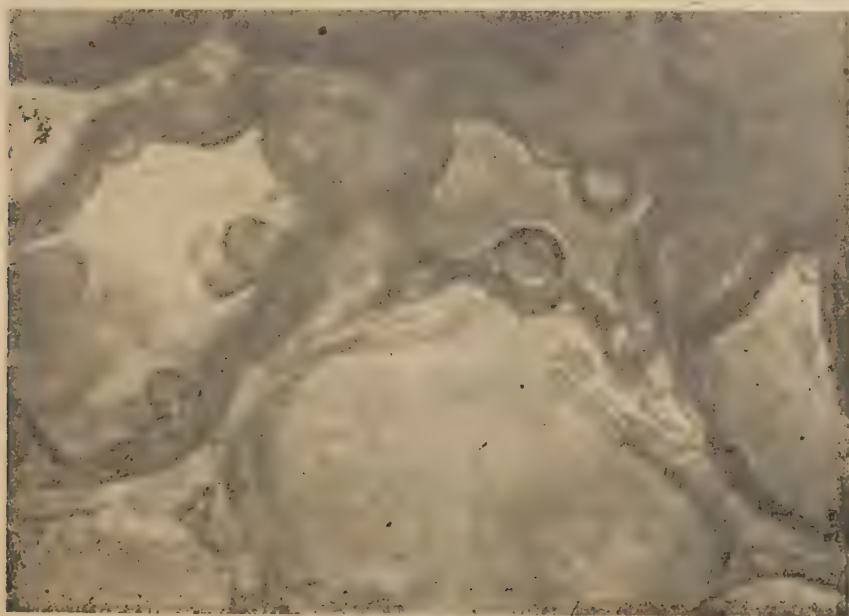


Ryc. 10. Przekrój poprzeczny korzonka z formą przejściową mykorhizy D_n. Widoczna wokół korzonka „pseudomufka” u 1-ldno rocznych siewek *L. polonica* z G. Chełmowej. Pow. 200 × (fot. T. Dominik).

Mikroskopowo, w morfologicznie opisanym typie w punkcie 1, wyróżniamy bardzo dobrze wykształconą mufkę grzybową o budowie pseudoparenchymatycznej, koloru białego, z widoczną warstwą złuszcających się komórek kory, barwy brązowej. Grubość mufki 31 μ (ryc. 14). Strzępki grzyba wnikają międzykomórkowo w głąb korzonka, wytwarzając sieć Hartiga. Jest to typowa mykorhiza ektotroficzna typu A.



Ryc. 11. Fragment pod dużym powiększeniem z przekroju opisanego na rys. 10. Wyraźnie widać przegrzybienie trzech zewnętrznych warstw komórek korzonka, tworzących „pseudomufkę”. Pow. $880\times$ (fot. T. Dominik).



Ryc. 12. Fragment z dobrze widocznym grzybem wewnątrz komórek, z przekroju opisanego na ryc. 10. Pow. $1900\times$. Immersja. (fot. T. Dominik).

Drugi typ morfológiczny, opisany w punkcie 2, w badaniach anatomicznych wykazuje dobrze wykształconą mufkę z pseudoparenchymy grzybowej koloru szarego, o grubości 77 μ (ryc. 15). Grzyb nie wnika tu w głąb korzonka międzykomórkowo i nie wytwarza sieci Hartiga, jak to obserwujemy u typowej mykorhizy ektotroficznej, lecz przerasta prawie wszystkie warstwy komórek kory pier-

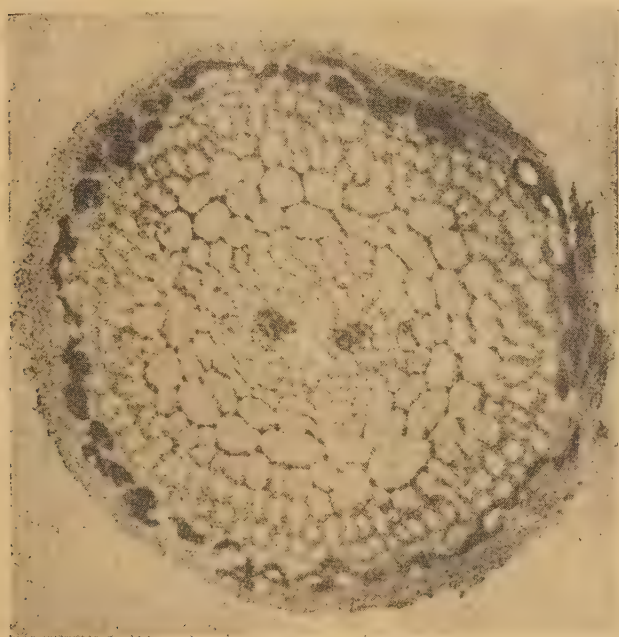


Ryc. 13. Jedna z zewnętrznych komórek kory wypełniona trawionym grzybem, widocznym w postaci grubej ziarnistości. Z przekroju opisanego na ryc. 10. Pow. 1900 $\times$, Immersja. (fot. T. Dominik).

wotnej aż do endodermy (ryc. 16). Obraz ten jak pisze Dominik „robi wrażenie, że nie grzyb tkwi między komórkami miękiszu korowego, a raczej komórki miękiszu tkwią w pseudoparenchymie grzybowej”. Endoderma i cały walec osiowy bez śladu grzyba świadczą o korzystnym charakterze tego współżycia. Jest to specjalna forma mykorhizy ektotroficznej typu A.

U 4-o i 5-cio letnich siewek modrzewia polskiego z Góry Chełmowej wyróżniamy trzy morfologiczne typy korzonków mykotroficznych:

1. krótkie, dichotomicznie rozwidlone, pokryte szarą, filcowatą mufką,
2. krótkie, na końcach buławkowato zgrubiałe, czarne, bez widocznej gołym okiem mufki. Pod binokulem widzimy odchodzące od nich na wszystkie strony długie, czarne strzępki,
3. krótkie, proste, zebrane w grona korzonki z silnie zbitą, filcowatą mufką grzybową koloru szarego.

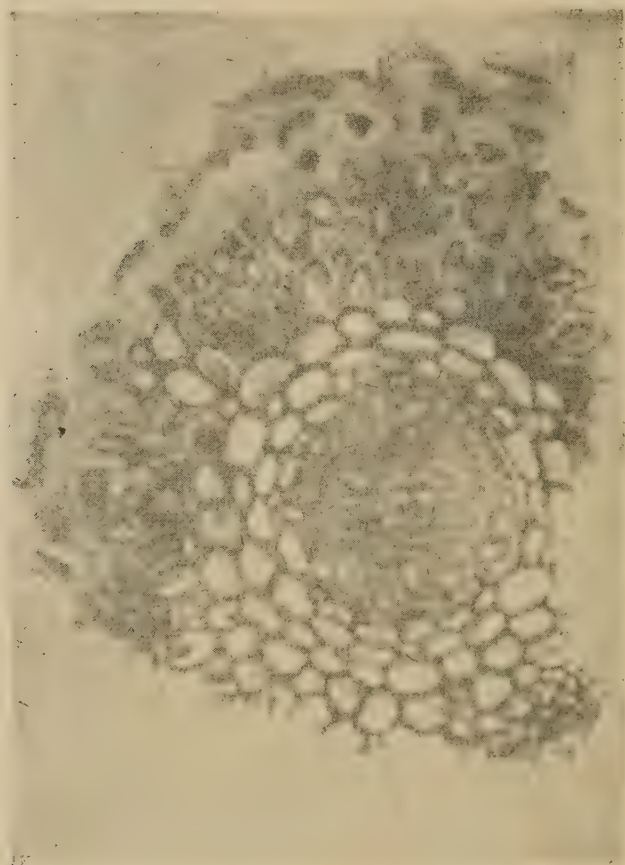


Ryc. 14. Przekrój poprzeczny korzonka 3-letniej siewki *L. polonica* z G. Chełmowej. Widać bardzo dobrze wykształconą, białą mufkę grzybową z ciemnymi plamami złuszczaających się komórek kory. Pow. $100\times$ (fot. autor).

Mikroskopowo, w typie morfologicznym opisanym w punkcie 1, widzimy dobrze wykształconą mufkę z pseudoparenchymy grzybowej, koloru brudno białego, grubości 28μ , ze strzępkami wnikałymi międzykomórkowo w głąb korzonka i oplatającymi komórki kory dobrze wykształconą siecią Hartiga. Endoderma i perycykl wypełniony skrobią bez śladu grzyba. Jest to mykorhiza ektotroficzna typu A.

Mykorhiży typu morfologicznego, opisanego w punkcie 2, nie będę tu opisywał, gdyż jest identyczna z opisaną już mykorhizą ektotroficzną typu D_n u 1-dno rocznych siewek.

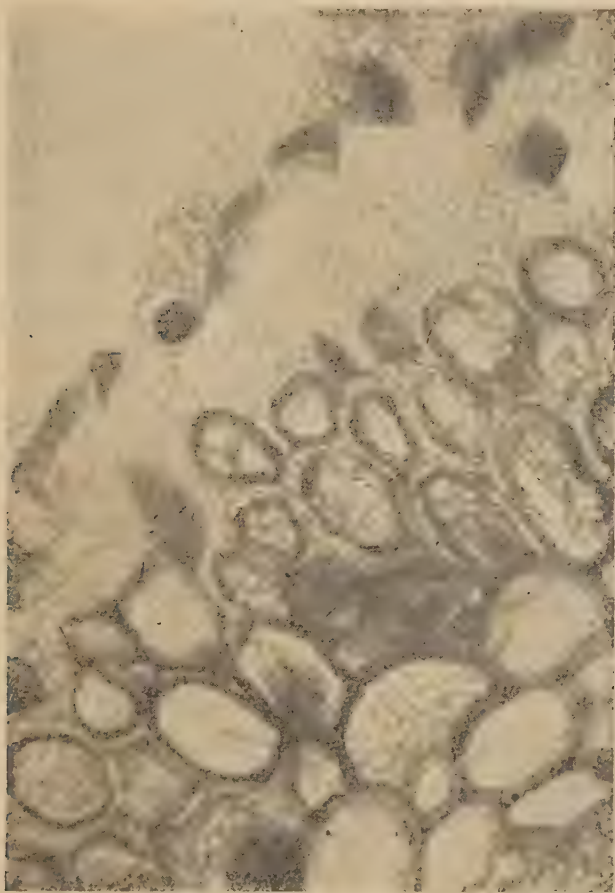
Trzeci morfologiczny typ, opisany w punkcie 3, pod mikroskopem wykazał dobrze wykształconą mufkę z pseudoparenchymy grzy-



Ryc. 15. Przekrój poprzeczny korzonka 3-ch letniej siewki *L. polonica* z G. Chełmowej ze specjalną formą mykorhizy ektotroficznej typu A.
Pow. 200 X (fot. T. Dominik).

bowej, koloru brudno białego, grubości 50 μ , z przerośnięciem przez grzyba bardziej zewnętrznych warstw kory pierwotnej (dokładny opis anatomiczny jak u siewek 3-ch letnich, ryc. 16). Endoderma i perycykl wypełniony skrobią, bez śladu grzyba. Jest to specjalna forma mykorhizy ektotroficznej typu A.

Szkółki modrzewiowe w Górach Świętokrzyskich (Nadleśnictwo Św. Katarzyna) z których pobrałem materiał korzeniowy do badań, położone są w 60-cio letnim drzewostanie jodłowym z domieszką buka, sosny i jawora.



Ryc. 16. Fragment pod dużym powiększeniem, z przekroju opisanego na ryc. 15. Widać dobrze wykształconą mufkę i rozepchanie komórek kory pierwotnej przez grzyba. Pow. 440 $\times$ (fot. T. Dominik).

Gleba tych szkółek da się określić jako przeszlamowany less z dużym udziałem części szkieletowych w postaci żwiru (0,5—15 mm). Pomiar kwasowości do głębokości 20 cm wykazał $\text{pH} = 5$ przy silnej wilgotności gleby.

Modrzew został tu wysiany z nasion *L. polonica* Rac. zbieranych na Górze Chełmowej. Wysiewano go płytko w rowki, przysypując lekko ziemią próchniczną.

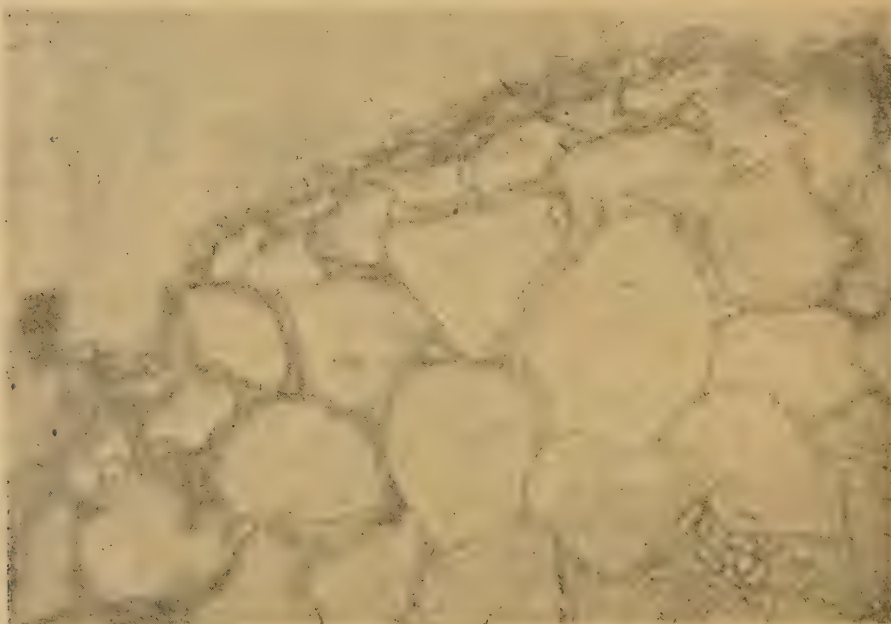
Rozwój siewek bardzo dobry. Systemy korzeniowe dobrze rozwinięte, koloru brązowo-żółtego. Przeciętna wysokość siewek wynosiła:

7-mio miesięcznych	— 20 cm
1-dno rocznych	— 20 cm
2-u letnich	— 35 cm
3-ch letnich	— 70 cm

Materiał korzeniowy do badań zbierałem 28.IX.1950 r.

* * *

U 7-mio miesięcznych siewek ze szkółki w Górach Świętokrzyskich makroskopowo brak jakichkolwiek objawów świadczących o mykorhizie.



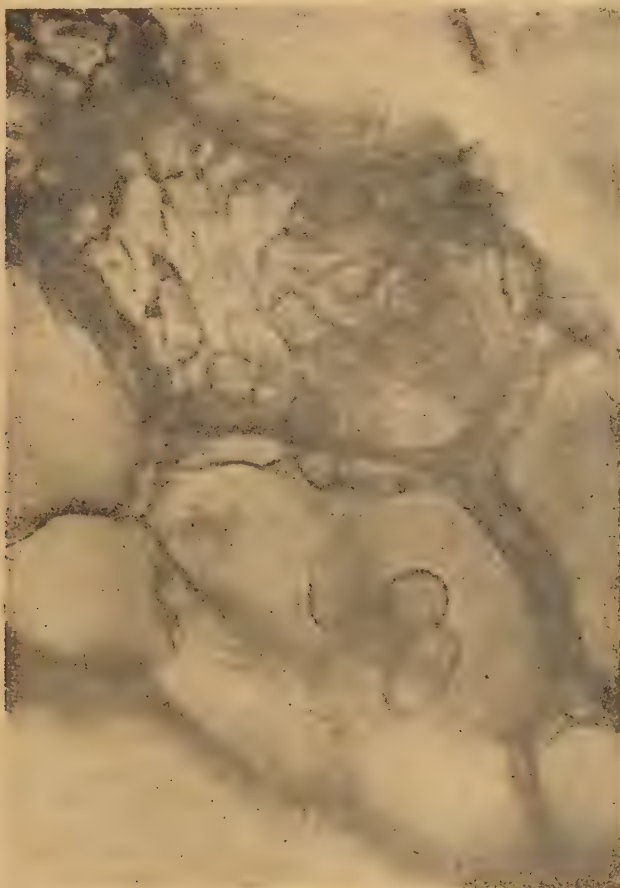
Ryc. 17. Fragment przekroju poprzecznego korzonka 7-mio miesięcznej siewki *L. polonica* z szkółki w G. Świętokrzyskich z mykorhizą endotroficzną.

Widać wnikanie grzyba między błonami komórek kory w głąb korzonka.

Pow. 440 X (fot. T. Dominik).

Mikroskopowo obserwujemy występowanie obfitej mykorhizy endotroficznej typu tolypophagicznego. Grzyb wnika tu między błonami komórek w głąb kory pierwotnej (ryc. 17), skąd przenikając do wnętrza komórek tworzy splątki bezbarwnych strzępek, całych lub

trawionych (ryc. 18, 19). Komórki mykotroficzne występują w bardziej zewnętrznej partii kory pierwotnej. Endoderma i cały wałec osiowy czysty, bez śladu grzyba. W niektórych wypadkach dają się zaobserwować dobrze wykształcone włosniki. Przeważnie jednak włosników brak a rhizoderma posiada błony silnie zgrubiałe.



Ryc. 18. Dwie komórki korzonka 7-mio miesięcznej siewki *L. polonica* ze szkółki w G. Świętokrzyskich. Dobrze widać całe strzępki grzyba wewnątrz komórek. Pow. 1900 $\times$. Immersja. (fot. T. Dominik).

U 1-dno rocznych siewek ze szkółki w Górach Świętokrzyskich makroskopowo dają się już wyróżnić bardzo nieliczne korzonki dichotomicznie rozwidłone. Pod mikroskopem obserwujemy na nich cieniutką (15 μ) mufkę pseudoparenchymy grzybowej, barwy szaro brązowej (ryc. 20), ze strzępkami wnikałymi między komórkami w głąb kory pierwotnej i tworzącymi dobrze wykształconą sieć Har-

tiga (ryc. 21). Jest to słabo wykształcona mykorhiza ektotroficzna typu A.

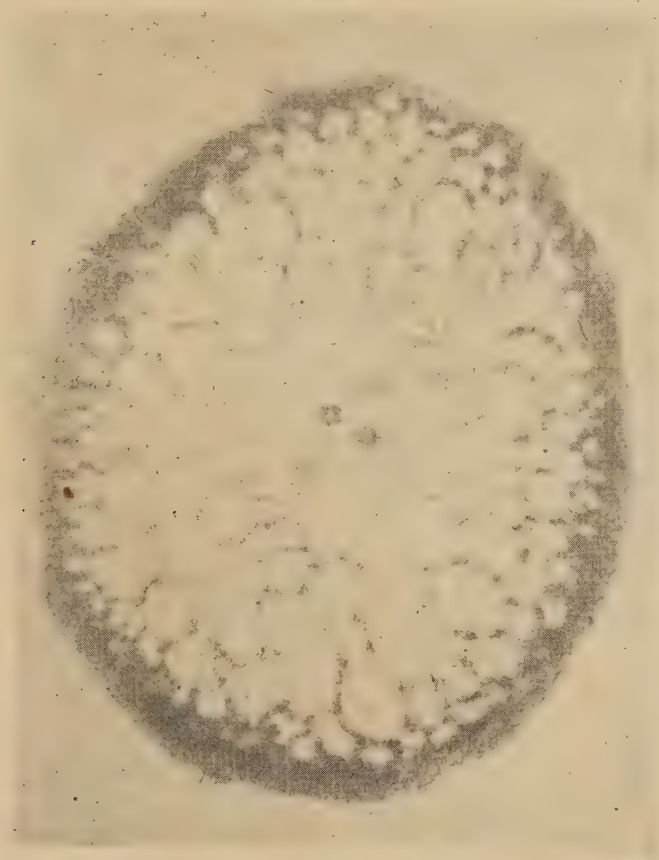
Oprócz tej rzadko występującej mykorhizy ektotroficznej, u siewek jednorocznych obserwujemy jeszcze obficie występującą mykorhizę endotroficzną typu tolypophagicznego (opis anatomiczny jak u siewek 7-mio miesięcznych).



Ryc. 19. Fragment parenchymy wypełnionej trawionym grzybem u tego samego korzonka co na ryc. 18. Pow. 1900 $\times$. Immersja (fot. T. Dominik).

U 2-u letnich siewek ze szkółki w Górach Świętokrzyskich głównie występuje typowa mykorhiza endotroficzna typu tolypophagicznego, bez wyraźnego zróżnicowania na warstwę trawienną i garbnikową. Grzyb występuje tu bardzo obficie, wnikając między błonami komórkowymi w głąb korzenia, prawie aż do endodermy, i wypełnia dokładnie wnętrza komórek bezbarwnymi splątkami strzępek (ryc. 22), które w większości komórek kory pierwotnej ulegają inten-

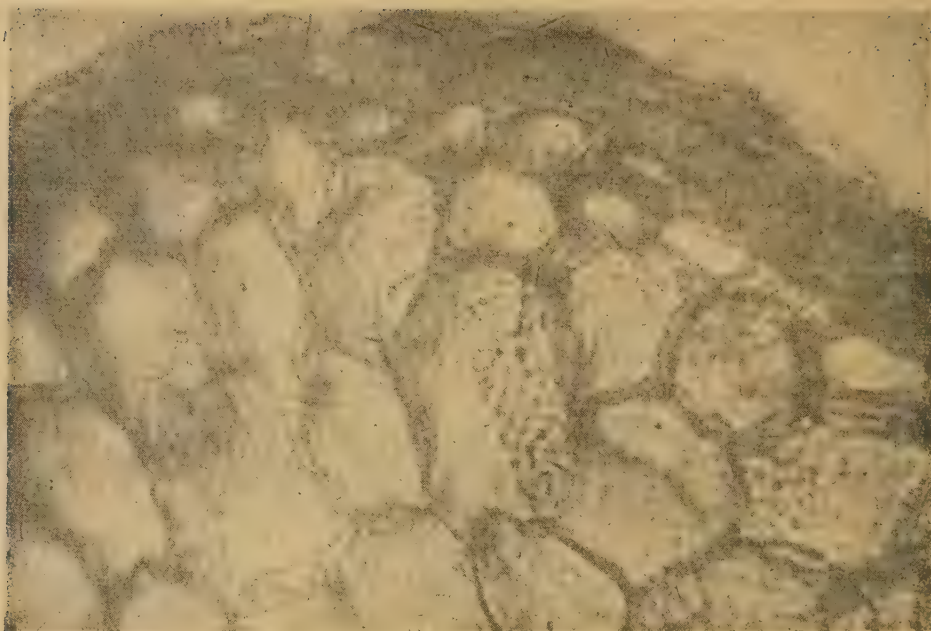
sywnemu trawieniu przez roślinę tak, że grzyb przedstawia się w nich w postaci żółtej masy (ryc. 23). Endoderma i perycykl wypełniony skrobią bez śladów grzyba. Sporadycznie występują korzonki, na których można obserwować próby zawiązywania się mykorhizy ektotroficznej. W tych wypadkach korzonek opłatany jest luźnymi strzępkami z próbą wnikania w głąb.



Ryc. 20. Przekrój poprzeczny korzonka 1-dno rocznej siewki *L. polonica* ze szkółki w G. Świętokrzyskich, ze słabo wykształconą mufką mykorhizy ektotroficznej typu A. Pow. 100 $\times$ (fot. autor.).

U 3-ech letnich siewek ze szkółki w Górach Świętokrzyskich makroskopowo widać krótkie, proste korzonki mykotroficzne, pokryte widoczną gołym okiem mufką grzybową koloru szarego.

Badania anatomiczne wykazały obecność mykorhizy ektotroficznej typu A, z dobrze wykształconą mufką z pseudoparenchymy grzybowej, grubość 25 μ , koloru białło-żółtego, z wyraźną łącznością anatomiczną z korzeniem, uwidoczną przez wnikanie strzępek



Ryc. 21. Fragment pod dużym powiększeniem przekroju z ryc. 20. Widać strzępki grzyba oplatające komórki i tworzące sieć Hartiga. Pow. 440 $\times$ (fot. autor).

między błony komórkowe kory pierwotnej. Sieć Hartiga słabo zaznaczona. Endoderma i perycykl wypełniony skrobią bez śladu grzyba.

* * *

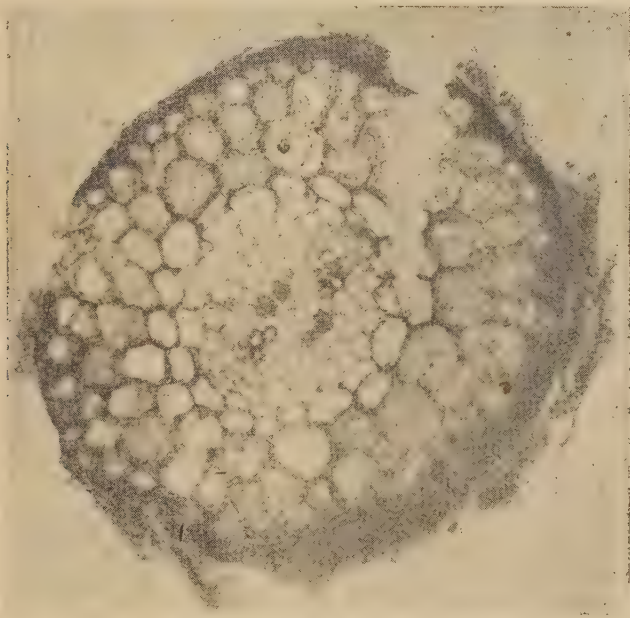
Dalsze badania prowadziłem nad mykorhizą u modrzewia sudeckiego w szkółkach i drzewostanach położonych w Kocich Górach koło Wrocławia, na glebach piaszczystych, dość silnie zbielicowanych, z domieszką cząstek gliniastych w warstwach głębszych i domieszką próchnicy w warstwie kumulacyjnej.

Materiał korzeniowy do badań zbierałem w maju 1951 r. Siewki modrzewia sudeckiego ze szkółek w tym terenie wykazywały bardzo słaby rozwój, często można było obserwować zółknięcie igieł. Wysokość 2-u letnich siewek wahała się w granicach 5—10 cm, 4-o letnich dochodziła do 25 cm.

Badania anatomiczne stwierdziły u siewek 2-u letnich całkowity brak mykorhizy tak ekto- jak i endotroficznej. Sporadycznie tylko występowały tu wokół korzonków luźno ułożone strzępki grzybów z rhizosfery, jednak bez żadnego związku anatomicznego z korzeniem. W wielu wypadkach występowały włosniki

U 4-o letnich siewek z innej szkółki w tym samym terenie Kocich Gór, mikroskopowo stwierdziłem występowanie bardzo słabo wykształconej mykorhizy ektotroficznej typu A, z cieniutką (13 μ) mufką z pseudoparenchymy grzybowej, barwy szarej, i dobrze wykształconą siecią Hartiga. Endoderma i perycykl częściowo wypełniony skrobią, bez śladu grzyba.

W tymże samym terenie Kocich Gór, przeprowadziłem badania nad dobrze rozwijającymi się siewkami modrzewia sudeckiego z samosiewu, w sztucznym drzewostanie mieszanym 60-cio letnim (sosna, dąb, modrzew, jodła). W podroście występuje tu tylko jodła i dąb, odnowienie zaś modrzewia nastąpiło na skutek przypadkowego powstania luki w czasie huraganu.



Ryc. 22. Przekrój poprzeczny korzonka 2-u letniej siewki *L. polonica* ze szkółki w G. Świętckrzyskich z mykorhizą endotroficzną. Widać obfite wypełnienie grzybem wszystkich warstw komórek kory pierwotnej korzonka. Pow. 100 $\times$ (fot. T. Dominik.

U siewek tych już pierwszorocznych, dała się wyróżnić mykorhiza ektotroficzna typu A; makroskopowo w postaci korzonków dichotomicznie rozwidlonych, bez widocznej gołym okiem mufki; mikroskopowo w postaci dobrze wykształconej mufki, barwy popielatej 30 μ grubości, z wyraźną siecią Hartiga (ryc. 24). Endoderma i perycykl wypełniony skrobią bez śladu grzyba.

* * *

Rozważając uzyskane wyniki mogę stwierdzić, że w naturalnym drzewostanie północno zachodniego zbocza Góry Chełmowej znalazłem na korzeniach siewek modrzewia polskiego, pochodzenia naturalnego, w granicach wieku 1—5 lat, bogatą pod względem ilościowym i jakościowym mykorhizę ektotroficzną, przy całkowitym braku mykorhizy endotroficznej nawet u rocznych siewek.



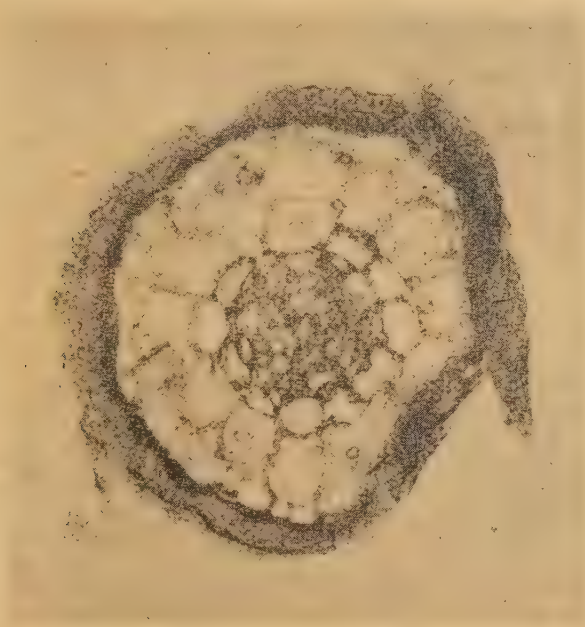
Ryc. 23. Komórki kory pierwotnej wypełnionej trawionym grzybem, u korzonka opisanego na ryc. 22. Pow. 1900 $\times$ (fot. T. Dominik).

Bogactwo krzystnych typów mykorhizy ektotroficznej, jakiego w innych badanych zespołach u siewek modrzewia nie spotykałem, a również Dominik u modrzewia polskiego w Czerniejewie nie podaje, wybitnie świadczy o wpływie zespołu roślinnego na rozwój mykorhiz i ich różnorodność.

Na podstawie wyników badań można wnioskować, że między modrzewiem a mikroflorą glebową na Górze Chełmowej, ustalił się

w ciągu szeregu pokoleń stan ścisłej i wyspecjalizowanej symbiozy, korzystnej tak dla rozwoju modrzewia, jak i grzybów mykorhizowych, czego wynikiem jest dobry rozwój siewek tam rosnących.

Stwierdziłem i opisałem u siewek *Larix polonica*. Rac. na Górze Chełmowej nie notowaną dotąd na modrzewiu mykorhizę ektotroficzną typu D_n zwaną inaczej „czarną mykorhizą“, tworzą przez *Cenococcum graniforme*, a opisaną dotychczas w Szwecji na *Pinus silvestris*, *Pinus strobus*, *Pinus resinosa*, *Picea abies*, *Populus tremula*, *Betula verrucosa*, *Tilia cordata*.



Ryc. 24. Przekrój poprzeczny mykorhizy ektotroficznej typu A u pierwszoroocznych siewek *L. sudetica* z drzewostanu w Kocich Górach. Widoczna mufka grzybowa wokół korzonka. Pow. 100 $\times$ (fot. autor).

Twierdzenie Björkmana (1942) jakoby ten typ mykorhizy występował szczególnie często u drzew ocienionych w drzewostanie i wykazujących słabszy rozwój, nie potwierdza się w moich badaniach, gdyż mykorhiza ta występowała u siewek modrzewia, wykazujących dobry rozwój i rosnących na lukach w pełnym świetle.

Słuszniejszym byłoby tłumaczyć tworzenie mykorhizy D_n u badanych przeze mnie siewek, raczej specyficznym edafonem pierwotnych zespołów leśnych.

Wyda się to tym bardziej wiarogodne gdy weźmiemy pod uwagę stwierdzenie przez Ferdinansen - Winge (według

L i h n e l l a) powszechność występowania *Cenoccocum graniforme* w różnych asocjacjach roślinnych i hipotezy L i h n e l l a o możliwości tworzenia przez *Cenoccocum graniforme* mykorhizy typu D_n nie tylko z gatunkami przez niego i poprzedników zbadanymi, lecz również z masą innych gatunków drzewiastych. Dodając tu jeszcze obserwacje D o m i n i k a i współpracowników nad mykorhizą w różnych zespołach, w których często znajdowano strzępki *Cenoccocum graniforme*, przy korzeniach roślin drzewiastych i zielnych, możemy śmiało jeszcze raz stwierdzić, że tworzenie się mykorhizy D_n uzależnione jest od specyficznych warunków biocenozy.

Rozpatrując mykorhizę u siewek modrzewia polskiego w szkołkach, położonych w naturalnym zasięgu *Larix polonica* w Górach Świętokrzyskich, stwierdzamy bogatą i świetnie wykształconą mykorhizę endotroficzną typu tolypophagicznego.

Ten rodzaj mykorhizy jest jedynym rodzajem u siewek 7-miesięcznych, ale już u siewek rocznych i dwuletnich widzimy próby zawiązywania się mykorhizy ektotroficznej, przy równocześnie dalej panującej, bogatej mykorhizie endotroficznej.

Natomiast 3-y letnie siewki rosnące w tej samej szkółce, wykazują już mykorhizę ektotroficzną przy prawie całkowitym zaniknięciu mykorhizy endotroficznej, która tylko sporadycznie zachowuje się u niektórych siewek.

Zestawiając te wszystkie dane dla rozwoju mykorhizy siewek modrzewia polskiego w szkołkach, położonych w jego naturalnym zasięgu wnioskujemy, że dla siewek modrzewia w hodowli szkółkowej w pierwszych dwóch latach rozwoju mykorhiza ektotroficzna jest zastąpiona mykorhizą endotroficzną, która dopiero zanika u siewek 3-ech letnich, na korzyść mykorhizy ektotroficznej. Prawdopodobnie jest to czas potrzebny na regenerację właściwych grzybów symbiotycznych, zniszczonych przeróbką gleby w szkółce.

Jeśli weźmiemy teraz pod rozważania siewki modrzewia sudeckiego, czy to ze szkółki, czy to z drzewostanów sztucznie zaprowadzonych przez człowieka, choć z zachowaniem charakteru naturalnych drzewostanów mieszanych, leżących poza naturalnym zasięgiem *Larix sudetica* w Kocich Górach i porównamy rozwój ich mykorhizy z rozwojem mykorhizy siewek *L. polonica* z Gór Świętokrzyskich, to zauważymy wyraźne różnice.

Jak już opisywałem w części szczegółowej badań, pierwszoroczne siewki modrzewia sudeckiego z samosiewu, w drzewostanie mieszanym, wykazały tworzenie się bezpośrednio, mykorhizy ektotroficznej typu A, z dobrze wykształconą mufką. Należy więc stwier-

dzić, że siewki te znalazły również tutaj symbionta grzybowego potrzebnego im do rozwoju. Jednakże brak tu tego bogactwa form i typów mykorhizy, warunkowanych różnorodnością grzybów mykorhizowych, jakie obserwowaliśmy na siewkach modrzewia polskiego w drzewostanach Góry Chełmowej.

Jeszcze ciekawiej wypada porównanie mykorhizy siewek modrzewia polskiego ze szkółek w Górach Świętokrzyskich z mykorhizą siewek modrzewia sudeckiego ze szkółek w Kocich Górach.

Złe rozwijające się siewki szkółkowe modrzewia sudeckiego w Kocich Górach, wykazują brak jakichkolwiek mykorhiz. Obserwacje nad nimi wykazały, że żadnych innych przyczyn ich złego rozwoju nie ma, a jedynym możliwym powodem jest właśnie brak mykorhizy, która tak obficie występuje u świetnie rozwijających się siewek szkółkowych modrzewia polskiego w G. Świętokrzyskich. Występująca, zresztą bardzo rzadko, u 4-o letnich siewek szkółkowych modrzewia sudeckiego w Kocich Górach mykorhiza ektotroficzna, jest bardzo słabo wykształcona i widać wybitną różnicę, gdy porównamy ją z świetnie wykształconą mykorhizą ektotroficzną u 3-ech letnich siewek szkółkowych modrzewia polskiego w G. Świętokrzyskich.

Zastanawiając się nad powodami całkowitego braku lub bardzo słabego rozwoju mykorhiz u siewek modrzewia sudeckiego w Kocich Górach, można przypuszczać, że jest to spowodowane brakiem odpowiednich dla modrzewia grzybów symbiotycznych poza jego naturalnym zasięgiem.

S t r e s z c z e n i e

1. Badania anatomiczne dobrze rozwijających się 1—5-cio letnich siewek *Larix polonica* Rac., rosnących w naturalnych zespołach leśnych na Górze Chełmowej, wykazały we wszystkich wypadkach bardzo dobrze wykształconą mykorhizę ektotroficzną typu A, z bogactwem różnorodnych form opilśni.
2. Na siewkach tych znalazłem pozatym mykorhizę ektotroficzną typu D_n, zwaną także „czarną mykorhizą“, tworzoną przez *Cenococcum graniforme*, bardzo dobrze wykształconą i zróżnicowaną na dwie formy.
3. U 6-cio miesięcznych, 1-dno i 2-u letnich siewek *Larix polonica* Rac., hodowanych w szkółkach w Górach Świętokrzyskich i wykazujących bardzo dobry rozwój, zaobserwowano obficie

- występującą mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego, przy czym zaobserwowano u 1-dno i 2-u letnich siewek próby zawiązania się mykorhizy ektotroficznej.
4. U 3-ch letnich siewek *Larix polonica* Rac., rosnących w tychże szkółkach i wykazujących również dobry rozwój, stwierdzono występowanie mykorhizy ektotroficznej typu A.
 5. Badania anatomiczne źle rozwijających się 2-u letnich siewek *Larix sudetica* ze szkółek w Kocich Górach, wykazały całkowity brak mykorhizy tak ekto- jak i endotroficznej.
 6. U 4-o letnich siewek z tychże szkółek, wykazujących słaby rozwój, badania anatomiczne korzeni stwierdziły słabo wykształconą mykorhizę ektotroficzną typu A.
 7. Badania anatomiczne 6-cio miesięcznych i 1-dno rocznych, dobrze rozwijających się siewek *Larix sudetica* z samosiewu w sztucznych drzewostanach mieszanych w Kocich Górach, wykazały występowanie mykorhizy ektotroficznej jednolitego typu A.

Z Zakładu Fitopatologii i Ochrony Roślin
Uniwersytetu we Wrocławiu

Panu Profesorowi Dr Tadeuszowi D o m i n i k o w i składam serdeczne podziękowanie za pomoc i cenne uwagi w pracy.

L I T E R A T U R A

- B j ö r k m a n E. 1942. Über die Bedingungen der Mykorhizabildung bei Kiefer und Fichte. Symb. Bot. Ups. VI : 2.
- C i e s l a r A. 1914. Studien über die Alpen und Sudetenlärche. Cbl. f. d. ges. F. W. 40.
- C i e s l a r A. 1904. Waldbauliche Studien über die Lärche. Cbl. f. d. ges. F. W. 30.
- D o m i n i k T. 1950. Modrzew w lasach czarniejskich pod Gnieznem i dynamika rozwojowa jego mykorhizy. Acta Soc. Bot. Pol. 20, 305—330.
- D o m i n i k T. 1950. Mykorhiza. P. W. R. i L. Warszawa.
- D o m i n i k T. 1951. (praca zbiorowa) Badania mykotrofizmu roślinności wydym nadmorskich i śródlądowych. Acta Soc. Bot. Pol. 21, 125—164.
- D z i u b a ł t o w s k i S. 1935. Guide des excursion en Pologne. XIV Partie Kraków.
- D z i u b a ł t o w s k i S. 1935. Dynamika zespołów leśnych w rejonie Łysogórskim. Praca I Pol. Nauk Zjazd Leś. Poznań.
- E a s t o e H. J. 1941. The mycorrhizal relations of larch. The role of the larch root in the nutrition of *Boletus elegans*. Ann. of Bot.
- G i l b e r t E. J. 1928. La mycologie sur le terrain. Paris.
- H a m m a r l u n d C. 1923. *Boletus elegans* Schum. und *Larix-Mycorrhiza*. Bot. Not.

- H e r m a n n E. 1920. Beitrag zur Biologie und zum forstlichen Verhalten der Lärche in Schlesien. Jahrbuch der Schles. Forstver.
- H a t c h A. A jet-black mycelium forming ectotrophic mycorrhizae. Svensk. Bot. Tidskr 28, Stockholm.
- J a c z e w s k i A. 1933. Osnowy mikologii. Moskwa.
- J e d l i ŋ s k i W. 1922. Modrzew polski. Zamość.
- K o b e n d z a R. 1925. Modrzewina w Małej Wsi pod Grójcem. Las Polski Nr 8.
- K u l e s z a 1927. Modrzew polski na Górze Chełmowej i w Majdowie pod Skarżyskiem. Sylwan XLV.
- L a n g R. 1932. Der Standort der Lärche innerhalb und ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiet. Cbl. f. d. ges. Forstwesen 54, 15—35.
- L i h n e l l D. 1942. Cenococum graniforme als Mykorrhizabildner von Waldbäumen. Symb. Bot. Ups. V: 2, 3—18.
- L i n d q u i s t B. 1937. Om nagra parasitiska marksvampar i nordsvenska Rohmusmarker. Nord. Skogsvard. Tidsk. 2, 289—317.
- M e l i n E. 1921. Über die Mykorrhizenpilze von Pinus silvestris L. und Picea abies (L) Karst. Svensk Bot. Tidskr. Bd. 15, 192—203.
- M e l i n E. 1922. Untersuchungen über die Larix-Mykorrhiza I Sythese der Mykorrhiza in Reinkultur. Svensk Bot. Tidskr. 16.
- M e l i n E. 1925. Untersuchungen über die Larix-Mykorrhiza II. Svensk. Bot. Tidskr. 19.
- M e l i n E. 1925. Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. Jena.
- M e l i n E. 1936. Methoden der experimentellen Untersuchung mykotropher Pflanzen. Abt. XI. Handb. d. biol. Arb. Abt. XI, 1015—1108.
- M o d e s s O. 1941. Zur Kenntnis der Mykorrhizabildner von Kiefer und Fichte. Symb. Bot. Ups. V: 1, 1—146.
- M ö l l e r A. 1929. Der Waldbau. Bd. I. Berlin.
- N a u m o w N. A. 1937. Metody mikologiczeskich i fitologiczeskich issledowanii. Moskwa.
- S c h r e i b e r H. 1921. Beitrage zur Biologie der Lärche. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen.
- S z a f e r W. 1913. Przyczynek do znajomości modrzewi eur-azjatyckich ze szczególnym uwzględnieniem modrzewia w Polsce. Kosmos. 10—12, 1282—1322.
- T y s z k i e w i c z S. 1938. Próby ustalenia wytycznych dla hodowli modrzewia polskiego w Górach Świętokrzyskich. Las Polski Nr 5.

S U M M A R Y

1. 1 to 5 years old seedlings of *Larix polonica* Rac., well growing in natural forest associations of Góra Chełmowa in Poland were the object of anatomical studies. In all cases there could be established a well developed ectotrophical mycorrhiza of the „A” type, with many different forms of fungus mantle, which are dependent on the kind of mycorrhizal fungi present in the soil-microflora.

2. On these seedlings was also found an ectotrophic mycorrhiza of the „D_n“ type named „black mycorrhiza“ caused by *Cenococcum graniforme*. This type of mycorrhiza was well developed and differentiated in two forms.
3. A rich endotrophical mycorrhiza of the tolypophagic type was found by the author on 1 and 2 years old seedlings. Roots of 2 years old seedlings showed the beginning of ectotrophical mycorrhiza. All examined seedlings originated from the tree nurseries in „Góry Świętokrzyskie“.
4. 3 years old seedlings of *Larix polonica* growing well in the above nurseries showed a well developed ectotrophical mycorrhiza.
5. Anatomical studies of some poorly developed 2 years old seedlings of *Larix sudetica*, taken from the tree nurseries in „Kocie Góry“ near Wrocław showed a complete absence both of the ecto- and endotrophical mycorrhiza.
6. 4 years old, weakly growing seedlings of the Sudetean larch taken from the above tree nurseries showed a poorly developed ectotrophic mycorrhiza of the „A“ type.
7. Well growing, self-sown seedlings of *Larix sudetica* 6 and 12 months old, taken from the artificial, mixed forest of „Kocie Góry“ showed the presence of ectotrophical mycorrhiza of the type „A“.

Badania cytologiczne nad rodzajem *Luzula*

Cytological investigations on Luzula

A. MICHALSKA

(Ogród Botaniczny U. W.)

(wpłynęło 3. V. 52)

I WSTĘP

W latach ostatnich dzięki badaniom botaników portugalskich nad *Luzula purpurea* Link. (Malheiros N., De Castro D. i Câmara A. 1947; Malheiros N. i Gardé A. 1947; De Castro D. 1949; De Castro D., Câmara A. i Malheiros N. 1949; De Castro D. 1950; De Castro D. i Mello-Sampayo T. 1951; Noronha-Wagner M. 1949; Mello-Sampayo T., De Castro D. i Malheiros-Garde N. 1951) rodzaj *Luzula* zwrócił uwagę ogółu cytologów. Mianowicie autorzy portugalscy stwierdzili, iż u *Luzula purpurea* o $2n = 6$, chromozomy w czasie mitozy i mejozy zachowują się tak, jakby nie posiadały zlokalizowanego centromeru a posiadały centrometr rozproszony warunkujący zdolność aktywnego ruchu chromozomów wzdłuż całej ich długości. Hipotezę tę uczeni portugalscy potwierdzili badaniami nad zdolnością ruchu fragmentów chromosomalnych otrzymanych przez naświetlanie promieniami X młodych siewek *Luzula purpurea*. (De Castro D., Câmara A., Malheiros N., 1949).

Jak dotychczas rodzaj *Luzula* stanowi w świecie roślinnym jedyny wypadek chromozomów o centromerze rozproszonym, znanych już poprzednio w świecie zwierzęcym w grupie Hemiptera (Hughes-Schrader S. i Ris H. 1941).

Poza tym dalsze badania nad licznymi gatunkami rodzaju *Luzula* wykazały, iż w obrębie rodzaju jedynie *Luzula purpurea* posiada

$2n = 6$, inne zaś gatunki posiadają zazwyczaj wielokrotność liczby 3, jak $2n = 12, 14, 18, 24, 28, 36, 48, 54, 62, 66$ i 72. Badania cytologiczne badaczy portugalskich a z późniejszych także H. N o r d e n s k i ö l d (1951) wykazały wyraźną zależność wielkości chromozomów od ich ilości. Mianowicie wraz ze wzrostem ilości chromozomów proporcjonalnie maleją ich wymiary. Wobec możliwości zwiększania się w rodzaju *Luzula* ilości chromozomów na drodze fragmentacji (dzięki rozproszonemu centromerowi), niektórzy autorzy wysunęli przypuszczenie, iż szereg poliploidalny w rodzaju *Luzula* mógł przynajmniej częściowo powstać na drodze fragmentacji a nie poliploidalności. Z tych względów badania cytologiczne rodzaju *Luzula* mają jeszcze cały szereg problemów do rozwiązania.

Celem mej pracy było zbadanie cytologiczne gatunków *Luzula* rosnących w Polsce i stwierdzenie ich ilości chromozomów, przebiegu mitozy oraz mejozy. Program ten udało się zrealizować jedynie częściowo, gdyż liczby chromozomów dla *L. flavescens* nie udało się ustalić. Badania nad liczbą chromozomów bardzo zmiennej u nas *Luzula campestris* będą podane oddzielnie po zbadaniu większego materiału.

II. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W badaniach posługiwałam się materiałem pochodzącym ze stanowisk naturalnych. Do badań starałam się mieć po kilka roślin pochodzących przynajmniej z dwu różnych stanowisk.

Ilość chromozomów ustalałam obserwując chromozomy somatyczne w stożkach wzrostu korzeni. W tym celu przywoziłam rośliny z terenu i wysadzałam je do doniczek, a następnie utrwalalam wierzchołki korzeni stosując utrwalacze: Benda, Navashin, Helly. Materiał zatopiony w parafinie krajałam na grubość 12μ i barwiłam fioletem krystalicznym wg Newtona. Najlepsze preparaty otrzymałam po utrwalczu Benda i Navashin.

Pąki kwiatowe potrzebne do obserwacji rozwoju ziaren pyłkowych utrwalalam w roztworze Carnoy (alk. abs.-kw. octowy lodowaty 3:1). Utrwalanie trwało pół godziny, następnie przenosiłam je do 70% alkoholu, w którym przechowywałam materiał. Do barwienia używałam karminu i orceiny (1%-we roztwory w 45% kwasie octowym). Preparaty trwałe montowałam w euparalu.

Rysunki wykonywałam przy pomocy aparatu rysunkowego przy powiększeniu $\times 1800$, częściowo zaś odręcznie.

III. WYNIKI BADAŃ

A. M i t o z a

Przebieg mitozy prześledziłam dokładniej u *Luzula spadicea* i *Luzula nemorosa*, gdyż z tych gatunków otrzymałam najlepsze preparaty (rys. 1—4).

Wielkość chromozomów dla gatunków posiadających u nas najniższą liczbę chromozomów $2n = 12$ waha się według moich pomiarów od 2 do 3 μ . Różnice te występują pomiędzy poszczególnymi gatunkami, ale nigdy w obrębie jednego gatunku. Gatunki z liczniejszymi chromozomami $2n = 24$ lub $2n = 36$ posiadają chromozomy drobniejsze (rys. 5—12). Nie podaję odnośnych wymiarów, gdyż leżą one w granicach błędu.

Kontury chromozomów są dość niewyraźne i często można zauważyć połączenia pomiędzy nimi. W płytce metafazalnej widać nieraz smugi łączące ze sobą poszczególne chromozomy najczęściej końcami, w anafazie również można było zobaczyć podobne smugi pomiędzy rozchodzącymi się chromozomami. Słuszne wydaje się twierdzenie Malheiros, Câmara i De Castro, że zjawisko to jest wynikiem występowania w chromozomach półpłynnej, lepkiej substancji matrix (Malheiros N., Câmara A. i De Castro D. 1947 r.).

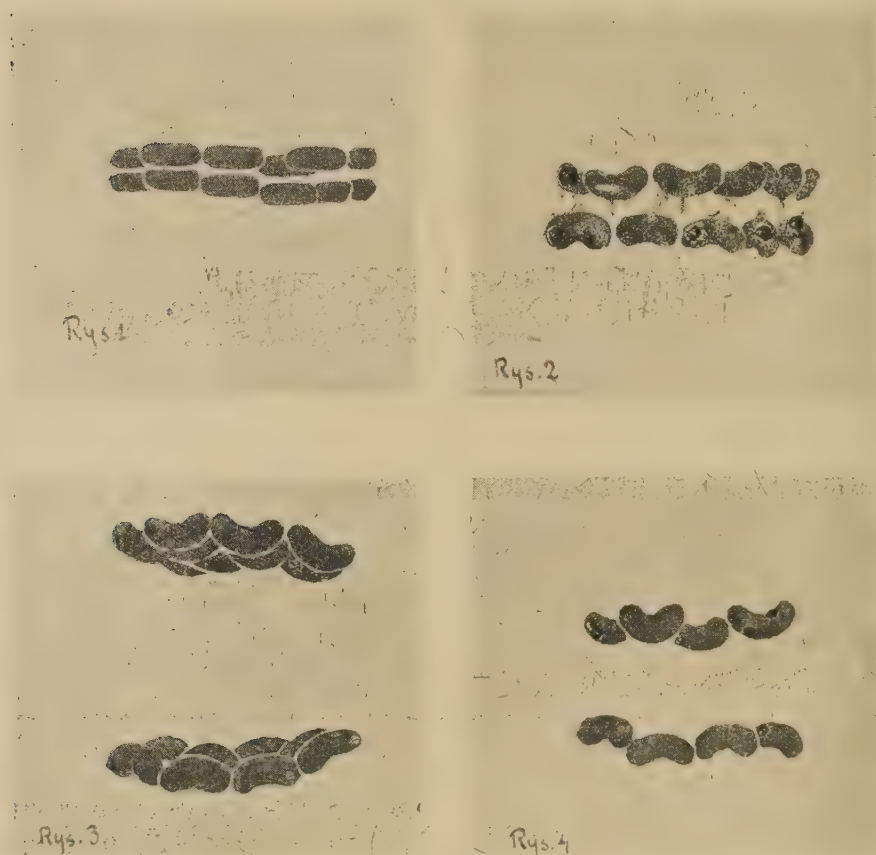
Chromozomy nie posiadają żadnych przewężeń i barwią się całe jednolicie, co wskazywałoby na brak w nich zlokalizowanego centromeru.

W jądrze spoczynkowym widać liczne barwiące się chromocentry. W profazie tworzą się chromozomy o kształtach początkowo bardzo zamazanych. Jąderko jest jedno, stosunkowo duże, również barwiące się intensywnie.

W metafazie chromozomy są spolaryzowane na całej swej długości. Układają się równolegle wzdłuż płytki metafazalnej, robiąc wrażenie jednolitej ciemnej wstęgi. Nieraz są one tak zbite ze sobą, że nie można wyróżnić poszczególnych konturów.

W anafazie chromozomy zaczynają się rozchodzić początkowo równolegle, tworząc dwie ciemne wstęgi — podobnie jak w metafazie. Nie ma w nich miejsc obdarzonych zdolnościami szybszego i wolniejszego rozchodzenia się, które występują w chromozomach ze zlokalizowanym centromerem. U *Luzula* chromozomy rozchodzą się równomiernie na całej swej długości i leżą równolegle obok siebie. Następnie w anafazie końce chromozomów kierują się ku biegunom. U *L. spadicea* nie można tego tak wyraźnie zaobserwować jak

u *L. purpurea*, której chromozomy są prawie trzykrotnie dłuższe. Mniejsze chromozomy *L. spadicea* sprawiają wrażenie drobnych fa-solek wygiętych ku biegunom. Ten kształt jest bardzo charakterystyczny dla chromozomów anafazalnych *Luzula*, co widać na załączonych rysunkach (rys. 1—4). Włókna wrzeciona ułożone są raczej



Rys. 1—4. Podział mitotyczny w stożkach wzrostu korzeni. Rys. 1—3 *Luzula nemorosa* (P a l l.) E. M e y. Rys. 4. *Luzula spadicea* (A l l.) D C. Rysunki wykonane odręcznie, w powiększeniu ok. $\times 5000$. Rysunki te przedstawiają chromozomy leżące w jednym poziomie w płytce).

równoległe i nie widać w nich pochylenia ku biegunom. Wrzeciono podziałowe w metafazie jest tępe, zaokrąglone — dopiero w anafazie końce jego zaostwiają się nieco.

W telofazie chromozomy zbliżają się do siebie i powstają dwa jądra potomne, a we fragmoplaście pojawia się blaszka środkowa.

B. Liczby chromozomów kosmatek rosnących w Polsce

Zainteresowanie jakie w ostatnich czasach wywołała *L. purpurea* skłoniło wielu badaczy do zajęcia się innymi gatunkami *Luzula*. W związku z tymi badaniami zostały ustalone liczby chromozomów dla wielu gatunków *Luzula* pochodzących z terenu Europy,



Rys. 5



Rys. 6



Rys. 7



Rys. 8



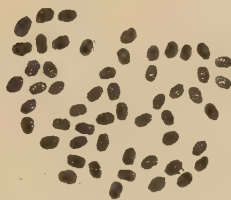
Rys. 9



Rys. 10



Rys. 11



Rys. 12



Rys. 5—12. Rys. 5. *Luzula nemorosa* (P a l l.) E. M e y. $2n = 12$. Rys. 6. *Luzula spadicifera* (A l l.) D C. $2n = 12$. Rys. 7. *Luzula spicata* (L) D C. $2n = 12$. Rys. 8. *Luzula silvatica* (H u d s.) G a u d. $2n = 12$. Rys. 9. *Luzula pallescens* (W a h l b.) B e s s. $2n = 12$. Rys. 10. *Luzula multiflora* (E h r h.) L e j. $2n = 24$. Rys. 11. *Luzula multiflora* (E h r h.) L e j. $2n = 36$. Rys. 12. *Luzula sudetica* (W i l l d.) D C. $2n = 54$.

U. S. A. i Kanady. Między innymi badania te objęły gatunki spotykane również i w Polsce. Wyniki tych badań podają poniżej i porównują z własnymi obserwacjami. W wielu wypadkach dane te są ze sobą zgodne, w innych zaś spotyka się dość duże rozbieżności, co ilustrują podane poniżej cyfry.

L. SILVATICA (H u d s.) G a u d. (= *L. maxima* D C.)

- 2n = 12 W u l f 1939 materiał z terenu Niemiec
 12 N o r o n h a - W a g n e r 1949 Ogórd Bot. Tabor (Czechosł.)
 12 N o r d e n s k i ö l d 1951 — Ogród Bot. Upsala
 Ogród Bot. Göttingen
 Styria, płd.-wsch. Alpy
 12 badania własne — materiał z 3 stanowisk w Tatrach:
 Dolina Białego, Kalatówki, Gubałówka

L. SPADICEA (A l l) D C.

- 2n = 12 N o r o n h a - W a g n e r 1949 — Ogród Bot. Chelsea (Anglia)
 12 N o r d e n s k i ö l d 1951 — dla roślin z terenu Tyrolu, Styrii, Austrii, Szwecji i Ogr. Bot. Gothenburg
 12 badania własne — materiał z 2 stanowisk w Tatrach: Świstówka i Morskie Oko

L. NEMOROSA (P a l l) E. M e y.

- 2n = 12 N o r o n h a - W a g n e r 1949 materiał z Ogr. Bot. Gothenburg
 12 badania własne — materiał z 2 stanowisk: Kadyna pów. Elbląg i Dolina Strążyska w Tatrach.

L. PILOSA (L) W i l l d.

- 2n = 62 S c h e e r e r 1939 (wg L ö v e et L ö v e 1948) teren Śląska, Holsztyna
 72 H a g e r u p 1944 (wg L ö v e et L ö v e 1948)
 66 N o r d e n s k i ö l d 1951 dla roślin z terenu: Szwecji, Finlandii, Tyrolu, Styrii.

Do tej pory nie udało mi się dokładnie ustalić liczby chromosomów dla *L. pilosa*. Mogę powiedzieć tylko, że według moich obliczeń jest ona większa od 50.

L. PALLESCENS (W a h l b) B e s s.

- 2n = 36 N o r o n h a - W a g n e r 1949 materiał z Ogr. Bot. Gothenburg

- 12 Nordenskiöld 1951 dla roślin z terenu Tyrolu, Styrii, Szwecji

- 12 badania własne — materiał z Mieni koło Warszawy

L. MULTIFLORA (Ehrh) Lej.

- 2n = 12 Scheerer 1940 (wg Malheirosa i Gardé 1947 r.)

- 36 Scheerer 1940 (wg Malheirosa i Gardé 1947 r.)

- 18 Brenner 1922 (wg P. F. Maude 1939 r.)

- 24 Nordenskiöld 1951 materiał z terenu Styrii, Kanady, U. S. A., Japonii

- 36 Nordenskiöld 1951 materiał z terenu Styrii, Kanady, U. S. A., Szwecji, Szwajcarii, Normandii

- 24 badania własne — rośliny z Klembowa koło Warszawy

- 36 badania własne — rośliny ze stanowisk: Klembów i Lipki koło Warszawy

W moich obserwacjach otrzymałam obie liczby 24 i 36 dla roślin pochodzących z tego samego stanowiska i morfologicznie bardzo zbliżonych. Podobnie Nordenskiöld podaje parokrotnie obie te liczby dla roślin pochodzących z tego samego stanowiska.

L. SPICATA (L) DC.

- 2n = 24 Böcher 1938 (wg Löve et Löve 1948 r.)

- 24 Sörnsen Wastergaard (wg Löve et Löve 1948 r.)

- 24 Nordenskiöld 1951 dla roślin z terenu Szwecji, Styrii, Tyrolu i U. S. A., (Mt. Washington i Kalifornia)

- 12 Nordenskiöld 1951 Hohe Tauren w Austrii

- 14 Nordenskiöld 1951 Tyrol i Styria

- 12 badania własne — materiał z 2 stanowisk w Tatrach: Przełęcz pod Chłopkiem i Przełęcz Szpiglasowa

L. SUDETICA (Willd.) DC.

- 2n = 36 Löve et Löve 1944 materiał z terenu Szwecji

- 48 Nordenskiöld 1951 materiał z terenu Szwecji, Styrii, Tyrolu

- 54 badania własne — materiał z Doliny Pięciu Stawów w Tatrach.

C. Dojrzewanie ziaren pyłkowych

Rozwój ziaren pyłkowych, który omawiam, obserwowałam u *L. silvatica* (Huds.) Gaud. (rys. 13—15). Nie udało mi się otrzymać w moich preparatach wszystkich kolejnych obrazów. Szczególnie dotyczy to początkowego i końcowego stadium tj. wczesnej profazy pierwszego podziału mejotycznego, a także podziału jądra generatywnego na dwie komórki plemnikowe.

I-szy podział mejotyczny

Rysunek 13a przedstawia komórkę macierzystą pyłku w diakinezie. W tym stadium jąderko zajmuje dużą część jądra, chromozomy ułożone są parami peryferycznie. Można je dokładnie policzyć i wyróżnić chromozom jąderkotwórczy.

W metafazie pary homologicznych chromozomów ułożone są wzdłuż płytki równikowej, tworzą one mniej regularne pasmo niż w metafazie podziału mitotycznego.

W późnej metafazie i na początku anafazy widać w każdej parze homologicznej 4 chromatydę połączone ze sobą w formie pierścienia (rys. 13c). Jest to ciekawe stadium, w którym wydaje się, że 4 chromatydę łączą się końcami tworząc pierścień. Być może, że jest to tylko pozorne zjawisko wywołane połączeniem ich przez lepłą substancję matrix. Nie można wśród nich wyróżnić chromatyd siostrzanych ani homologicznych, gdyż wszystkie cztery są identyczne. Nie udało mi się dokładnie policzyć chromozomów rozchodzących się do obu biegunów, gdyż zakrywały się one wzajemnie. Było ich prawdopodobnie 12, a w każdym razie więcej niż 6 chromozomów zdążających do każdego bieguna (rys. 13d). Musiały to być więc rozdzielone całkowicie, bądź też bardzo luźno ze sobą połączone chromatydę. Zgadza się to z obserwacjami Malheiros, De Castro i Câmara. U *L. purpurea* chromozomów jest o połowę mniej i są one przeszło dwukrotnie większe, dlatego na fotografiach badaczy portugalskich widać wyraźnie po sześć chromatyd dążących do każdego z biegunów.

W późnej anafazie chromozomy *L. purpurea* układają się na biegunach w kształt rozety (Malheiros N., De Castro D. i Câmara A. 1947). Takiej regularnej figury nie znalazłam u *L. silvatica*.

W telofazie dookoła nowopowstających jąder widać w plaźmie silne promieniowanie (rys. 13f). Wytwarzają się duże jądra spoczynkowe kształtu fasoli (rys. 14a). Podział na 2 diady, charakterystyczny dla roślin jednoliściennych, nie następuje. Wulf w swej pracy

nad *Juncus filiformis* zauważył po pierwszym podziale mejotycznym tworzenie się blaszki środkowej, która następnie zanikała (H. D. Wulf 1939). U *L. silvatica* nie zauważyłam we fragmoplaście formowania się blaszki środkowej, ani nawet jej zaczątków.



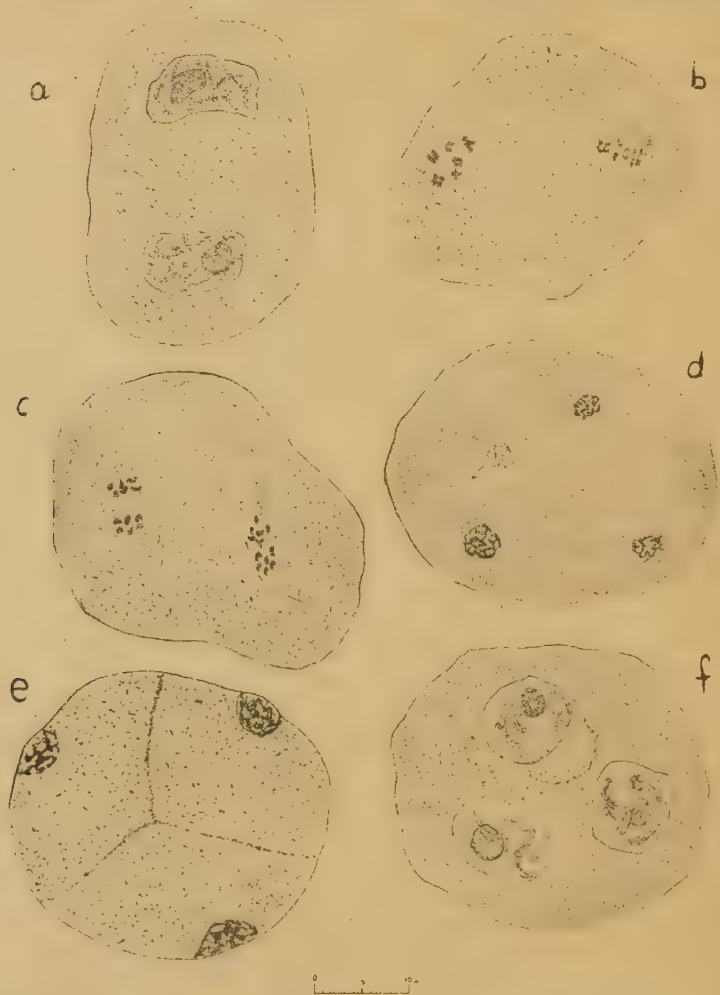
Rys. 13. Dojrzewanie ziaren pyłkowych u *Luzula silvatica* (H u d s.)
G a u d. a) komórka macierzysta pyłku, b—f) pierwszy podział mejotyczny.

II-gi podział mejotyczny

Drugi podział mejotyczny przebiega u *L. silvatica* podobnie jak pierwszy. W metafazie widać wyraźnie 6 chromosomów o podwójnej strukturze. Są one, jak poprzednio, całkowicie spolaryzowane w płycie metafazalnej. Po podziale chromatyd rozchodzą się równolegle i kierują swe końce ku biegunom.

Osie drugiego podziału nie mają stałego kierunku. Mogą być ułożone względem siebie równolegle, prostopadle lub nieco ukośnie (rys. 14b, c).

Po podziale otrzymujemy komórkę z czterema jądrami telofazalnymi ułożonymi tetradycznie. Dokoła nich występują silnie



Rys. 14. Dojrzewanie ziaren pyłkowych u *Luzula silvatica* (H u d s.) G a u d.
a—d) drugi podział mejotyczny, e) diakineza druga, f) profaza trzeciego podziału.

rozwinęte strefy promieniste łączące ze sobą poszczególne jądra tetrady (rys. 14d), podobnie jak w telofazie pierwszego podziału, a nawet jeszcze bardziej wyraźnie. Jest to prawdopodobnie silnie rozwinięty fragmoplast, który ułożył się promieniście dookoła nowopowstałych jąder. To zjawisko widać bardzo wyraźnie we wszyst-

kich tetradach *L. silvatica*. Przypomina ono z wyglądu centrosfery tworzące się wokół centrosomów w czasie podziałów komórek zwierzęcych.

Po pewnym czasie jądra przesuwają się ku peryferiom tetrady, a w plazmie tworzą się przegrody, rozdzielające masę plazmatyczną na 4 komórki tetrady. Wyglądem swoim różnią się one od błony typowej dzielącej tetradę na 4 mikrospory u roślin kwiatowych. Błony te u *L. silvatica* wyglądają jak ciemne wstążki biegnące po powierzchni plazmy (rys. 14e). Jest to prawdopodobnie blaszka środkowa, która wkrótce zanika nie wytwarzając błony pierwotnej. Pozostaje po niej ślad w postaci szczelin widocznych w protoplazmie w następnych stadiach.

Jak już wspomniałam, w anafazie pierwszego podziału można było wyróżnić 12 chromatyd dążących do każdego bieguna, a w metafazie drugiego podziału występowało wyraźnie 6 chromosomów o podwójnej strukturze. Chromatydry musiały się więc połączyć w pewnym momencie.

Badacze portugalscy uważają pierwszy podział mejotyczny *L. purpurea* za wyrównawczy, a drugi za redukcyjny. To odwrócenie podziałów jest według nich cechą charakterystyczną dla *Luzula* spowodowaną występowaniem centromeru rozproszonego (M a l h e i r o s N., D e C a s t r o D. i C â m a r a A. 1947, D e C a s t r o D. 1950).

Nie wiem jednak, czy w przypadku rozproszonego centromeru można w ogóle rozróżnić podziały redukcyjny i ekwacyjny, gdyż w anafazie pierwszej mogą dążyć do tego samego bieguna dwie chromatydry siostrzane lub też dwie chromatydry chromosomów homologicznych. Mogłaby to być raczej kwestia przypadku. Ponieważ u *L. silvatica* jak i u *L. purpurea* wszystkie chromosomy są identyczne, tak że nie można wśród nich rozróżnić par homologicznych ani poszczególnych chromatyd, problem ten uważam za nie rozwiązany.

Mikrosporogeneza

Jądra telofazalne drugiego podziału mejotycznego nie przechodzą do stadium spoczynku. Są one wypełnione barwiącą się intensywnie zbitą masą chromatynową. Chromosomy w nich nie tracą całkowicie swoich konturów i zachowują częściowo swoją strukturę. Jąderka wcale się nie zjawiają (rys. 14e). Bezpośrednio po telofazie jądra przechodzą do następnego, tj. trzeciego, podziału. Wchodząc w stadium profazy jądra przesuwają się ku środkowi tetrady i znacz-

nie rosną. Powstają w nich jąderka i chromozomy o niezwykle dużych wymiarach. Są one wielokrotnie większe od chromosomów metafazalnych, ale barwią się bardzo słabo i niejednolicie. Jedynie drobne ich części są silniej zabarwione (rys. 14f). Stadium to zostało



Rys. 15. Dojrzewanie ziaren pyłkowych u *Luzula silvatica*. (H u d s.) G a u d. a—c) podział mikrospory (3-ci podział dojrzewania), d—e) stadium ośmiojądrowe, f) dojrzałe ziarna pyłku.

nazwane diakinezą drugą przez M a l h e i r o s N., D e C a s t r o D. i C â m a r a A. (1947).

Ten trzeci podział jest mitotyczny, chromozomy zachowują się w czasie jego przebiegu jak w czasie podziałów somatycznych. W metafazie tworzą ciemną, zbitą wstęgę (rys. 15a, b), w anafazie roz-

chodzą się regularnie kierując swe końce do biegunów. Podziały czterech jąder przebiegają w tetradzie równocześnie. Wrzeczona podziałów ułożone są promieniście w środku tetrady. Po podziale otrzymujemy 8 jąder. Cztery jądra wegetatywne ułożone są na zewnątrz, a cztery generatywne w środku (rys. 15c, d). Jądra wegetatywne są o wiele większe, mają kształt fasolkowy i słabo się barwią. Ilość masy chromatynowej jest w nich ta sama co w jądrach generatywnych, ale w tych ostatnich jest ona bardziej skupiona, dzięki czemu mają one małe wymiary i barwią się intensywnie. Na zróżnicowanie się jąder wpływa prawdopodobnie zróżnicowanie protoplazmy. Jak podaje L a C o u r L. F. (1949), odgrywa tu pewną rolę różny stopień zagęszczenia kwasu ribonukleinowego w cytoplazmie komórki. Ułożenie jąder wegetatywnych na peryferiach a jąder generatywnych w centrum tetrady świadczy o pewnej polaryzacji plazmy. Można w niej wyróżnić biegun generatywny w środku i biegun wegetatywny na zewnątrz. Stadium to jest widoczne bardzo wyraźnie na preparatach.

We wszystkich jądrach pojawiają się duże ciemno zabarwione jąderka. W czasie podziału fragmoplasty mają kształty wyraźnie beczułkowate. Nie widać w nich powstawania blaszki środkowej, ale tworzą się cztery jasne, sierpowate szpary oddzielające jądra wegetatywne od generatywnych (rys. 15d). To powstawanie szczelin uważa W u l f H. D. (1939) za artefakt, będący rezultatem wytrącenia się bardziej płynnej części plazmy generatywnej pod działaniem utrwalaczy. Moim zdaniem przypomina to raczej normalny rozwój komórki generatywnej u *Angiospermae*, gdzie po podziale jądra mikrospory fragmoplast wygina się beczułkowato, tworząc błonę odcinającą komórkę generatywną od wegetatywnej. Błona ta ulega następnie resorbcji i pozostaje po niej wolna przestrzeń w postaci szpary, która oddziela komórki. Komórka generatywna przybiera kształt kulisty, odrywa się od ścianki i przesuwa się do środka wegetatywnej. Nie mogłaby tego uczynić, gdyby rozdzielająca je błona nie uległa resorbcji. Błona ta, według S t r a s b u r g e r a, jest natury plazmatycznej. Rozpuszcza się ona w 45% kwasie octowym (S c h n a r f W. 1951). Być może, że u *L. silvatica* sierpowate szpary są właśnie pozostałością po tego rodzaju błonie, która pod działaniem utrwalaczy i barwnika mogła ulec rozpuszczeniu i dlatego nie znalazłam jej na preparatach. W tym stadium widziałam również tworzenie się błony dzielącej tetradę na cztery mikrospory, z których każda zawierała po dwa jądra (rys. 15d, e).

Szczeliny sierpowate po pewnym czasie zanikają, a jądro generatywne, otoczone specjalną drobnoziarnistą plazmą, przesuwają się w stronę jądra wegetatywnego i dzieli się tam na dwie komórki plemnikowe. Procesowi temu towarzyszy wzrost masy plazmatycznej i wytworzenie się egzyny w tetradzie. Samego podziału nie udało mi się uchwycić, ale widziałam tetradę zbudowaną z czterech ziaren pyłkowych po trzy jądra w każdym (rys. 15f).

Na ogół obserwacje moje zgodne są z obserwacjami W u l f a odnoszącymi się do rozwoju ziaren pyłkowych u *Juncaceae*. Różnią się od pracy M a l h e i r o s N., D e C a s t r o D. i C â m a r a A. (1947) w szczegółach dotyczących III-go podziału.

Badacze portugalscy uważają, że profaza III-go podziału przebiega wspólnie dla czterech jąder tetrady, a w metafazie chromosomy łączą się ze sobą końcami tworząc cztery pierścienie. Oba te stadia widać na załączonych w ich pracy mikro fotografiach.

Tego rodzaju zjawiska nie występowały u *L. silvatica*. Ö s t e r g r e n, który jak i portugalczyki pracował nad *L. purpurea*, nie znalazł wyżej wymienionych zjawisk w swoich preparatach. Uważa on, że różnice te mogły być wywołane odrębnymi warunkami hodowli, lub różnicami w genotypie *L. purpurea* (Ö s t e r g r e n G. 1949 r.).

IV. DYSKUSJA

Badania przeprowadzone nad materiałem z 8 gatunków *Luzula* rosnących w Polsce potwierdziły przede wszystkim dotychczasowe obserwacje nad przebiegiem mitozy w rodzaju *Luzula*. Obrazy anafazowego rozchodzenia się chromosomów wskazują na brak zlokalizowanego centromeru u wszystkich gatunków tego rodzaju. Wydaje się więc, że centromer rozproszony jest cechą rodzajową znaną dotychczas w świecie roślinnym tylko w rodzaju *Luzula*. Byłoby kwestią nader interesującą zbadać, jak zachowują się chromosomy w rodzaju *Juncus* i czy cała rodzina *Juncaceae* posiada odrębną strukturę chromosomów.

Co się tyczy liczby chromosomów u różnych gatunków *Luzula*, to dla *L. silvatica*, *spadicea*, *nemorosa*, *pallescens*, *multiflora* i *spicata* stwierdzono występowanie liczb chromosomów poprzednio ustalonych dla danych gatunków z innych stanowisk. Liczba $2n = 54$ znaleziona u *L. sudetica* z Tatr nie była dotychczas znana w obrębie tego gatunku.

Zależność wymiarów chromosomów od stopnia poliploidalności wykazywała wyraźną odwrotną proporcjonalność między ilością chromosomów i ich wymiarami. H. N o r d e n s k i ö l d (1951)

rozporządzająca znacznie większym materiałem porównawczym niż posiadany przeze mnie, wyróżniła w badanym przez siebie materiale następujące typy chromosomów różniących się wymiarami:

Typ AL wielkość chromosomów ca. 2μ dla gatunków o $2n = 12$

Typ BL wielkość chromosomów ca. $1/2$ typu AL

Typ CL wielkość chromosomów ca. $1/2$ typu BL

Stosunki między ilością a wymiarami chromosomów układają się wg. N o r d e n s k i ö l d rozmaicie w poszczególnych gatunkach lub grupach pokrewnych gatunków. N o r d e n s k i ö l d wyróżnia poliploidy zwykłe, gdzie zwiększa się ilość chromosomów bez zmiany w ich wymiarach. Jako przykład podaje ona diploidalną *L. campestris* ($2n = 12$), tetraploidalną *L. multiflora* ($2n = 24$) i heksaploidalną *L. multiflora* ($2n = 36$), które wszystkie posiadają ten sam typ AL chromosomów, bez względu na stopień poliploidalności. Obserwacje moje nad wielkością chromosomów wykazały, iż tetraploidalna *L. multiflora* posiadała o połowę mniejsze chromosomy od gatunków diploidalnych o $2n = 12$, zaś jej forma heksaploidalna wyraźnie mniejsze chromosomy niż forma tetraploidalna. Występowania chromosomów o tych samych wymiarach przy różnym stopniu poliploidalności nie stwierdziłam w żadnej z badanych roślin.

Następnie N o r d e n s k i ö l d wyróżnia tak zwane przez nią poliploidy specjalne, u których wraz z uwielokrotnieniem garnituru chromosomów zmniejszają się odpowiednio wymiary chromosomów. Autorka nazywa to poliploidalnością wewnętrzną (endo-nuclear poliploidy). Zjawisko to występuje powszechnie w badanym przez nas materiale.

Wreszcie N o r d e n s k i ö l d wyróżnia typy aneuploidalne, w których zamiast jednego lub kilku chromosomów typu AL może występować podwójna ilość chromosomów typu BL lub zamiast chromosomów typu BL — odpowiednia podwójna ilość chromosomów typu CL. Jako przykład można przytoczyć za N o r d e n s k i ö l d zbadane przez nią dwie rasy *L. spicata*, z których jedna miała 12 chromosomów typu AL, a druga miała 14 chromosomów w tym 10 typu AL i 4 BL. Podobne przykłady podaje N o r d e n s k i ö l d dla innych gatunków jak *L. oresta* i *L. groenlandica*.

Zjawiska tego w badanym przeze mnie materiale nie stwierdziłam. Zawsze wszystkie chromosomy danego gatunku były mniej więcej jednakowej wielkości. Formy aneuploidalne opisane przez N o r d e n s k i ö l d niewątpliwie wskazują, iż w pewnych wypadkach chromosomy typu BL czy CL mogły powstać z chromosomów

typu AL czy BL na drodze fragmentacji. Czy i w jakim stopniu zjawisko fragmentacji odegrało rolę w powstawaniu typów poliploidalnych w obrębie rodzaju *Luzula* wymaga dalszych badań przede wszystkim eksperymentalnych. Należało by zbadać jak zachowywać się będą wymiary chromosomów po podwojeniu ich liczby np. kolchicyną a następnie jak zachowywać się będą wymiary chromosomów u mieszkańców między gatunkami czy rasami o różnej liczbie chromosomów. Opublikowane w roku 1951 przez Mello-Sampayo, De Castro i Melheiros-Gardé wyniki obserwacji nad autotetraploidalną *L. purpurea* otrzymaną przy pomocy kolchicyny wskazują, iż wraz z podwojeniem liczby chromosomów maleją wyraźnie ich wymiary.

Oprócz fragmentacji u *Luzula* może wchodzić w rachubę zjawisko przeciwne a mianowicie łączenie się mniejszych chromosomów w większe. Ponieważ przeszło połowa zbadanych cytologicznie gatunków *Luzula* posiada $2n = 12$ i jedynie *L. purpurea* posiada $2n = 6$, już w 1949 r. N. Wagner wysunęła przypuszczenie, iż podstawową liczbą diploidalną w rodzaju *Luzula* jest 12, zaś 6 chromosomów *Luzula purpurea* powstało z połączenia się w pary pierwotnych 12 chromosomów. Teoria ta nie ma dotąd żadnego poparcia.

Badania moje nad przebiegiem podziału redukcyjnego w K.M.P. *Luzula silvatica* wykazały w ogólności obraz zgodny z opisami przebiegu mejozy u *Luzula purpurea* podanymi przez badaczy portugalskich i przez Wulfa dla *Juncus*. Jednak przebieg mikrosporogenezy i podziału jąder generatywnych nie jest jeszcze dostatecznie wyjaśniony i w niektórych szczegółach wymaga dalszych, bardziej dokładnych badań.

Całkiem otwarte jest zagadnienie, czy typ chromosomów o rozproszonym centromerze jest bardziej pierwotnym w stosunku do chromosomów o centromerze zlokalizowanym, jak to uważają Lima-de-Faria (1949) i De Castro (1950), czy też na odwrót należy go uważać za zjawisko wtórne. Fakt występowania centromeru rozproszonego w niedużych niespokrewnionych grupach systematycznych, jak *Juncaceae* czy *Hemiptera* wskazuje raczej, iż jest to zjawisko wtórne. Niewątpliwie jednak rodzaj *Luzula* przedstawia interesującą grupę roślin w obrębie roślin kwiatowych, o odrębnym typie chromosomów warunkującym w pewnych wypadkach nowe drogi ewolucyjne, nieznane u roślin o chromosomach z centromerem zlokalizowanym.

SUMMARY

1. The course of mitosis in all investigated *Luzula* species is of the same type as was described by Portuguese authors for *Luzula purpurea* Link. and suggest the lack of the localised centromere in the chromosomes of all *Luzula* species.

2. The somatic chromosome numbers for following *Luzula* species from natural stations in Poland were determined: $2n = 12$ for *L. silvatica*, *L. spadicea*, *L. nemorosa*, *L. pallescens* and *L. spicata*, $2n = 24$ and 36 were found for *L. multiflora*, $2n = 54$ for *L. sudetica* and $2n$ more than 50 for *L. pilosa*.

3. There is a strict inverse relation between chromosomes number and their dimensions.

4. The meiosis and microsporogenesis in *Luzula silvatica* was investigated. It was found, that the first mitotic division in the microspore of this species runs separately for each of the four nuclei.

5. The possibility of the formation of polyploid numbers of chromosomes by the way of chromosomes fragmentation is discussed.

CYTOWANA LITERATURA

- Berger C. A., 1949. The cytology of *Luzula*. Amer. Jour. Bot. 34, 194.
- De Castro D., 1948. Lampbrush chromosomes in plants. Portugaliae Acta Biologica. Série A, 11 259—261.
- De Castro D., Câmara A., Malheiros N., 1949. X-Rays in the centromere problem of *Luzula purpurea* Link. Genética Ibérica. 1, Num. 1, 49.
- De Castro D., 1950. Notes on two cytological problems of the genus *Luzula* DC. Genética Ibérica. 2, Num. 2—3, 201—209.
- De Castro D., Mello-Sampayo T., 1951. Observações sobre *Luzula purpurea* Link. Heterocromatina. Asinapsis. Brotéria. 20 (47), Fascs. II—III.
- La Cœur L. F., 1949. Nuclear differentiation in the pollen grain. Heredity, 3, 319—337.
- Ferreira de Almeida J. L., Mello Sampayo T., 1950. Sobre a diferenciação nuclear nos microsporos de *Luzula purpurea* Link. Boletim da Sociedade Broteriana, 24 (2a série), 323—332.
- Hughes-Schrader S., Ris H., 1941. The diffuse spindle attachment of coccids verified by mitotic behaviour of induced chromosome fragments. J. Exp. Zool. 87, 429—456.
- Lima-De-Faria A., 1949. a) The structure of the centromere of the chromosomes of rye. Hereditas, 35, 77—89.

- Lima - De - Faria A., 1949 b) Genetics origin and evolution of kinetochores. *Hereditas*, 35, 422—444.
- Löve A., Löve D., 1944. Cyto-Taxonomical studies on boreal plants II. Some notes on the chromosome numbers of *Juncaceae*. *Arkiv for Botanik*, 31 B.
- Löve A., Löve D., 1948. Chromosome numbers of northern plant species. Reykjavik.
- Malheiros Nydia, De Castro D., Câmara A., 1947. Cromosomas sem centrômero localizado. O caso da *Luzula purpurea* Link. *Agronomia Lusitana*, 9, Nr 1.
- Malheiros Nydia, Gardé A., 1947. Contribuições para o estudo citológico do género *Luzula* Link. *Agronomia Lusitana*, 9, Nr 1.
- Mello-Sampayo T., De Castro D., Malheiros-Gardé N., 1951. Observações sobre a autotetraploidia induzida pela colquicina em *Luzula purpurea* Link. *Agronomia Lusitana*, 13, 1—11.
- Nordenskiöld H., 1951. Cyto-Taxonomical studies in the genus *Luzula*. *Hereditas* 37, 325—355.
- Noronha-Wagner M., 1949. Subsido para o estudo citológico do genero *Luzula* DC. *Genética Ibérica*, 1, Nr 1.
- Östergren G., 1949. *Luzula* and the mechanizm of chromosome movements. *Hereditas*, 35, 445—468.
- Schnarf K., 1941, Vergleichende Cytologie des Geschlechtsapparates der Kormophyten. Berlin, Bornträger.
- Thomas T., 1950. Centromere precocity in *Luzula*. *Heredity*, 4, 137—138.
- Wulf H. D., 1939. Die Pollenentwicklung der Juncaceen. *Jb. wiss. Bot.* 87, 553—566.

Anabaena Scheremetievi Elenk. w Jeziorze Rożnowskim

Anabaena Scheremetievi Elenk. in the Lake at Rożnów

JADWIGA SIEMIŃSKA

(wpłynęło dn. 12. IV. 52 r.)

Podczas badania planktonu jeziora zaporowego na Dunajcu w Rożnowie w latach 1946—1949 spotykano dość często ciekawy gatunek sinicy *Anabaena Scheremetievi Elenk.* Gatunek ten bardzo zmienny, tworzący szereg form podawany był dotąd tylko z terytoriów ZSSR. Był on przedmiotem badań A. Elenkina i innych algologów rosyjskich. (Podstawowe w tej mierze prace O. Troickiej (1922, 1925) i N. Woronichina (1922) były dla autorki niedostępne). W Jeziorze Rożnowskim wspomniana sinica wykazała również dużą zmienność zarówno w wielkości komórek wegetatywnych, w kształcie i wymiarach heterocyst i komórek przetrwalnych, oraz galaretki otaczającej nici, jak i w kształcie nici.

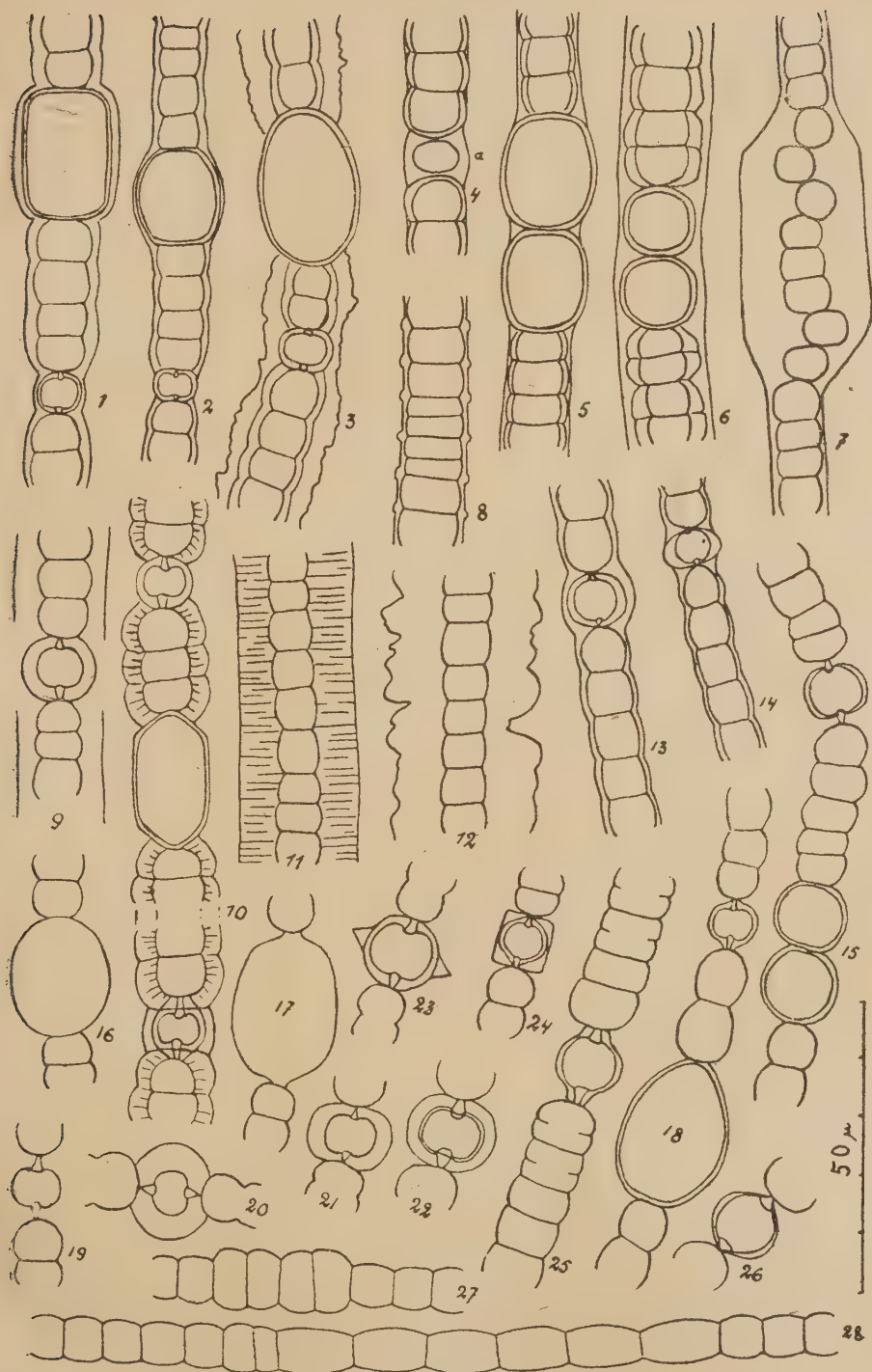
Anabaena Scheremetievi zbierana w różnych porach w Rożnowie posiada nici długości od 0,2—3 mm, rzadko proste, na ogół lekko łukowate lub nieregularnie powyginane. W tym ostatnim przypadku wygięcia są albo łagodne, albo gwałtowne. Nici spiralnie skręconych nie obserwowano.

Komórki są na ogół beczułkowate, przeważnie szersze niż dłuższe, przy czym wymiary ich są zmienne nawet w obrębie jednej i tej samej nici, co jest znaną właściwością tego gatunku. Raz tylko zauważono następowanie po komórkach normalnych szeregu złożonego z sześciu komórek znacznie wydłużonych (rys. 28), czego dotąd u tego gatunku nie obserwowano. Ogółem szerokość komórek waha się w granicach 7—12 μ , długość 4—9 μ (wyjątkowo u wspomnianych bardzo wydłużonych komórek 16 μ). Wymiary te są w zasadzie zgodne z podanymi przez A. Elenkina (1938): 8,5—12 μ (rzadko do

13 μ) szerokości, 6,6—10 μ (rzadko do 11 μ) długości. Komórki zawierają bardzo liczne pseudowakuole, stąd oglądane pod mikroskopem w świetle przepuszczonym robią wrażenie czarnych.

Heterocysty występują dość często, nie są jednak tak regularnie rozmieszczone w nici jak to obserwowала T r o i c k a (cytat u E l e n k i n a 1938); niekiedy nawet bardzo długie nici nie posiadają ani jednej heterocysty, z czym jak się wydaje nie spotkano się dotąd u tego gatunku. Heterocysty są bardzo zmienne zarówno w kształcie jak i w wielkości. Bywają kuliste, owalne lub przypłaszczane, mniejsze, równe lub większe od komórek wegetatywnych. Często są otoczone mniej lub więcej rozdętą otoczką przybierającą kształt owalny lub rombowski, niekiedy są też objęte pochwą nici; rzadko zaopatrzone są w trójkątne lub prostokątne skrzydełka (rys. 1—4, 9, 10, 13—15, 18—26). Kilkakrotnie obserwowano w heterocystach obecność pseudowakuoli, o czym również wspomina E l e n k i n. Wymiary heterocyst wahają się w granicach: szerokość 6—13 μ , z otoczką do 17 μ , długość 5,5—12,5 μ . (Wg E l e n k i n a 8—11 μ średnicy, z owalną otoczką 15,5 μ (rzadko 16,5 μ) szerokości i 11—13,5 μ długości).

Komórki przetrwalne (spory) leżą w różnej odległości od heterocyst, na ogół pojedynczo, niekiedy po dwie (wyjątkowo po trzy) obok siebie (u E l e n k i n a i innych 1—2, niekiedy po 3 lub rzadko po 4 spory obok siebie). U A. Scheremetievi z Jeziora Rożnowskiego znajdowano spory kuliste (rys. 6, 15) o średnicy 12—16 μ (E l e n k i n: 18—22 μ), owalne czyli elipsowate (rys. 2, 3, 16) o szerokości 16—17,5 μ i długości 19—26,5 μ (E l e n k i n: 13—18 μ szer. i 19—24 μ dł.), owalno-cylindryczne (rys. 5) o szerokości 13—14 μ i długości 15—24 μ , cylindryczne (rys. 1) czasem prawie kwadratowe o szerokości 12—14 μ i długości 11—22 μ , owalne względnie cylindryczne cieniejące ku końcom (rys. 10, 17) o szerokości 17—19 μ i długości 24—26 μ , oraz bardzo rzadko jajowate (rys. 18) o szerokości 17 μ i długości 24—25 μ . Niekiedy na jednej i tej samej nici występowały spory różnych typów np. kulista i owalna, owalna i owalna cieniejąca ku końcom, owalna, owalno-cylindryczna i cylindryczna. Spory elipsowate, cylindryczne, czasem cieniejące ku końcom obserwowала T r o i c k a (1922) u formy opisanej przez nią jako var. *macrosporoides*. Wymiary tych spor wynosiły 11,2—17 μ szerokości i 16,8—33,6 μ długości. Spory cylindryczne i jajowate o wymiarach 12—20 μ szerokości i 24—40 μ długości opisał K i s e l e v (1932) jako f. *ovospora* i *cylindrospora*.



(Objaśnienie na str. 190 i 191)

Błona komórek wegetatywnych jest na ogół cienka, bezbarwna, niekiedy jednak bywa po bokach silnie zgrubiała (rys. 4—6) i wtedy jest niebieskawa.

Nici albo nie posiadają pochwy, albo są otoczone pochwą błoniastą, mniej lub więcej przylegającą do komórek (rys. 1—6, 13, 14). zwykle niewidoczną bez podbarwienia (zauważono, że gdy pochwa jest pęknięta lub zniszczona na małej przestrzeni, to krawędzie jej odstają od nici), albo pochwą szeroką, poprzecznie prążkowaną (rys. 10). Pochwa tego ostatniego typu jest zawsze dobrze widoczna, po-

OBJAŚNIENIE DO TABLICY

Anabaena Scheremetievi E l e n k i n.

- Rys. 1. Wszystkie komórki nici objęte luźną, błoniastą pochwą; komórka przetrwalna cylindryczna.
- Rys. 2. Komórki nici za wyjątkiem heterocysty objęte niezbyt luźną, błoniastą pochwą; komórka przetrwalna eliptyczna.
- Rys. 3. Nitka otoczona pochwą błoniastą, oraz delikatną, postrzępioną galaretką widoczną po podbarwieniu. Komórka przetrwalna eliptyczna.
- Rys. 4. Komórki wegetatywne o grubej, niebieskawej błonie, nici otoczone bardzo ciasną pochwą. a — heterocysta?
- Rys. 5. Komórki wegetatywne o grubej, niebieskawej błonie, nici otoczone ciasną, błoniastą pochwą.
- Rys. 6. Komórki wegetatywne o bardzo grubej, niebieskawej błonie, nici otoczone luźną, błoniastą pochwą.
- Rys. 7. Fragment nienormalnie zbudowanej nici.
- Rys. 8. Uwypuklenia pochwy w miejscach stykania się komórek.
- Rys. 9. Nić otoczona szeroką, delikatną pochwą.
- Rys. 10. Komórki wegetatywne nici objęte karbowaną pochwą wykazującą poprzeczne prążkowanie. Komórka przetrwalna cylindryczna cieniejąca ku końcom.
- Rys. 11. Nić otoczona, szeroką, niekarbowaną, poprzecznie prążkowaną pochwą.
- Rys. 12. Nić z szeroką, bardzo delikatną pochwą o nieregularnych karbowaniach.
- Rys. 13, 14. Dwa fragmenty tej samej nici objętej ciasną pochwą.
- Rys. 15. Nić bez pochwy, komórki przetrwalne kuliste.
- Rys. 16. Komórka przetrwalna eliptyczna.
- Rys. 17. Komórka przetrwalna eliptyczna cieniejąca ku końcom.
- Rys. 18. Komórka przetrwalna jajowata.
- Rys. 19—22. Heterocysty.
- Rys. 23. Heterocysta z trójkątnymi skrzydełkami.
- Rys. 24. Heterocysta z prostokątnymi skrzydełkami.
- Rys. 25. Heterocysta z rombowałą otoczką.
- Rys. 26. Heterocysta.
- Rys. 27. Komórki wegetatywne różnej wielkości na jednej nici.
- Rys. 28. Nić zawierająca sześć znacznie wydłużonych komórek.

siada przewężenia zaznaczające kształty komórek; dwukrotnie jednak obserwowano poprzecznie prążkowaną pochwę bez przewężeń (rys. 11). Pochwę błoniastą obserwowano na niciach złożonych zarówno z cienko- jak i grubościennych komórek, pochwę poprzecznie prążkowaną jedynie na niciach złożonych z cienkościennych komórek. Zauważono jedną tylko nitkę, w której większość komórek otoczona była szeroką, poprzecznie prążkowaną pochwą, podczas gdy kilka komórek leżących obok siebie w środkowej partii nici pochwy takiej nie posiadało, a tylko nieco zgrubiałą niebieskawą błonę. Ponadto przy użyciu barwików (np. fioletu gencjanowego lub J + KJ

EXPLANATION OF THE TABLE

Anabaena Scheremetievi E l e n k i n

- Fig. 1. All cells of the thread enveloped in a loose, membraneous sheath; the resting cell is cylindrical.
- Fig. 2. The cells of the filaments except the heterocyst enveloped in fairly loose, membraneous sheath; the resting spore is elliptical.
- Fig. 3. A thread enveloped by a membraneous sheath, as well as by a delicate, frayed jelly, visible after staining. Resting spore is elliptical.
- Fig. 4. Cells with a thick, blueish membrane, the threads surrounded by a very close sheath; a. — heterocyst?
- Fig. 5. Vegetative cells with a thick, blueish membrane, the threads enveloped by a tight membraneous sheath.
- Fig. 6. Vegetative cells with very thick blueish membrane, the filaments enveloped in a loose membraneous sheath.
- Fig. 7. A piece of abnormally built thread.
- Fig. 8. Swelling of the sheath at points of contact of the cells.
- Fig. 9. A filament enveloped in a broad delicate sheath.
- Fig. 10. Vegetative cells of thread enveloped in a delicate indented sheath showing diagonal striping. Resting cell cylindrical, thinning towards the ends.
- Fig. 11. A thread enveloped in a broad, non-indented, diagonally striped sheath.
- Fig. 12. A thread with a broad, delicate sheath with irregular indentations.
- Fig. 13, 14. Two sections of the same thread enveloped in a tight sheath.
- Fig. 15. A thread without sheath; resting spores are spherical.
- Fig. 16. An elliptical resting spore.
- Fig. 17. An elliptical resting spore thinning towards the ends.
- Fig. 18. An egg-shaped resting spore.
- Fig. 19—22. Heterocysts.
- Fig. 23. A heterocyst with triangular wings.
- Fig. 24. A heterocyst with rectangular wings.
- Fig. 25. A heterocyst with rhomboidal envelope.
- Fig. 26. A heterocyst.
- Fig. 27. Vegetative cells of various sizes on one thread.
- Fig. 28. A thread containing six considerably elongated cells.

z dodaniem $ZnCl_2$) uwidacznia się niekiedy bardzo delikatna galaretka obejmująca nić bezkształtną, nieco postrzępioną otoczką (rys. 3). Otoczki takiej nie zauważono nigdy na niciach posiadających pochwę poprzecznie prążkowaną; występowała ona tylko na niektórych koloniach nie posiadających pochwy, lub posiadających pochwę błoniastą. Pochwa błoniasta otacza zarówno komórki wegetatywne, jak heterocysty i spory; pochwa poprzecznie prążkowana obejmuje tylko komórki wegetatywne; postrzępiona, bezkształtna otoczka obejmuje komórki wegetatywne i heterocysty. E l e n k i n, odnośnie wykształcenia pochwy u *A. Scheremetievi* podaje tylko według obserwacji swoich i innych autorów, że nici posiadają zewnętrzną, nieco śluzowatą, prawie niedostrzegalną w wodzie toczkę, niekiedy otoczką jednak jest wyraźna, galaretowata, w formie grubej pochwy i jest dobrze widoczna w wodzie bez podbarwienia. E. L e m m e r m a n n (1910, str. 4) podał w ogólnej części swojej rozprawy o sinicach istnienie radialnego uwarstwienia galaretowatej osłonki u *A. macrospora* uwidaczniające się po zabarwieniu fioletem gencjanowym lub safraniną. Wobec braku rysunku nie można z całą pewnością twierdzić, a tylko przypuszczać, że jest ona podobna do obserwowanej przeze mnie poprzecznie prążkowanej pochwy u *A. Scheremetievi*. Natomiast E l e n k i n, cytując wspomnianą wzmiankę L e m m e r m a n n'a pisze, że jakkolwiek o wykształceniu pochwy u *A. macrospora* nic powiedzieć nie może, to u *A. Scheremetievi* zewnętrzna warstwa otoczki jest zupełnie homogeniczna i żadnego uwarstwienia nie wykazuje.

Spośród form wyróżnionych przez E l e n k i n a znaleziono w Jeziorze Rożnowskim formy *recta* i *incurvata*, formy *spiroides* natomiast nie napotkano. Forma *recta* reprezentowana była przez nici proste i lekko wygięte, forma *incurvata* przez nici w różny sposób powyginane: łukowato wygięte, łagodnie lub gwałtownie powyginane.

Na podstawie kształtu spor wyróżnić można obok tego nici określone przez E l e n k i n a jako subforma *rotundospora*, *ovalispora*, *macrosporoides* i najrzadziej *ovospora*. Prócz tego występowały różne pośrednie kształty komórek przetrwalnych, a zdarzało się także, że na jednej nici występowały komórki przetrwalne różnych typów.

W niektórych okresach różnorodność występujących nici była bardzo duża, kiedy indziej przez dłuższy okres czasu występował tylko jeden typ nici. Występowanie poszczególnych form i subform w czasie badań ilustruje następujące zestawienie.

Występowanie form i subform *Anabaena Scheremetievi* w planktonie Jeziora
Różnowskiego w latach 1946 — 1949

Forms and subforms of *Anabaena Scheremetievi* found in the plankton of the
Różnów Lake during the period 1946 — 1949

Data Date	forma <i>recta</i>	subformae					*	forma <i>incurvata</i>	subformae					*)
		<i>rotundo- spora</i>	<i>oval- spora</i>	<i>macro- sporoides</i>	<i>ovospora</i>	<i>rotundo- spora</i>			<i>oval- spora</i>	<i>macro- sporoides</i>	<i>ovospora</i>			
3.VIII.1946	+													
2.IX	+		+					+	+	+				
25.IX	+							+	+	+			+	
3.XI								+	+	+	+	+		
5.XI								+		+				
2.VI.1947	+							+						
17.VII	+							+						
26.VII														
6.VIII	+													
20.VIII	+													
3.IX	+													
15.IX	+++	++	++	++			++	+++	++	++				
20.IX	+++	+						++	+					
17.IX	++							+						
5.X														
12.X	+													
23.X														
19.VI.1948														
26.VII														
9.VIII														
16.VIII	+													
23.VIII	++													
30.VIII	++													
6.IX	+													
13.IX	+													
19.IX														
27.IX														
4.X														
6.VI.1949														
13.VI	+													
27.VI														
11.VII	+													
25.VII	+													
8.VIII	++		+					+						
22.VIII	++													
29.VIII	+++	+												
5.IX	++		+											

Uwagi — Remarks

∞ zakwit — water bloom
+++ licznie — abundant
++ dość licznie — fairly abundant
+ mało — few

*) inne kształty spor
others kinds of spores

Jezioro Różnowskie jest zbiornikiem młodym, zalanym od 1942 roku. W materiale zebranym przez dr P. Olszewskiego w drugim roku istnienia jeziora tj. w 1943 r. gatunku *Anabaena Schere-*

metievi nie znaleziono (Olszewski 1946, Siemińska 1951). W ciągu czterech późniejszych lat (1946—49) *A. Scheremetievi* występowała co roku (Siemińska 1951).

Po raz pierwszy zauważona została w materiale zebranym w dniach 31. VII — 3. VIII. 46 w bardzo małej ilości. Nici były proste, złożone z cienkościennych komórek, bez pochwy; heterocysty kuliste.

Z początkiem września tegoż roku *A. Scheremetievi* wystąpiła w dużej ilości. Nici były na ogół długie, zwykle znacznie i nieregularnie powyginane. Wymiary komórek były wyraźnie zmienne, często w obrębie tej samej nici: po szeregu komórek mniejszych następował szereg komórek większych. Heterocysty często mniejsze od komórek wegetatywnych, kuliste lub owalne; często nawet długie nici pozbawione były heterocyst. Nici otoczone były pochwą błoniastą, niezbyt ściśle przylegającą do komórek. Przy użyciu barwików uwidacznia się wokół nici delikatna ale szeroka, nieco postrzępiona galaretka. Komórki przetrwalne zwykle cylindryczne, rzadziej kuliste i elipsowate występowały dość często.

Pod koniec września *A. Scheremetievi* wystąpiła masowo. W niektórych partiach jeziora nici wypływające na powierzchnię wody wywołały powierzchniowy zakwit w kolorze oliwkowo-zielonym. Barwny zakwit wystąpił również w jednej z małych i osłoniętych zatoczek. W czasie gdy zakwit w zatoczce zaczął się częściowo rozkładać, pod sino-zielonym kożuchem glonów woda miała kolor rozcieńczonego mleka. Wydzielający się w czasie rozkładu sinic dwutlenek węgla spowodował znaczne obniżenie odczynu (pH) wody: podczas gdy na całym jeziorze odczyn wynosił w tym czasie niezmiennie 8,25, w zatoczce notowano 7,25. Zakwit wystąpił w okresie długotrwałej suszy i słonecznej pogody.

Nici były na ogół bardzo długie, widoczne gołym okiem i zwykle znacznie i nieregularnie powyginane; odcinki nici pomiędzy wygięciami były zwykle prawie proste. Nici proste występowały bardzo rzadko, z reguły były to nici krótkie. Wymiary komórek zmienne, błony komórkowe cienkie. O pochwach trudno cośkolwiek powiedzieć, gdyż próbka była źle zakonserwowana (nici były oblepione osadem wytrąconym z formaliny użytej do konserwowania). Komórki przetrwalne występowały dość często. Najczęściej spotykano spory owalne, owalno-cylindryczne i owalne cieniejące ku końcom, rzadziej kuliste, bardzo rzadko jajowate. Niekiedy na jednej nici występowały spory różnych typów. Spory kuliste mogą częściowo przedstawiać stadia innych typów

spor, ponieważ posiadały na ogół cieńszą błonę komórkową i drobniejsze ziarnistości wewnątrz komórek niż to bywa u spor dojrzałych i występowały nieraz na nitkach posiadających również spory owalne, lub owalne cieniejące ku końcom. Spotykano jednak niekiedy spory kuliste o wyraźnie zgrubiałej błonie i grubych ziarnistościach, co wskazywałoby na ich ostateczne wykształcenie.

Z początkiem listopada (3. XI) znajdowano nici *A. Scheremetievi* jeszcze dość licznie, ale już w dwa dni później znaczniejszy dopływ wody z Dunajca do jeziora spowodował zmniejszenie ilości okazów zwłaszcza w części jeziora położonej bliżej dopływu. Nici prostych w tym czasie nie spotykano. Komórki o grubej niebieskawej błonie otoczone były bardzo ciasno, rzadziej nieco luźniej, postrzępioną, przezroczystą galaretką, widoczną na ogół bez podbarwiania. Być może, że galaretka ta pochodzi ze starzenia się, czy zeszluzowania zewnętrznej warstewki pochwy. Heterocysty otoczone pochwą, na ogół mniejsze od komórek wegetatywnych, kuliste lub spłaszczone obserwowano bardzo rzadko; przeważnie nawet długie nici były ich pozbawione. Spory eliptyczne i cylindryczne występowały dość licznie, zawsze na osobnych niciach. Obserwowano ponadto spory kuliste i prawie kwadratowe, oraz pośrednie między eliptycznymi i cylindrycznymi.

W następnym roku (1947) zaobserwowano *A. Scheremetievi* w niewielkiej ilości z początkiem czerwca. Spotykano powyginane nici kilku typów. Najliczniej występowały nici o cienkościennych komórkach otoczone mniej lub więcej luźną, błoniastą pochwą; mniej licznie nici złożone z komórek o zgrubiałej, niebieskawej błonie otoczone znacznie odstającą błoniastą pochwą. Najrzadziej występowały nici złożone z komórek o cienkiej błonie otoczone poprzecznie prążkowaną pochwą odtwarzającą kształty komórek. Raz tylko zauważono nić prostą o komórkach cienkościennych nie otoczonych pochwą. Napotkano również długą i powyginaną nitkę o cienkościennych komórkach, której część otoczona była pochwą błoniastą przylegającą do komórek, a następna część nici posiadała pochwę rozszerzoną, obejmującą nieregularnie ustawione komórki (rys. 7). Heterocysty obserwowano bardzo rzadko, komórek przetrwałych nie zauważono.

W połowie lipca tegoż roku ilość nici *A. Scheremetievi* była mała. Występowały nici proste i wygięte. Większość nici składała się z komórek o cienkiej błonie nie otoczonych pochwą, bez heterocyst i komórek przetrwałych, natomiast pojedynczo występowały nici złożone z komórek posiadających zgrubiałą, niebieskawą błonę, otoczonych ściśle przylegającą pochwą; w koloniach tych występowały

spory owalne, heterocyst nie zauważono. W planktonie zbieranym pod koniec lipca *A. Scheremetievi* nie znaleziono.

Z początkiem sierpnia znaleziono nieliczne, krótkie, proste nici, których komórki posiadały błony komórkowe cienkie i nie były objęte pochwą. Heterocyst i spor nie zauważono. Pod koniec sierpnia i z początkiem września nici te występowały tylko pojedynczo.

W połowie września *A. Scheremetievi* wystąpiła licznie. Kolonie były na ogół średniej długości, proste, w różnym stopniu łukowato wygięte lub nieregularnie ale łagodnie powyginane. Część kolonii posiadała cienko obłonione komórki nie otoczone pochwą, część złożona była z komórek o grubszej, niebieskawej błonie również nie otoczonych pochwą, pozostałe kolonie utworzone były z komórek o cienkiej błonie otoczonych pochwą karbowaną, poprzecznie prążkowaną. Ponadto znaleziono jedną nitkę stanowiącą przejście pomiędzy dwoma ostatnimi typami: nitka posiadała cienkościenne komórki z poprzecznie prążkowaną, karbowaną pochwą, za wyjątkiem niewielkiej partii środkowej składającej się z kilku komórek otoczonych grubą, niebieskawą błoną. Heterocysty występowały niezbyt licznie i nie na wszystkich niciach, były kuliste lub szersze niż dłuższe, zwykle otoczone delikatną otoczką. Komórki przetrwalne kuliste, eliptyczne lub eliptyczne cieniejące ku końcom występowały dość licznie na wszystkich typach nici.

Pod koniec września ilość nici *A. Scheremetievi* była znacznie mniejsza. Występowały na ogół krótkie nici tych samych trzech typów co poprzednio. Spory znajdowano nielicznie, tylko na niciach prostych, heterocysty nielicznie tylko na niektórych niciach. Na jednej z heterocyst zauważono trójkątne skrzydełka (rys. 23). W ostatnich dniach września i w październiku spotykano jeszcze niekiedy pojedynczo tylko krótkie, proste lub wygięte nici tych samych typów co poprzednio.

W roku następnym (1948) po przerwie od połowy marca zaczęto zbierać materiał dopiero z końcem lipca. *A. Scheremetievi* występowała od połowy września, stosunkowo najliczniej 23 sierpnia. W ciągu tego okresu nici były proste i na ogół długie, złożone z cienkościennych komórek. Heterocysty kuliste lub owalne otoczone były wraz z komórkami wegetatywnymi błoniastą, przylegającą pochwą. Komórek przetrwalnych nie obserwowano.

W ostatnim roku (1949) *A. Scheremetievi* pojawiła się dopiero w połowie czerwca. W ciągu lipca i sierpnia notowana była pojedynczo, pod koniec sierpnia dość licznie i licznie, z początkiem

września ilość znowu nieco się zmniejszyła. Jak kształtował się rozwój w następnych miesiącach trudno sądzić, ponieważ zaprzestano zbierania materiału. W tym ostatnim roku *A. Scheremetievi* posiadała nici lekko powyginane. Tylko pojedyncze nici były silnie łukowato wygięte. Nici były na ogół długie, w okresie najliczniejszego występowania dochodziły do 3 mm długości i widoczne były gołym okiem. Złożone były z komórek o cienkiej błonie, pochwy nie posiadały. Raz tylko zauważono naokoło nici szeroką, bardzo słabo widoczną pochwę o głębokich, nieregularnych karbowaniach, jednak bez poprzecznego prążkowania (rys. 12). Heterocysty kuliste lub owalne, niekiedy otoczone rombowałą otoczką (rys. 25) występowały dość licznie, niekiedy jednak nawet długie nici, zwłaszcza z początkiem września, heterocyst nie posiadały. Spory eliptyczne znajdowano w małych ilościach w materiale z 8 sierpnia i 5 września, dość licznie z 29 sierpnia. W tym samym czasie występowały również pojedynczo dojrzałe spory kuliste.

W wyniku przeprowadzonych obserwacji należy stwierdzić, że *A. Scheremetievi* w Jeziorze Rożnowskim wykazuje z jednej strony dużą zmienność niemal wszystkich cech gatunkowych, z drugiej zaś bardzo nieregularne występowanie poszczególnych form względnie modyfikacji typów nici. Jeśli te różne formy czy też modyfikacje występują w tym samym czasie obok siebie, wówczas nie trudno znaleźć przejścia i powiązać je ze sobą w jeden gatunek o dużej zmienności, bogaty w odmiany i formy. Niekiedy jednak przez dłuższy czas (np. przez cały sezon) występuje tylko jedna forma i wtedy badający nie ma możliwości stwierdzenia ogromnej zmienności gatunku. Spotykając znowu kiedy indziej (w innym sezonie lub w innym roku) odmienne formy nie wiążące się przejściami z pierwszą, natrafia na trudności w zaszeregowaniu ich do właściwej pozycji systematycznej. Trudności te wzrastają jeszcze dlatego, że *A. Scheremetievi* wykazuje bardzo bliskie pokrewieństwo z całą grupą innych gatunków *Anabaena* i nie jest wykluczone, że po bliższym zbadaniu trzeba będzie włączyć przynajmniej niektóre z nich w krąg jej zmienności.

A. Scheremetievi spotkana w Jeziorze Rożnowskim wykazuje duże pokrewieństwo z szeregiem innych gatunków, a w szczególności z *A. caspica*, *A. planctonica*, *A. Wernerii*, *A. Viguierei*, *A. limnetica*, *A. macrospora* i *A. sphaerica*. W związku ze zdarzającymi się mniejszymi wymiarami komórek wegetatywnych i heterocyst od podanych w diagnozie *E l e n k i n a* zbliża się przede wszystkim do *A. Viguierei* jeszcze bardziej, niż to opisuje *E l e n k i n*: zatem

bardzo prawdopodobne jest jego przypuszczenie, że *A. Virguieri* jest tylko jedną z form *A. Scheremetievi*.

Widać z tego, że *A. Scheremetievi* i wszystkie zbliżone do niej gatunki wymagają jeszcze dalszego, szczegółowego opracowywania na różnych terenach. Bowiem dopiero szczegółowe studia mogą wykazać pełny zakres zmienności tego gatunku, która jest, jak się zdaje, jego charakterystyczną cechą. Nie udaje się związać pojawu poszczególnych form *A. Scheremetievi* w Rożnowie z jakimiś określonymi czynnikami zewnętrznymi jak np. porą roku, temperaturą wody i chemizmem wody, choć należałoby wnosić, że tak rozległa skala zmienności u tego gatunku wywoływana jest także czynnikami otoczenia.

Pracownia Rybacka U. J. Kraków.

SUMMARY

The work discusses the occurrence of the blue green alga *Anabaena Scheremetievi* E l e n k. in the artificial lake at Rożnow on the river Dunajec in 1946—1949. This highly mutable species, splitting into a number of forms, has been so far reported only from the territories of the U. S. S. R. In the Rożnow Lake it displayed a considerable degree of mutability equally in the size of the vegetative cells as in the shape and size of the heterocysts and resting spores, as well as in the mucilage surrounding the threads and in the shape of the threads.

Among the three forms specified by E l e n k i n (1938) f. *recta* and f. *incurvata* were found in the Rożnow Lake. F. *recta* was represented by straight and slightly curved threads, and f. *incurvata* by threads bent in an arch-like fashion, as well as irregularly, gently or sharply bent. The length of the threads varied from 0.2—3 mm.

The cells of the threads were on the whole barrel shaped, their width varying from 7—12 μ , and their length 4—9 μ . The sizes changed often within one thread. On one thread the occurrence of a row consisting of 6 cells was observed whose length reached 16 μ (Fig. 28).

The cell membrane was on the whole thin, colourless, sometimes considerably thickened at the sides in which case it was blueish in colour.

Heterocysts occurred fairly frequently and were irregularly arranged in the threads; in some cases even very long threads did

not have heterocysts. Heterocysts varied both in shape and size. They were noted to be spherical, oval or flattened, smaller, similar, or larger than the vegetative cells. They were often surrounded with a more or less swollen envelope assuming an oval or rhomboidal shape, and sometimes they were contained within the sheath of the thread; they were seldom equipped with triangular or rectangular little wings (Fig. 1—4, 9, 10, 13—15, 18—26). The sizes of heterocysts varied within the following limits: width 6—13 μ , with an envelope up to 17 μ , and the length 5,5—12,5 μ .

Resting spores are situated at different distances from the heterocysts, though on the whole singly, sometimes two each, and in exceptional cases three near each other. Spherical spores with a diameter of 12—16 μ were encountered, oval 16—18 μ wide and 19—26,5 μ long, oval-cylindrical of 13—14 μ width and 15—24 μ length, cylindrical, in some cases almost entirely square 12—14 μ wide and 11—22 μ long, oval or cylindrical thinning towards the ends 17—19 μ wide and 24—26 μ long, end very seldom egg-shaped 17 μ wide and 24—25 μ long. With regard to the shape of the spores the following were distinguished in line with Elenkin's descriptions sf. *rotundospora*, *ovalispora*, *macrosporoides* and *ovospora*. In certain periods these forms occurred simultaneously, whereas in some other cases over a long time only some of them occurred (see Table). Their mutability is so considerable that in the cases of occurrence of various spores of intermediary shape, and the occurrence on the same thread of the spores of various types the determination of a subform becomes almost impossible.

The threads either do not have a sheath, or are enveloped in a mucilaginous sheath more or less adhering to the cells (Fig. 1—6, 13, 14), mostly invisible without any stain, or a broad sheath, diagonally intented, reflecting the shapes of the cells (Fig. 10). With the use of stains sometimes a gelatinous, somewhat frayed envelope can be seen round the threads (Fig. 3). In a few cases a sheath evolved in a different way was observed (Fig. 7—9, 11, 12).

Our observations point to the fact that *Anabaena Scheremetievi* in the Rożnów Lake displays on the one hand a high degree of mutability of almost all features of the species, and on the other, it marks an irregular occurrence of individual forms or else modifications. If these various forms or modifications occur at the same time side by side, then it is not difficult to find intermediate stages and to connect them into one species of considerable mutability, rich in forms and subforms. Sometimes, however, over a long time (e. g.

throughout a season) only one form occurs and then the investigator has no possibility of assessing the considerable mutability of the species. If, on the other hand, he encounters on some other occasions (i. e. in other season or other year) different forms not connected by intermediate stages with the first, then he may face difficulties in grouping them into a proper systematic position. These difficulties are further complicated by the fact that *Anabaena Scheremetievi* shows a very close proximity with the entire group of other species of *Anabaena* and it is not impossible that, after a closer investigation, it will be necessary to include at least some of them into its sphere of mutability. Among these species *A. Viguieri* is most related to the species *A. Scheremetievi*.

It is impossible to correlate the occurrence of individual forms of *A. Scheremetievi* in Rożnów with certain definite external factors, as for example, the seasons, the temperature of the water and its chemical composition, though one should work on the assumption that such a large scale of mutability of the species may be produced also by environmental factors.

A. Scheremetievi still requires further study in various territories in order to gain a picture of the full scale of the mutability of the species which is, it seems, its characteristic feature.

CYTOWANA LITERATURA

1. E l e n k i n A. A., 1938. Sinezelenye vodorosli SSSR. Monografija presnovodnych i nazemnych *Cyanophyceae*, obnarużennych w predelach SSSR. Izd. Akad. Nauk SSSR, Special'naja (sistematičeskaja) čast', vyp. I.
2. G e i t l e r L., 1932. *Cyanophyceae*. R a b e n h o r s t's Krypt. Flora v. Deutsch., Oesterr. u. d. Schweiz. 14.
3. G e i t l e r L., 1936. Schizophyceen. L i n s b a u e r's Handbuch der Pflanzenanatomie, II Abt., Bd. VI, I Teilband: *Schizophyta*, B.
4. K i s e l e v I. A., 1932. Beitr. z. Mikroflora d. süd.-östl. Teil d. Laptev-Meeres. Institut Hydrologique: Explor. des mers d'URSS. Leningrad. 15*.
5. K o s i n s k a j a E. K., 1950. K flore presnovodnych vodoroslej okrestnostej g. Kazani. Sporovye rastenija, vyp. 6. Izd. Akad. Nauk SSSR. Trudy bot. inst. im V. L. Komarowa Akad. Nauk SSSR.
6. L e m m e r m a n n E., 1910. Algen I. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. 3. Leipzig.
7. O l s z e w s k i P., 1946. Pierwsze limnologiczne badanie Jeziora Rożnowskiego. Prace Komisji do Badań Naukowych w Rożnowie. 2.
8. P o l j a n s k i j V. I., 1950. K flore vodoroslej Čerepoveckogo rajona Vologodskoj oblast. Sporovye rastenija, vyp. 6. Izd. Akad. Nauk SSSR. Trudy Bot. Inst. im V. L. Komarowa Akad. Nauk SSSR.

9. P o l j a n s k i j V. L., 1950. Materialy k flore vodoroslej g. Kujbyseva oblastnogo. Sporovye rastenija, vyp. 6. Izd. Akad. Nauk SSSR. Trudy Bot. Inst. im. V. L. Komarowa Akad. Nauk SSSR.
10. S i e m i ń s k a J., 1951. The Plankton of the Artificial Lake at the Rożnów Dam. Mém. de l'Acad. Polonaise des sciences et des lettres. Serie B. : Sc. nat. No 18. Cracovie (1952).
11. T r o i c k a j a O. V., 1922. Some biometric. observ. sporulat. *Anab. Scheremetievi* E l e n k. and its new variety var. *macrosporoides* mihi. Bull. Jard. Bot., Petrograd, 21, 3*.
12. T r o i c k a j a O. V., 1925. Quelques observations biométriques sur les hétérocysts de l'*Anabaena Scheremetievi* E l e n k. au point de leurs signification biologique. Arch. Russ. Protistol. Moscou. III. 2*.
13. W o r o n i c h i n N. N., 1922. Note sur la distribution de l'*Anabaena Scheremetievi* E l e n k. Bull. Jard. Bot. Petrograd. XXI. 1*.

* Prace tak oznaczone znane mi są tylko z cytatu u A. Elen'kina 1938.

O skręcie rozdętym

The torsion of the stem

Przyczynek do teratologii pędu

J. W. SZULCZEWSKI

(wpłynęło dn. 18. IV. 52 r.)

Wśród dziwotworów roślinnych skręt rozdęty¹ należy do bardzo rzadkich i z tego powodu do najmniej znanych zjawisk świata roślinnego. Skręt rozdęty przedstawia się jako śrubowate skręcenie pędu, przy czym część ulegająca spaczeniu rozdyma się, a ulistnienie (wraz z rozgałęzieniem) silnie się zniekształca. Tymi właśnie cechami różni się skręt rozdęty od skrętu zwykłego czyli torsii. Ponieważ taki sposób zniekształcania wywołuje w pędzie większe napięcie, łatwo powstają pęknięcia i to nieraz tak znaczne, że zamieniają skręt rozdęty w twór taśmowaty. To właśnie było powodem, że do literatury teratologicznej weszło błędne twierdzenie, jakoby skręt rozdęty był odmianą staśmienia (fascjacji).

Skręt rozdęty występuje prawie wyłącznie na roślinach zielnych i wśród nich ogranicza się do gatunków z pędem wewnątrz pustym i z ulistnieniem naprzeciwległym lub okółkowym. O rzadkości występowania skrętu rozdętego świadczy fakt, że w ciągu przeszło 50 lat poszukiwań wszelkiego rodzaju okazów teratologicznych zetknąłem się z nim tylko 5 razy. Interesujące przy tym jest to, że aż w 3 wypadkach rośliną w ten sposób zniekształconą była przytulia łąkowa (*Galium mollugo* L.). Pierwszy okaz znalazłem w lipcu 1921 roku nad drogą między Skokami a Antoniewem, w powiecie wągrowieckim (Patrz rycina!), drugi w kwietniu 1922 roku na łąkach

¹ Chodzi tutaj o spaczenia, które jako pierwsi opisywali A. Braun i De Vries, a które w niemieckiej literaturze teratologicznej są znane pod nazwą „Zwangsdrehung”. Natomiast zjawiska opisywane pod nazwą Strophomania lub Biostrepis dotyczą wprawdzie także skrętu, lecz niezupełnie identycznego z wyżej opisanym.



golęcińskich pod Poznaniem², a trzeci (w czasie okupacji niemieckiej) w czerwcu 1943 roku w Poznaniu, na łące przy drodze dębińskiej. W lipcu tego samego roku spostrzegłem w szkolnym ogrodzie poznań-

² Był to twór już suchy i uszkodzony i o tyle ciekawy, że z wierzchołka skrętu wyrósł jeszcze pęd normalny, czyli że prócz skrętu wytworzył się na tym okazie jeszcze przeroślak.

skiego gimnazjum im. Schillera na bujnych pędach łąszcza wiechowatego (*Gypsophila panniculata* L.)³ dwa skręty rozdęte na dwóch oddzielnych łodygach tego samego osobnika, które znajdowały się wtedy w początkowym stadium rozwoju i formowały się prawie przez cały miesiąc. Według wtedy poczynionych spostrzeżeń skręt rozdęty jest następstwem anormalnej działalności stożka wzrostu. Normalnie znajdująca się w nim tkanka twórcza dzieli się we wszystkich kierunkach, to jest ku górze i na boki, co powoduje wzrost pionowy. W rzadkich natomiast wypadkach, z przyczyn dotąd nie zbadanych, podział ten ograniczyć się może tylko do dwóch przeciwnych sobie boków, w następstwie czego stożek ulega spłaszczeniu i powstaje tzw. „g r z e b i e ń“, który powoduje staśmienie pędu⁴, bądź też, i to bardzo rzadko, koncentruje się tylko w jednym boku stożka, następstwem czego jest właśnie skręt rozdęty. Ponieważ przy tak zogniskowanym wzroście część wydłużająca się związana jest z partiami słabo lub wcale nie rosnącymi, wydłużenie pędu nie może się odbywać prosto, tylko spiralnie. Liście zaś układu okółkowego nie mogą się zawiązywać razem we właściwych im punktach, lecz wyrastają wtedy pojedynczo w prostej lub spiralnej linii wzdłuż spłaszczonego pędu.

Moim zdaniem w ten sam sposób powstają i skręty zwykłe, a odmienny wygląd pędów rozdętych uwarunkowany jest odmienną budową pędu wyżej wyszczególnionej grupy roślin, które wyłącznie takiemu spaceniu ulegają. Być może, że poza tym są jeszcze inne drugorzędne przyczyny, lecz ponieważ zjawisko to nie było dotychczas systematycznie badane, więc na ten temat na razie więcej powiedzieć nie można.

SUMMARY

The author describes the torsion of the stem, known under the name of „Zwangsdrehung“ and try to explain it by the abnormal construction of the stem-apex, in which the meristem is placed not centrally but on one side.

³ Według O. P e n z i g a, „Pflanzenanatomie“ (II wydanie: Berlin 1921), które to dzieło obejmuje spis wszystkich przed rokiem 1918 znanych przekształceń, na tym gatunku skrętu rozdętego nie znano.

⁴ J. W. Szulczewski, O staśmieniach. (Pozn. Tow. Przyj. Nauk; w druku).

Teratologie kwiatu i przykwiatków u *Caltha palustris* L.

Teratologie des fleurs et des bractées chez Caltha palustris L.

KONSTANTY STECKI i KAZIMIERZ BOGDAŃSKI

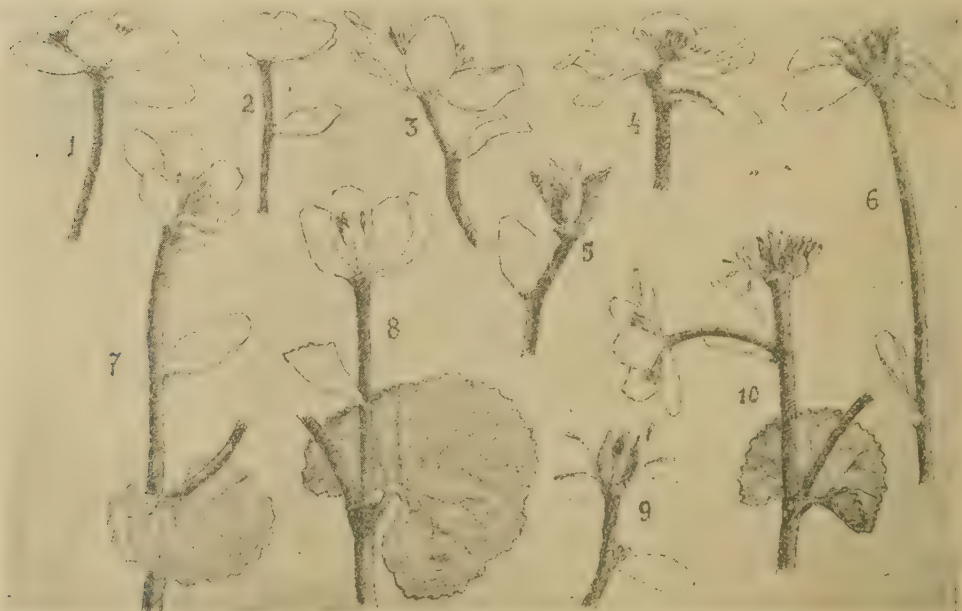
(wpłynęło dn. 27. V. 52 r.)

Teratologie kwiatów i liści w rodzinie jaskrowatych, a między innymi phyllodia okwiatolistków i petalodia liści były nieraz opisywane; znajdujemy czy to u P e n z i g a (1922), czy to w pracach specjalnych wzmianki o nich i opisy niektórych z nich. Ponieważ jednak znaleźliśmy w kwiatach i przykwiatkach jednego gatunku, a mianowicie u *Caltha palustris* L. cały szereg potworności, które tworzą zamknięty cykl przejść od liścia przykwiatkowego do okwiatolistka, który to cykl posiada niewątpliwie pewną wartość taksiteryczną, czyli ewolucyjno-wskaźnikową, a w literaturze nie spotkał się z tak kompletnym zestawieniem, przeto sądzimy, że opublikowanie tych teratologii nie będzie pozbawione wartości, a to tym bardziej, że jaskrowate należą do rzędu *Ranales*, który jak wiemy jest przez większość systematyków uważany za najstarszą filogenetycznie i wyjściową grupę roślin z pośród wszystkich okrytozalążkowych (por. schemat systemu filogenetycznego wg Grossheima w podręczniku Żukowskiego: Botanika 1951, Warszawa, str. 451). „Mimo swej dawności rodzina znajduje się w okresie kształtowania gatunków“. „Wszędzie w tej rodzinie spotykamy się z „chwiejskością cech“ (l. c., str. 464). Toteż sądzimy, że każdy szczegół z dziedziny czy to anatomii, czy morfologii tych roślin jest ważnym dla naświetlenia ich roli w filogenezie okrytozalążkowych i dróg, jakimi ewolucja ich dokonywać się mogła, a wszelkie objawy teratologiczne, które mogą być nawiązane do ich filogenii mają tym większe znaczenie. Z drugiej strony dokładne poznanie praw, rządzących zjawiskami teratologii, może przyczynić się do rozstrzygnięcia zagadnienia, czy opisywane teratologie pozostają, czy nie pozostają w związku z historią rodową roślin.

Opisy nasze opieramy na materiale 124 okazów zebranych w ciągu 3-ch lat przez K. Steckiego w najbliższej okolicy Zakopanego (95 okazów) i w latach 1946—1948 przez K. Bogdańskiego (29 okazów) przeważnie z Wielkopolski z okolic Poznania (Strzeszynek, Kiekrz, Puszczykowo, Gołęczin, Sołacz), a kilka również z Zakopanego.

OPIS MORFOLOGICZNY ZNALEZIONYCH ANORMALNOŚCI

Najslabiej odbiegającymi od normalnych roślin są okazy, w których da się stwierdzić jedynie mniej lub więcej zaawansowana dysplacencja, czyli przemieszczenie jednego okwiatolistka. Znaleźliśmy parę okazów, u których jeden okwiatolistek, wyglądający zupełnie normalnie, był nieznacznie odsunięty od reszty okwiatolistków ku dołowi o 1 do 3 mm, nie zdradzając poza tym innych właściwości, różniących go od reszty okwiatolistków (rys. 1).



Rys. 1—10. Teratologie kwiatu i przykwiatków u *Caltha palustris* L.
Fleurs et bractées teratologiques chez *Caltha palustris* L.

U szeregu dalszych okazów przemieszczenie to było o wiele znaczniejsze i wynosiło od 7 mm do paru centymetrów. Tutaj już dawały się zauważyć pewne szczegóły, różniące ten okwiatolistek od zwykłych. Przede wszystkim w nasadzie takich okwiatolistków, która bywa cokolwiek szerszą niż u zwykłych, dawała się zauważyć na obu brzegach słabo rozwinięta sucha błonkowata brunatna tkanka

identycznie wyglądająca, jak tkanka pochewkowatej nasady normalnego liścia kaczeńca, która w młodocianym stadium rozwoju liścia spełnia rolę ochronną. Tkanka ta u wykazujących dysplacencję okwiatolistków czasem może być ledwo widoczna, czasem jednak rozwija się na długości 1—2 mm po jednym lub po obu brzegach okwiatolistka (Rys. 2, 3, 4, 5, 7).

Dalszym objawem, zdradzającym zmianę charakteru odsuniętego okwiatolistka, jest jego większa trwałość. Często bowiem można znaleźć okazy, u których kwiat po przekwitnięciu opadł, a przesunięty okwiatolistek pozostał na szypułce kwiatowej i nie wykazuje tendencji do opadania (Rys. 5). Stoi to w związku z szerszą nasadą przyrostu do szypułki u teratologicznych okwiatolistków w porównaniu z normalnymi.

Następną cechą jest pojawienie się słabszego lub silniejszego wygięcia szypułki kwiatowej w miejscu, w którym przyrośnięty jest dysplacentowany owocolistek, podobnie, jak to ma miejsce w węzłach łodygi, gdzie przyrastają liście (Rys. 3, 4, 5).

Wyjątkowo ciekawe są te okazy, gdzie odsunięty okwiatolistek zdradza tendencję do zmiany kształtu i choć jeszcze tkanka jego posiada całkowicie charakter tkanki okwiatolistka, komórki posiadają brwik żółty a mezofil nie wykazuje zróżnicowania na miękisz palisa-



Rys. 11—15. Teratologie kwiatu i przykwiatków u *Caltha palustris* L.
Fleurs et bractées teratologiques chez *Caltha palustris* L.

dowy i gąbczasty, to jednak kształt okwiatolistka nie jest już owalnym, lecz jest w zarysie trójkątnym (Rys. 8, 10). Również interesujące są okazy, gdzie od dna kwiatowego ku odsuniętemu okwiatolistkowi występuje smuga tkanki barwnej, tworzącej brodawkowate lub podługowate zgrubienia, jakby ślad drogi, którą odsuwający się okwiatolistek przebył od dna kwiatowego ku swemu ostatecznemu miejscu przyrośnięcia. W wypadku okazu zebranego (Rys. 7) okwiatolistek przesunięty jest w dół o 3 cm.

Dalsze zmiany polegają na tym, że okwiatolistek posiada w swej pachwinie mniej lub więcej normalnie wykształcony kwiat, więc zachowuje się pod tym względem, jak zwykły przykwiatkowy liść u kaczeńca i w zupełności zastępuje jego rolę. Może przy tym łodyżka kwiatu głównego nie wykazywać w miejscu jego przyrostu żadnego odgięcia, jak np. w okazie przedstawionym na ryc. 10 lub wygięcie może być zaznaczone; kwiat wreszcie może być wykształcony normalnie lub być zredukowany do słabego pączka, rozwijającego się w drobne paromilimetrowej wielkości okwiatolistkowe twory (Rys. 9).

Znajdujemy wreszcie okazy, gdzie na dysplacowanym okwiatolistku pojawia się na boku jego blaszki dodatkowy trójkątny ząbek o ± 3 mm bokach, ale zbudowany z tkanek typowych dla liścia, więc ze skórki pozbawionej brodawkowato-soczewkowatych uwypukleń zewnętrznych błon, (które zawsze znajdujemy w komórkach skórki okwiatolistków), z miękiszu zieleniowego palisadowego i gąbczastego i z nerwami na przekroju poprzecznym kolistymi a nie owalnymi jak w okwiatolistkach (Rys. 11). Może być taki okwiatolistek odsunięty od kwiatu o 5 cm, może w kącie swym nie posiadać kwiatu lub też może w zupełności zastępować liść przykwiatkowy i posiadać w swej pachwinie normalny kwiat, a boczny zielony wyrostek może być silniej rozwinięty i na swym brzegu wykazywać ząbkowanie jak na brzegu liścia (Rys. 12).

Wreszcie taki twór o dwojakim charakterze liścia i okwiatolistka może wykazywać znaczną przewagę części liściowej i być wykształcony jak listek przykwiatkowy, z którego jednej strony wykształciła się mniejsza lub większa część blaszki jako tkanka barwna, okwiatolistkowa z wszystkimi jej anatomicznymi cechami. W kątach takiego okwiatolistka może być wykształcony kwiat normalny (Rys. 13 i 14) lub może go braknąć (Rys. 15).

Wreszcie w normalnie poza tym wykształconym przykwiatku może pojawiać się tkanka barwna, okwiatolistkowa, występująca tu

i ówddie wśród tkanki zielonej i widoczna na powierzchni przykwiatka, nie powodująca jednak — po za słabymi żółtawymi plamami — innych zmian w jego kształcie i ogólnym wyglądzie.

Poza opisanymi znaleźliśmy szereg teratologicznych utworów nieco inaczej wykształconych, jak np. pojedynczy okwiatolistek, stojący na szypułce kwiatowej i rynienkowato podłużnie zwinięty (jak na rys. Nr 6), liczne zrosty bądź to w obrębie samych szypulek kwiatowych, bądź łącznie z kwiatami, szczątkowe pączki kwiatowe itp. Ponieważ jednak pozostają one na uboczu naszego szeregu, nie będziemy ich tu opisywać.

BUDOWA ANATOMICZNA

Pod względem budowy anatomicznej utwory teratologiczne kaczeńca posiadają na ogół bądź to charakter budowy okwiatolistka, mianowicie w swych częściach barwnych, bądź też liścia — w częściach zielonych. Różnice w budowie anatomicznej liścia i okwiatolistka u kaczeńca wyrażają się przede wszystkim w różnicach budowy skórki: w liściach jest ona utworzoną po górnej i dolnej ich stronie z komórek o kształtach nieregularnych, o bocznych ściankach esowato powyginanych i zatokowo wchodzących w odpowiednie wygięcia sąsiednich komórek. Szparki oddechowe nie są zorientowane jednolicie w pewnym kierunku i ułożone nie równolegle do brzegu, względnie do osi liścia, gdyż i nerwacja nie jest w liściu równoległa. Jedynie komórki skórki nad nerwami są wydłużone o mniej więcej prostokątnych zarysach.

Komórki skórki okwiatolistków są inaczej zbudowane po górnej niż po dolnej stronie. Po górnej stronie posiadają zarysy mniej więcej prostokątne, wyklinowujące się jednak pod pewnym kątem. Błony komórek na powierzchni okwiatolistka posiadają brodawkowate wypukłości, soczewkowato zaokrąglone i powodujące połysk okwiatolistków przez załamywanie światła. Dolna strona okwiatolistków posiada komórki skórki o zarysach falistych jak w liściu, aparaty jednak szparkowe są ułożone mniej więcej równolegle do brzegu okwiatolistka, gdyż i nerwy są tutaj prawie równoległe. Komórki skórki zarówno po dolnej jak i po górnej stronie okwiatolistka posiadają liczne chromoplasty.

Mezofil w okwiatolistkach wykazuje brak miękiszu palisadowego, który w liściu jest utworzony z jednej zwykle warstwy komórek, składa się więc w okwiatolistku tylko z miękiszu gąbczastego. Komórki posiadają tu chloroplasty mniej liczne niż w miękiszu

gąbczastym liścia i przeważnie odbarwione. Istnieje również wyraźna różnica w budowie nerwów: gdy w liściach nerwy posiadają zwykle na przekroju poprzecznym kształt mniej więcej kolisty, w okwiatolistkach przekroje nerwów mają kształt elipsy wydłużonej w kierunku prostopadłym do powierzchni okwiatolistka, przy czym stosunek osi elipsy bywa nieraz większy niż 1 : 2.

Wszystkie wyżej wymienione cechy dają się stwierdzić w budowie utworów teratologicznych.

Również suchy, błonkowaty, występujący u nasady brzeg teratologicznych przesuniętych okwiatolistków posiada budowę anatomiczną analogiczną do budowy pochwowatych uszkowatych rozszerzeń, występujących u nasady ogonków liściowych kaczeńca i jest zbudowany z mniej więcej prostokątnych lekko wydłużonych komórek.

W niektórych teratologicznych okwiatolistkach w mezofilu wykształcone są normalne chloroplasty, a tkanka mezofilu zawsze jest bardziej luźną niż w liściu. Analogiczną budowę wykazują okwiatolistki w pączku, posiadają bowiem w mezofilu chloroplasty a w skórcie chromoplasty. Zarówno w teratologicznych okwiatolistkach jak w okwiatolistkach w pączku wrażenie wzrokowe barwy bardziej żółtej czy bardziej zielonej zależy od tego, czy zielona barwa chloroplastów przebija przez zewnętrzną warstwę chromoplastów, czy też ciążka zieleni są już częściowo zmetamorfizowane i zielona barwa nie prześwieca. W wypadku młodych okwiatolistków w pączku dochodzi tu jeszcze moment stanu „dojrzałości“ chromoplastów, które za młodu nie są jeszcze dość intensywnie żółte i dzięki temu barwa zielona mezofilu tym silniej jest widoczna.

Okwiatolistki odsunięte od dna kwiatowego są jak zaznaczyliśmy w opisie morfologicznym silniej osadzone niż normalne. Na przekrojach dało się stwierdzić, że nerwy ich bliżej nasady posiadają przekroje poprzeczne typu liści, tj. zbliżone do koła, co niewątpliwie jest skorelowane z mocniejszym i trwalszym osadzeniem okwiatolistka na szypułce kwiatowej, gdyż nerwy są wtedy szersze i mocniejsze. Nasada takiego okwiatolistka jest zwykle silnie zgrubiałą, często po górnej stronie podłużnie sfałdowaną, brzegi jej są błonkowate, a na przekroju w środkowej części zgrubienia nasady widać pewne zagęszczenie nerwów i przechodzenie spłaszczonych nerwów o przekroju eliptycznym w nerwy o przekroju kolistym, właściwe liściom. W pewnych wypadkach można zauważyć silną hipertrofię soczewkowatych brodawek komórkowych (rys. 16).



Rys. 16. Przekrój poprzeczny dysplacowanego okwiatolistka. Przekroje nerwów u nasady koliste, dalej owalne.

Section transversale d'un pétale déplacé. Sections des vaines elliptiques qui après l'union deviennent rondes.

IŁOŚCIOWE WYSTĘPOWANIE TERATOLOGII

Pospolitość występowania opisywanego zjawiska dysplacencji okwiatolistków połączonej z petalodią przykwiatów całkowitą lub częściową, jest uzależniona, jak wynika z kilkoletnich naszych obserwacji, od przebiegu pogody w danym roku i od siedliska. Bynajmniej nie w każdym roku zjawisko to daje się obserwować równie pospolicie. Także w pewnych miejscach, na pewnych stanowiskach można znaleźć większą ilość teratologicznych okazów, na innych wcale się nie spotykają lub są bardzo rzadkie. Zauważyliśmy, że częściej można znaleźć omawiane teratologie tam, gdzie kaczeńce są silniej i bujniej rozwinięte, a więc na łąkach bardziej wilgotnych i o bogatej zawartości próchnicy oraz w latach sprzyjających ich wegetacji.

W Wielkopolsce zjawisko to występuje z częstotliwością około 1 na 5000 kwiatów, co jest wartością średnią opartą na obliczeniach z trzechletnich obserwacji. W górach w pewnych latach występuje o wiele częściej.

Stwierdziliśmy, że u wielu okazów, gdy jeden kwiat, czy jeden pęd na danej roślinie jest dotknięty ową teratologią, to bardzo często również drugi pęd czy kwiat wykazuje podobne czy nieco odmienne nienormalności. Dlatego można przypuszczać, że pośrednią przyczyną i bodźcem do powstania teratologii są zaburzenia w przemianie ma-

terii czy też w rozkładzie tych materiałów budowlanych, które powodują wykształcanie się normalnych kwiatów. Trudno jest tu przypuszczać obecność jakichś pasożytujących organizmów i domyślać się charakteru opisywanych teratologii jako wyrosli o naturze bądź fito- bądź zoocecydów, gdyż nie zostały tu znalezione żadne pasożyty, jak np. w zaobserwowanych i opisywanych przez K. Moldenhawera (1915), deformacjach u stulisza szorstkiego (*Sisymbrium Loeselii* L.). Raczej możnaby przypuścić tu działanie wirusów jako teratogenów, powodujących zaburzenia w wytwarzaniu się i rozkładzie w roślinach substancji kwiatotwórczych.

GDZIE TWORZĄ SIĘ U *CALTHA PALUSTRIS* TERATOLOGICZNE PRZYKWIATKI

Przy zestawieniu opisywanych teratologii u *Caltha palustris* i analizowaniu miejsc, gdzie utwory pośrednie między liściem i okwiatolistkiem powstawały, można stwierdzić, że pojawiają się one zgodnie z pewną regułą w miejscach, które dadzą się przewidzieć.

Kwiatostan knieci posiada charakter wierzchołki, toteż kwiat wierzchołkowy jest zawsze najbardziej rozwinięty. Kryterium pomocniczym do ustalenia miejsca pojawienia się opisywanej teratologii będzie kolejność powstawania kwiatów, którą określamy na podstawie ich umiejscowienia na pędach, stopnia rozwoju, wielkości i głębokości wycinania brzegu blaszki listków przykwiatkowych (przysadek), skracania się ogonków listkowych oraz przebiegu wiązek łykodrzewnych, częściowo widocznych już na powierzchni łodyżek kaczeńca (Rys. 17). Kolejność wytwarzania się zwykłych kwiatów możemy ująć w szereg stadiów:

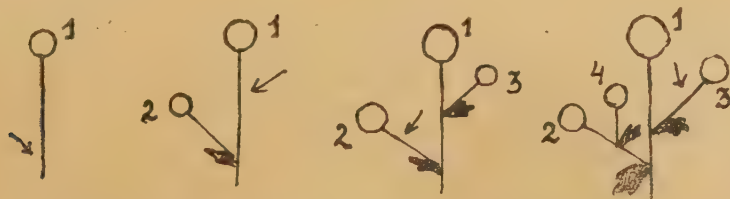
1. Na wierzchołku pędu tworzy się kwiat wierzchołkowy Nr 1.
2. Na szypułce kwiatu Nr 1 tworzy się przysadka, a w jej pachwinie wykształca się nowy kwiat Nr 2.
3. Z dwu istniejących kwiatów kwiat starszy Nr 1 tworzy na szypułce swej przysadkę, a w jej pachwinie powstaje nowy kwiat Nr 3.
4. Z trzech istniejących kwiatów ten starszy, na którego szypułce nie tworzyła się jeszcze przysadka, tj. kwiat Nr 2 tworzy nową przysadkę z nowym kwiatem Nr 4.
5. W dalszych stadiach powstanie nowa przysadka i kwiat Nr 5 według tej samej zasady na szypułce kwiatu Nr 3 i tak dalej w analogicznej kolejności potem znów powstają kwiaty na szypułkach starszych kwiatów.



Rys. 17. Kolejność tworzenia się kwiatów u *Caltha palustris* L.
La succession dans la formation des fleurs chez *Caltha palustris* L.

Otóż stwierdziliśmy, że opisywane teratologiczne twory powstają tam, gdzie znajduje się kolejne miejsce dla utworzenia nowego następnego kwiatu. Gdyby roślina miała siły i dostateczną ilość materiałów plastycznych do wytworzenia większej ilości kwiatów niż w danych warunkach ich wykształciła, to w tym miejscu winienby powstać nowy najmłodszy kwiat. W ten sposób daną teratologię należy rozpatrywać jako wytworzenie się tworu niezupełnego zamiast nowego kwiatu wraz z szypułką.

Na naszym schemacie zaznaczyliśmy strzałkami miejsca, gdzie powstaje kolejny kwiat, względnie, gdzie spotykają się utwory teratologiczne przy odpowiednim licznym wykształceniu kwiatów normalnych (Rys. 18).



Rys. 18. Kolejność tworzenia się kwiatów i miejsca powstawania utworów teratologicznych (oznaczone strzałką) u kaczęca.

Le schéma de la succession dans la formation des fleurs et des endroits dans lesquels se forment des éléments teratologiques (margués par des flèches).

W zebranych przez nas materiale istnieją bardzo tylko rzadkie wyjątki od tej reguły i można je często wytłumaczyć widomym wpływem czynników zewnętrznych, jak uszkodzenie mechaniczne sąsiednich pędów itp.

Taka kolejność przemawia bardzo silnie za teorią *J u l i u s z a S a c h s a* (1882), w której autor ten, ujmując w sposób wybitnie materialistyczny zagadnienie powstawania organów roślinnych i przeciwstawiając się idealistycznym poglądom innych autorów i filozofów (idee Platońskie, późniejsze teorie o planie budowy ustroju, poglądy *D u h a m e l a*, *H a n s t e i n a*, morfologia *S c h i m p e r a* i *B r a u n a* itp.), określa i wiąże przyczyny formowania się organów roślinnych a także tworów teratologicznych z obecnością lub brakiem materialnych substancji organotwórczych.

S a c h s sądzi, że tworzenie się różnych organów roślinnych zależy od wytworzenia się w roślinie odpowiednich budowlanych materiałów organicznych, które wytwarza ona w ograniczonej ilości. że powstawanie korzeni, organów płciowych itp. należy rozpatrywać jako uwarunkowane i zależne od wytworzenia się odpowiednich materiałów twórczych („wir auch die verschiedenen Formen der Blätter, Sexualorganen u. s. w. als durch besondere Bildungsstoffe hervorgerufen betrachten dürfen“ l. c., str. 457). I dalej: formy różnych organów roślinnych są uwarunkowane przez ich materialne własności.

Dziś istotnie wiemy dobrze, że pewne substancje: hormony, auksyny, witaminy muszą być wytworzone w organizmie, by powodować dalszą normalną przemianę materii i dalszy normalny rozwój i normalne wykształcenie się jego organów.

Teoria *S a c h s a* wprawdzie sugerowała bardziej bezpośrednie tworzenie się pewnych specjalnych materiałów budowlanych dla każdego organu, nie ma w niej mowy o odkrytych później różnych działających stymulująco substancjach (jak hormony, auksyny itp.), koniecznych jako czynnik pośredni, powodujący wytwarzanie z materiałów budowlanych organizmu pewnych określonych organów (korzeni, kwiatów), jednak teoria *Sachsa* rozumiana w sensie bezpośrednim czy pośrednim, zupełnie dobrze zgadza się z nowszymi materialistycznymi poglądami.

Twierdzenia *S a c h s a* dobrze odpowiadają również teorii *Ł y s e n k i* o stadialnym rozwoju roślin. Roślina musi w czasie pewnego stadium, czy to termicznego, czy świetlnego, czy też dalszych wytworzyć pewne materiały i substancje pobudzające i uzdalniające ją do przejścia do dalszych stadiów rozwojowych, względnie

do tworzenia dalszych organów, wytworzyć pewne hormony czy auksyny i gdy wytworzy ich dostateczną ilość, nastąpi dalsze stadium rozwojowe.

Mówiąc o potwornościach, sądzi S a c h s (1882), że są one tylko morfologicznym wyrazem zmian, względnie braków, zachodzących przy tworzeniu się pewnych substancji materiałowych lub też, że specjalne materiały dochodzą do miejsc, gdzie normalnie inne substancje organotwórcze winny być doprowadzone i które usuwają właściwe substancje lub się z nimi mieszają (l. c. str. 468). Podobnie sądzi F. H i l d e b r a n d t, mówiąc o teratologiach u *Lilium giganteum*, że gdy warunki nie sprzyjają powstaniu kwiatu we właściwym miejscu, to roślina zużyje przygotowane materiały wyjściowe dla jego wytworzenia w jakimś innym miejscu.

Powstawanie pośrednich tworów u kaczeńca możemy sobie tłumaczyć pewnymi na razie nieokreślonymi zaburzeniami w rozwoju i przemianie materii u rośliny, które powodują albo niedostateczne ilościowo wytworzenie substancji koniecznych do budowy nowego dalszego kwiatu lub zmieszane z innymi tworzą organy o połowicznym charakterze. Jednakże pewna wytworzona ich ilość, choć niedostateczna dla powstania normalnego kwiatu, jest wystarczająca, by wytworzyć zjawisko zaczątkowe, pośrednie, a więc tutaj wykształcenie się części blaszki przysadki w formie tkanki okwiatolistka, względnie powstanie jednego okwiatolistka tam, gdzie winien był powstać cały kwiat wraz z przysadką.

Możemy przypuścić, że roślina wytwarza ilość substancji pobudzających ją do formowania nowych kwiatów w pewnej rytmice ilościowej, zależnej czy to od dziennych więc rytmicznie jej dostarczanych ilości światła, ciepła, czy może też od innych zewnętrznych bliżej nieokreślonych czynników jak wilgoć, napięcia elektryczne, promieniowanie itp. i jeśli owa rytmika wytwarzania odpowiednich ilości hormonów została z pewnych względów zakłóconą czy przerwana i substancje te przestały w odpowiednich dozach tworzyć się w roślinie, wtedy wytworzyła się ilość niedostateczna dla budowy całego nowego systemu przysadki kwiatowej i kwiatu, ale wystarczająca do spowodowania utworzenia się tworu zaczątkowego, teratologicznego. Innymi słowy wytworzyło się pewne kwantum koniecznych substancji niewystarczające dla powstania całego kwiatu, szypułki i przysadki, ale dostateczne dla tworu teratologicznego.

S a c h s (1882) sądzi (l. c. str. 468), że „tłumaczenie tych zjawisk przez atawizm napotyka na duże trudności, a zaburzenia w gospodarce materiałowej rośliny, powodujące teratologiczne utwory,

są wywołane przez czynniki zewnętrzne i teratologie, nie mają nic wspólnego z dziedzicznością czy atawizmem podobnie, jak np. embriony ludzkie z dwoma głowami“.

W interesujących rozważaniach o założeniach, jakie leżą u podstaw morfologii porównawczej S. Kulczyński (1946), broni metody morfologiczno-porównawczej jako metody badającej relacje organów w ujęciu funkcji i sądzi, że „by przewidywać nie potrzebna nam jest zasada przyczynowości... wystarcza... ciągłość funkcji“. Stąd ważną jest rola ciągłości funkcji w poznawaniu zjawisk. Badanie naukowe „to nie poszukiwanie przyczyn jak myślano dawniej, ani proste opisywanie rzeczywistości, jak często mówi się dziś, badanie naukowe to poszukiwanie ciągłości w zawiłości zjawisk“ (l. c. str. 126). „Ciągłości tej“ (czyli jak wynika z myśli przewodniej autora: stosunku ciągłej funkcji) „szukamy dlatego, gdyż ona to pozwala nam przewidywać“ (l. c. str. 132) i dalej: „Pojęcie homologii wykształcone przez morfologię jest to pojęcie czysto topologiczne a zarazem pojęcie ścisłe. Nie ma ono nic wspólnego ani z ontogenezą, ani z ewolucją, ani z żadnymi hipotezami rozwojowo-przyrodniczymi jak to sądzi wielu biologów“ (l. c. str. 128).

Teratologie kaczeńców, jak widzieliśmy, pojawiają się według pewnej zależności topologicznej, więc również mogą być traktowane jako funkcja (w ujęciu Kulczyńskiego). Wykazują również pewną „ciągłość w zawiłości“ tego zjawiska i dzięki temu dadzą się przewidywać niezależnie od takiego czy innego interpretowania przyczynowości tego fenomenu i z tych też względów warto są zanotowania i zbadania.

TERATOLOGIE KACZEŃCÓW W ŚWIECIE TEORII POWSTAWANIA KWIATU

Abstrahując jednak od negatywnego poglądu S a c h s a na znaczenie teratologii dla hipotez filogenetycznych czy ujęcia zjawisk morfologicznych przez K u l c z y ń s k i e g o jako ciągłych funkcji, a biorąc pod uwagę, że zjawiska analogiczne, jak opisywane przez nas, często są rozpatrywane jako pozostające w związku z historią rozwoju roślin, zastanówmy się, jak można by wytłumaczyć ich genezę w świetle najbardziej znanych teorii powstania kwiatu: teorii pseudantium czyli „pozornego kwiatu“ lub „kwiatostanowej“ Wettsteina i teorii euantium czyli anthostrobilusowej „szyszkokwiatowej“ lub nazywanej wprost „kwiatową“.

Jak wiemy, ta ostatnia teoria cieszy się dziś największym uznaniem w oparciu zwłaszcza o badania roślin kopalnych, jak badania

W i e l a n d a nad *Bennettitinae*, pierwszymi nagonasiennymi, posiadającymi kwiaty obupłciowe. Teoria ta jest rozwijana przez wielu najwybitniejszych morfologów--darwinistów. W radzieckiej nauce jest ona uznana obecnie prawie powszechnie za słuszną i według T a c h t a d z i a n a jest ona trwałym dorobkiem materialistycznej nauki. Obie teorie mówią o monofiletycznym pochodzeniu okrytozalążkowych, choć są również zwolennicy polifiletyzmu, jak K u z n i e c o w, który przyjmuje difiletyczne pochodzenie okrytozalążkowych i sądzi, że część ich wytworzyła swe kwiaty tak, jak to zakłada W e t t s t e i n, część zaś zgodnie z teorią euantium, jak twierdzą H a l l i e r, A r b e r, P a r k i n i i.

Nasz szereg teratologii częstością występowania i mnogością przejść od liścia do kwiatu potwierdza przede wszystkim prymitywność budowy kwiatów w rodzinie jaskrowatych i wykazuje w obrębie jednego gatunku ową „chwiejność cech“, o której mówi Ż u k o w s k i, a więc potwierdza filogenetyczną pierwotność tej rodziny, przyjętą przez teorię anthostrobilusową. Szereg opisywanych teratologii potwierdza następnie, że okwiat powstał u kaczeńca z dwóch liściowych, co zresztą w stosunku do kielicha i okwiatu niezróżnicowanego na kielich i koronę przyjmuje również i Wettstein. Łatwość jednak zastępowania liścia przez barwny okwiatolistek typu raczej płątka nasuwać może przypuszczenie, że i w wypadku zróżnicowania okwiatu na kielich i koronę ta ostatnia wytworzyć się mogła podobną drogą ewolucyjną z liści, a nie z przekształcenia pręcików jak chce Wettstein. Również Żukowski wyraża zdanie, że „pełne kwiaty uważane są za dowód liściowego pochodzenia pręcików i słupków“ (l. c. str. 403).

Opisywane więc teratologie kaczeńca przemawiają za słusnością teorii szyszkokwiatowej, a nie posiadają żadnych cech, odpowiadających teorii Wettsteina.

Co się tyczy teorii materiałów organotwórczych Sachsa, to zdaje się nam, że teoria ta nie stoi w istotnej sprzeczności z poglądami powstawania teratologii na drodze atawizmu. Zaburzenia w dopływie materiałów organotwórczych można bowiem wytłumaczyć pojawieniem się atawistycznej skłonności do takiego właśnie wytwarzania czy kierowania owych materiałów, skłonności reaktywowanej w teratologicznych tworach przez zewnętrzne nieznane nam czynniki, powodujące owe zaburzenia. W ten sposób można pogodzić poglądy Sachsa z teoriami atawistycznego pochodzenia teratologii.

Opisywany szereg anormalności kaczeńca rozpatrywany od okwiatolistka do liścia przedstawi nam się jako zjawisko atawistycz-

ne, a więc wyraz dziedziczności, rozpatrywany natomiast od liścia do okwiatolistka — jako wyraz tendencji ewolucyjnych, więc przejaw zmienności. Odgrywają więc tu rolę jakby dwie przeciwstawne, sprzeczne tendencje (szereg więc naszych teratologii może ilustrować dialektyczną zasadę przeciwieństw).

Jeśli chodzi o teorię telomową Z i m m e r m a n n a, według której organy morfologiczne pędowców należy wyprowadzić od wyróżnionych przez tegoż autora u kopalnych Psylophytów telomów i mesomów (Z i m m e r m a n n, 1930), to nasz szereg teratologii nie stoi w żadnej sprzeczności z tą teorią i podobnie jak liść można traktować jako twór powstały czy to przez zrośnięcie się telomów, czy przez ich spłaszczenie, podobnie i teratologiczny okwiatolistek byłby takim tworem, pochodzącym od telomu analogicznie do liścia.

Jeszcze jeden moment podnieść należy. Często przyjmowane dziś poglądy i stosunek do zagadnień filogenezy doskonale charakteryzuje Ż u k o w s k i w swym podręczniku (l. c., str. 454): „Dopóki wszystkie filogenetyczne systemy opierają się na zmianach stopniowych nie zaś skokowych — (jak tego wymaga dialektyka przyrody), żaden z powyższych systemów nie może zgłaszać pretensji do słuszności. W obecnych czasach za anachronizm należy uznać ewolucję opartą o zmiany stopniowe. Niestety nie rozporządzamy jeszcze danymi udokumentowanymi, które by pozwoliły uwzględnić w nowym systemie zmiany skokami“. W wypadku naszych teratologii możemy za takie skokowe przejście od ilościowego nagromadzenia cech do nowej jakości uważać zamianę tkanki zielonej asymilacyjnej na barwną tkankę okwiatolistka. Gdy nagromadzi się dostateczna ilość substancji powodujących zamianę miękiszu asymilującego na barwny, wtedy następuje skok, powstaje nowa jakość: miękisz barwny.

ANALOGICZNE TERATOLOGIE ZNALEZIONE U INNYCH JASKROWATYCH

Analogiczne twory teratologiczne znaleźliśmy u *Trollius transsilvanicus* Schur., *Anemone narcissiflora* L. i *Atragene alpina* L. zebranych w Tatrach.

U paru okazów pełnika (*Trollius*) znaleźliśmy okwiatolistki brzegiem zzieleniałe i porożcinane, identycznie takie, jakie są przedstawione na ilustracji u W. T r o l l a (1928). Dalszą ich charakterystyczną cechą była ich trwałość. Podobnie jak u kaczeńca, również i u pełnika na przekwitłych kwiatach utrzymywały się takie okwiatolistki po opadnięciu wszystkich innych normalnie wykształconych. Ponadto znaleźliśmy okaz o przysadce dłoniasto 3-ój-dzielnej, u któ-

rej jedna z bocznych klap posiadała wzdłuż brzegu na szerokości do 4-ech mm tkankę żółtą okwiatolistkową. Anatomiczne stosunki były dość podobne do stosunków u kaczęńca (Rys. 19).



Rys. 19. Częściowa petalodia podkwiatka u *Trollius transsilvanicus* Schur.
Pétaloïdie partiale d'une bractée chez *Trollius transsilvanicus* Schur.

U *Anemone narcissiflora* L. na drobnym okazie o jednym kwiecie normalnym obok dwu zrosniętych listków podkwiatostanowych pojawił się 1 okwiatolistek zupełnie podobnie wykształcony jak okwiatolistki kwiatu, biało zabarwiony od wewnątrz, lekko różowo od zewnątrz.

Parę kwiatów o jednym okwiatolistku trójklapowym rozciętym prawie do połowy i brzegiem częściowo zzieleniałym zebraliśmy u *Atragene alpina* L.

Teratologie te wykazywały podobne i analogiczne wykształcenie jak opisane u *Caltha palustris* i być może pojawiają się według tych samych zasad co i w tamtym rodzaju. Niestety materiał zebrany jest zbyt skąpy, by o tym mógł rozstrzygać.

WNIOSKI

Najważniejsze uogólnienia niniejszej pracy dają się ująć w następujące punkty:

1. Stwierdziliśmy występowanie u *Caltha palustris* L. szeregu teratologii, polegających na dysplacencji okwiatolistka, pojawieniu się w jego pachwinie kwiatu i występowaniu przysadek w postaci pośredniej między okwiatolistkiem i liściem (częściowa petalodia przysadek).
2. Szereg utworów teratologicznych, ich budowa anatomiczna, trwałość, występowanie suchej błonkowej tkanki po brzegach u nasady, wreszcie pojawianie się kwiatów w ich pachwinach i wytwarzanie się form pośrednich: na pół okwiatolistków, na pół zielonych.

przysadek tworzy całą skalę przejść od okwiatolistka do przysadki.

3. Pojawiają się te utwory według pewnej reguły tam, gdzie mógłby powstać przy silniejszej roślinie najmłodszy kwiat według układu wierzchotkowego.

4. Stąd można przypuścić w myśl założeń J. S a c h s a, że wytworzyła się w roślinie ilość substancji (względnie hormonów) kwiatotwórczych niedostateczna dla uformowania normalnego kwiatu, a wystarczająca dla powstania tworu niekompletnego — teratologicznego.

5. Autorzy przypuszczają, że dla utworzenia normalnego kwiatu konieczne jest pewne kwantum ilościowe tych substancji, że zwykle roślina produkuje ilości koniecznych substancji w pewnej rytmice ilościowej, odpowiadającej rytmice powstawania normalnych kwiatów.

6. Szereg opisywanych teratologii kaczeńca jest przyczynkiem potwierdzającym anthostrobilusową czyli szyszkokwiatową hipotezę powstawania kwiatów, brak natomiast w tym szeregu cech, które by potwierdzały teorię pseudantium W e t t s t e i n a.

7. Szereg opisywanych teratologii nie pozostaje w sprzeczności z teorią telomu Z i m m e r m a n n a, jak również uzyskuje właściwe wytłumaczenie w świetle teorii stadialnego rozwoju roślin Ł y s e n k i. Teza S. K u l c z y ń s k i e g o o ciągłości funkcji w morfologii porównawczej daje się zastosować do szeregu teratologii kaczeńców.

8. Opisywane teratologie kaczeńców mogą być rozpatrywane z jednej strony (w kierunku od okwiatolistka do listka przysadkowego) jako powstałe pod wpływem działania tendencji atawistycznych (więc dziedziczności) oraz rozpatrywane w drugim kierunku (od listka-przysadki do okwiatolistka) jako zmieniające się progresywnie czyli pod wpływem czynników zmienności. Odgrywają więc tu rolę dwie przeciwne tendencje (dialektyczna zasada przeciwieństw).

RÉSUMÉ

1. Les auteurs ont aperçus l'apparition des phénomènes teratologiques chez *Caltha palustris* L., qui constituent à un déplacement d'un élément de perianthe, à l'apparition de la fleur dans son aisselle, à l'apparition des bractées intermédiaires entre un élément de perianthe et la feuille (une pétaloïdie partielle des bractées).

2. Plusieurs formes teratologiques, leur constitution anatomique, leur degré de stabilité sur tige, l'apparition des fleurs dans les aisselles et enfin la formation des formes intermédiaires: des se-

mi-pétales des bractées semi-vertes forment une échelle des éléments intermédiaires entre pétale et bractée.

3. Des formes anormales apparaissent suivant une certaine règle et notamment dans un endroit, où-dans une plante plus forte-il y aurait place d'une fleur la plus jeune (selon le système de la cyme).

4. Delà on peut supposer, que-selon le principe de J. S a c h s dans la plante atteinte, la production des substances (ou mieux des hormones) fleuro-geniques fut insuffisante pour former une fleur normale, mains la quantité produite fut bien suffisante pour former un élément incomplet: teratologique.

5. Les auteurs supposent, que pour la formation, d'une fleur normale faut obligatoirement un quantum de ces substances, et que la plante produit normalement des quantités suffisantes de ces substances dans un rythme quantitativement correspondant au rythme d'apparition des fleurs.

6. La description des certains de ces teratologies aperçus chez *Caltha palustris* constitue une contribution en faveur de la théorie anthostrobilusique (fleuroconique) de la filogenèse d'une fleur et au contraire, il en manque des arguments appuyant la théorie de pseudantium (de Wettstein).

7. Plusieurs de ces teratologies décrits ne restent pas en désaccord avec la théorie de telome de Zimmermann, de même ils acquièrent quelques éclaircissements dans la lumière de la théorie du développement stadial des plantes de Lysenko. La thèse de S. Kulczyński sur la continuité des fonctions dans la morphologie comparée est aussi applicable aux plusieurs cas teratologiques aperçus chez *Caltha palustris*.

8. Les phénomènes teratologiques exposés dans cette publication peuvent être considérés d'une part (dans la direction de pétale à la bractée) comme résultat de l'influence d'action des tendances atavistiques (c'est à dire d'hérédité), et d'autre part, dans une autre direction (à partir de bractée au pétale) comme changement progressif (c'est à dire sous l'influence des facteurs de variabilité) d'un élément atteint. Donc deux tendances opposantes y jouent un rôle.

CYTOWANA LITERATURA

1. Hildebrandt F., Berichte d. deutschen Bot. Ges. Tom XXXI.
2. Kulczyński S., 1946. Roczn. P. A. U., 1939/45. Kraków.
3. Moldenhawer K., 1915. Spraw. z pos. Tow. Nauk. Warszaw. Warszawa.

4. P e n z i g O., 1922. Pflanzenteratologie. Berlin.
5. S a c h s J., 1882. Stoff. u Form d. Pflanzenorgane. Arb. d. bot. Inst. in Würzburg. Lipsk.
6. T r o l l W., 1928. Organisation u. Gestalt im Bereich d. Blüte. Berlin.
7. Z i m m e r m a n n W., 1930. Phylogenie der Pflanzen. Jena.
8. Ż u k o w s k i P., 1951. Botanika. Państw. Wyd. Roln. i Leśne. Warszawa
9. C l a r k H. E., K e r n s K. R., 1942. Science 95. London.

O kilku skalnicach karpackich i bałkańskich

DE NONNULLIS SAXIFRAGIS CARPATICIS ET BALCANICIS

scripsit

STANISŁAWA PAWŁOWSKA

(wpłynęło dn. 10. V. 52 r.)

I. DE SAXIFRAGAE MOSCHATÆ WULF. PROLIBUS CARPATICIS ET BALCANICIS

Saxifraga moschata W u l f. est planta polymorpha, cuius formae cum difficultate distinguuntur et recte aestimantur. Etiam A. E n g l e r et E. I r m s c h e r, egregii viri docti et monographi generis *Saxifragae*, *S. moschatam* tantummodo in longam seriem varietatum et formarum distribuerunt. Quae distributio systema naturale negligit, quippe quae potius in notis singulis posita sit neque naturam geographicam respiciat.

Diversam iniit rationem D. L u i z e t, qui in Francogallia plures formas cum areis regionum positione circumscriptis distinxit easque formas ut proprias species aestimavit.

J. B r a u n - B l a n q u é t, dum in opere: G. H e g i, „Illustrierte Flora von Mittel-Europa“ descriptionem familiae *Saxifragacearum* retractat, *Saxifragam moschatam* in territoriis Alpium et Sudetorum in aliquot subspecies dividit, quae non singulis notis, sed summa notarum distinguuntur, etenim naturam prolium geographicarum prae se ferunt. Quae subspecies sunt: 1) *ssp. linifolia* B r. - B l. (Alpes Helvetiae orientalis, Tiroliae et Vorarlbergiae, solo calcareo); 2) *ssp. Rhodanensis* B r. - B l. (Alpes Occidentales, Jura meridionali-occidentalis); 3) *ssp. pseudoexarata* B r. - B l. (Alpes orientales, solo calcareo); 4) *ssp. basaltica* B r. - B l. (Sudeti, solo basaltico).

Ex eiusdem viri docti tractatione de familia *Saxifragacearum* probabile videtur, *S. moschatam* non solum in Alpibus et Sudetis,

sed etiam in reliqua parte areae suae in proles geographicas partitam esse.

Quod ad montes Carpatos pertinet, sunt iam quaedam indicationes, quae eiusmodi distinctionem testificantur. Iam B. K o t u l a formas duas in Tatris crescentes observavit: una leviter pilosa in solo calcareo vegetans ab eo pro *S. muscoide* L. typica habita est, quae species tamen in Tatris prorsus non invenitur. Altera, appellata „*S. muscoides* ssp. *moschata*“, magna glandulositate insignis, solo granitico provenit. Neque vero B. K o t u l a has formas diligentius inquisivit praeter mentionem in suo libro: „Distributio Plantarum vasculosarum in Montibus Tatricis“ (Kotula 1889—90). Multo serius R. S o ó e Tatris subspeciem *Dominii* S o ó descripsit, quae — secundum mea studia — proli a B. Kotula in solo calcareo observatae respondet. E Carpatis Orientalibus J. Braun-Blanquet ssp. *Rhei* (S c h u r) B r. - B l. commemorat.

E Peninsula Balcanica deerant indicia ad *S. moschatam* in proles geographicas differentiatam pertinentia.

Qua re impulsa sum, ut materiam herbariorum eius speciei ex area carpatica et balcanica contempler et considerem. Ex meis studiis elucet *S. moschatam* W u l f. in Carpatis et in Peninsula Balcanica pari modo atque in Alpibus differentiatam esse in proles geographicas. Differentiae inter eas plantas conspiciuntur in habitu, forma foliorum, longitudine et latitudine, forma et dislocatione laciniarum, longitudine et latitudine partis indivisae foliorum. Porro proveniunt differentiae in densitate pilositatis, forma pilorum glandulorum, forma et magnitudine inflorescentiae, in ipsis floribus eorumque colore, forma et magnitudine petalorum et sepalorum, proportionem sepalorum pro hypanthio. Notae, quibus subspecies *S. moschatae* secernuntur, sunt parvi quidem momenti; tamen si omnes summatim considerantur, permittunt, ut proles sat bene circumscriptae distinguantur.

In clavi et in descriptionibus, quae sequuntur, folia omnia tam in turionibus sterilibus, quam in eis, e quibus caules floriferi oriuntur, congesta, folia basalia appellantur; eadem folia a J. Braun-Blanquet „Rosettenblätter“ vel „Grundblätter“ designantur. Folia in turionibus sterilibus nec non in parte suprema rosularum ad basin saulium floreferorum („folia infrabasilaria“ et „suprabasilaria“ Engler et Irmscher) differentias inter subspecies melius ostendunt quam folia in parte media rosularum („folia basilaria“ Engl. et Irmsch.).

Clavis ad Saxifragae moschatae Wulf. subspecies sudeticas, carpaticas et balcanicas determinandas

- A. Pars indivisa foliorum basaliū longe cuneata, latiuscula, laciniis multo (2—4×) longior, latitudinem singulae laciniae superans et saepe latitudinem omnium laciniarum adaequans. Laciniae saepissime parallelae vel tantummodo paulo divaricatae. oblongo-lineares vel saepe basi dilatatae: lacinia media plerumque laterales superans, paulo longior quam maxima latitudo partis indivisae.
- a. Planta densissime glanduloso-pilosa et viscosissima. Stipites pilorum glandulorum longi, capitula eorum oblongiuscula. paulo tantum latiora, quam stipites. Nervi in foliorum vetustiorum pagina inferiore manifeste prominentes. Laciniae foliorum saepius breves, latiusculae, irregulares. Pars indivisa foliorum pro portione paulo brevior quam apud duas sequentes subspecies. Petala plerumque lata, elliptica vel ovalia, sepalis subaequilonga vel paulo tantum longiora; si petala oblongo ovata, tunc sepalis ad summum $1\frac{1}{3}$ × longiora 3 ssp. *pirinica* S. Pawł.
- a.* Planta dense glanduloso-pilosa et viscosa. Stipites pilorum glanduliferorum breves, capitula eorum magna et ± orbicularia. Nervi in foliorum vetustiorum pagina inferiore modice manifesti. Laciniae foliorum oblongo-lineares vel basi dilatatae; media lateralibus saepe maior; longitudo eius maximam latitudinem partis indivisae adaequans vel eam paulo superans. Petala plerumque satis lata, oblongo elliptica vel oblongo ovata, sepalis non angustiora, eisque $1\frac{1}{3}$ — $1\frac{2}{3}$ (2) × longiora 1. ssp. *Kotulae* S. Pawł.
- a.** Planta modice glanduloso pilosa, vix viscosa; pili glandulosi breviusculi (saltem in foliis basalibus); capitula eorum sat magna, orbicularia. Nervi in foliis vetustis manifeste prominuli. Laciniae foliorum basaliū plerumque angustae, lineares vel oblongo lineares; longitudo laciniae mediae maximam latitudinem partis indivisae plus quam 2 × superans. Petala lineari-lanceolata, sepalis angustiora et $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ longiora 2 ssp. *transsilvanica* S. Pawł.
- A.* Pars indivisa foliorum basaliū linearis vel sub laciniis subito et breviter dilatata, tota (vel parte suprema dilatata excepta) latitudinem laciniarum singularum adaequans. Laciniae pro ma-

xima parte divaricatae, sat elongatae, plerumque eiusdem longitudinis atque pars indivisa vel ea ad summum $2 \times$ breviores; lacinia media saepe $\pm$ aequilata et aequilonga atque laciniae laterales.

- a. Planta superne modice vel sat sparse glanduloso-pilosa, inferne una cum foliis sparse glandulosa vel fere subglabra. Pars indivisa foliorum aequae ac laciniae angusta. Nervi in foliorum vetustiorum pagina inferiore vix conspicui. Folia 5-fida sat rara; folia caulium floriferorum ad summum 3-fida; folia indivisa plura.

4 ssp. *Dominii* S o ó e m e n d. S. P a w ł .

- a.* Planta modice vel dense glandulosa. Folia basalia 5-fida satis numerosa. Folia caulium floriferorum ad 5-fida.

1. Planta modice glandulosa. Folia basalia usque ad 7-fida. Folia indivisa rarissima. Nervi in pagina inferiore foliorum vetustiorum basin versus conspicui. Petala anguste lanceolata, $1\frac{1}{2} \times$ longiora, quam sepala. Sepala ovato-lanceolata, obtusa, hypanthio aequilonga. Planta inodora.

ssp. *basaltica* B r. - B l.

- 1.* Planta dense glanduloso pilosa, $\pm$ odorata. Folia 7-fida nulla. Laciniae pro parte acutiusculae. Nervi conspicui. Sepala hypanthio longiora, lineari-lanceolata, petalis ad $1\frac{1}{2} \times$ breviora. Petala ovalia.

5. ssp. *Rhei* (S c h o t t) B r. - B l.

Conspectus subspecierum carpaticarum et balcanicarum

S. moschatae W u l f.

1. SSP. *KOTULAE* S. P a w ł o w s k a ssp. nova
(*S. muscoides* ssp. *moschata* K o t u l a).

Planta sat firma, obscure viridis, tota pilis glandulosis dense vel sat dense obtecta et saepe fere resinoso-viscosa. Numerus foliorum vetustorum superioris anni, lucide fusci coloris, non nimis magnus. Folia basalia pro maxima parte $\pm$ symmetrica, 3-fida; in parte speciminum etiam folia 5-fida non nimis numerosa proveniunt; praeterea imprimis in surculis sterilibus satis numerosa inveniuntur folia indivisa oblongo-linearia vel oblongo-lanceolata; etiam folia irregulariter 2-fida adsunt. Foliorum basaliū pars indivisa latiuscula, oblongo-cuneata vel oblongo lineari-cuneata, sursum modice dilatata; laciniae pro maxima parte non divaricatae, sed $\pm$ porrectae et $\pm$ parallelae, saepissime breviusculae et latiusculae, oblongo-

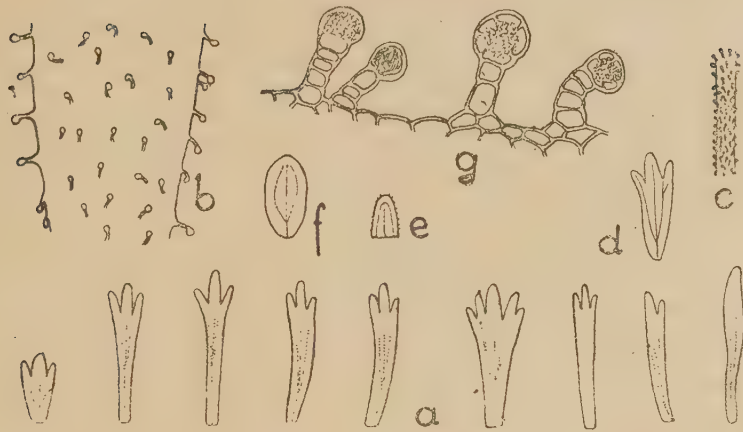


Fig. 1. *Saxifraga moschata* W u l f. ssp. *Kotulae* S.- P a w ł. a folia basalia (3/2); b pars folii cum pilis glandulosis; c pars caulis cum pilis gland.; d pili glandulosi (multitiei aucti), e sepalum (ca 3×); f petalum (ca ×), g nervi in pag. inferiore folii vetusti.

lineares vel basin versus cuneatim dilatatae, lacinia media saepe maior et latior quam laterales, parte indivisa folii 2—4 × brevior; longitudo eius par est maximae latitudini partis indivisae vel ad summum ad 2× eam superat. Caules floriferi sat firmi, ad 10 (raro plus) cm alti, saepissime 1—5- flori, interdum pluriflori. Folia eorum 3- fida laciniis porrectis, superiora (rarius omnia) indivisa. Sepala ovato-lanceolata vel lingulata, obtusa, hypanthio longiora. Petala pallida, viridi-flava, oblongo-elliptica vel oblongo-ovata, sepalis $1\frac{1}{3}$ — $1\frac{2}{3}$ (raro ad 2) × longiora et eis non angustiora. — Fig. 1.

Differt a ssp. *Dominii* pilositate totius plantae densa et plerumque viscosa, stipitibus glandulorum pilorum brevibus, eorum capitulis magnis et globosis, foliorum colore obscuriore et eorum consistentia crassiore, laciniis foliorum brevioribus, plerumque non divaricatis, foliorum parte indivisa pro rata parte longiore et latiore, ± cuneata

a ssp. *pirinica*, cui proxima esse videtur, differt: pilositate minus densa, stipitibus pilorum glandulorum brevibus, capitulis eorum maioribus et orbicularibus, laciniis foliorum paulo longioribus, lateralibus magis concinnis, parte indivisa foliorum paulo longiore. petalis sejala maiore ex parte manifeste superantibus

a ssp. *transsilvanica* differt: densiore pilositate, praesentia (passim) foliorum basaliu 5- lorum, laciniis foliorum minus gracilibus, foliis et caudiculis firmioribus et crassioribus, sepalis aequae ac petalis latioribus et magis obtusis

a subspeciebus alpigenis planta nostra differt: pilositate densiore, magno numero foliorum indivisorum, praesentia (interdum) foliorum 5-loborum; a ssp. *Rhodanensi* Br.-Bl. et ssp. *pseudoxarata* Br.-Bl. praeterea nervis foliorum vetustiorum minus manifeste prominentibus.

Forma densissima S. Pawł. n. for. Humilis, densissime pulvinato-caespitosa. Surculi abbreviati, foliis densissime imbricatis obtecti et hanc ob rem $\pm$ cylindrici. Folia basalia breviter et crassa, 3-fida vel indivisa. Caules floriferi vix 2—4 cm alti, plerumque 1-flori.

Area geographica subspeciei: *Tatri*, in solo granitico, in regione Mughii et praecipue in regione alpina et subnivali.

*Specimina visa*¹: *Tatri Alti*: Mięguszwiecki Szczyt nad Czarnym Stawem, 2350 m, lg. B. P. (*subspeciei typus*); — Zawrat 2100 m, 18. 7. 1887, lg. E. Sagorski, Wr; — Krzyżne, 2100 m, 1. 8. 1946, lg. B. P.; — Solisko versus Bystry Przechód, 2350—2400 m, 21. 8. 1927, lg. B. P.; — supra lacum Morskie Oko, 20. 7. 1918, lg. B. P.; — Mięguszwiecki Szczyt Środkowy, 2350 m, 10. 9. 1926, lg. B. P.; — Rysy („Meeraugenspitze“), 1900—2100 m, 8. 1894, lg. Weberbauer, Wr; — ibid., 1950—2200 m, 23. 8. 1905, lg. A. Lingelsheim, Wr; — ibid., versus Niżnie Rysy, 2450 m, 7. 8. 1925, lg. B. P.; — Niżnie Rysy, 2350 m, 18. 8. 1946, lg. B. P. (*typ et for. densissima*); — Rumanowy Szczyt, 2420 m, 13. 9. 1926, lg. B. P.; — Osterwa, 1600 m, 22. 8. 1905, lg. A. Lingelsheim, Wr; — Dolina Wielicka „Ogród“ („Blumengarten im Felka Thal“), 13. 8. 1883, lg. A. Lingelsheim, Wr; — ibid. 8. 1886, lg. Szepliget, Wr; — ibid., 1820 m, 27. 7. 1883, lg. S. P. et B. P.; — Polski Grzebień („Polnischer Grat“), 7. 1874, lg. Limpricht, Wr; — Dolina Zimnej Wody („Kl. Kolbachtal“), 1. 7. 1912, lg. A. Degen, Wr; — ibid. ca 1700 m, 26. 6. 1903 et 1900 m, 27. 6. 1901, lg. F. Pax, Wr; — ibid., 2000 m, 26. 8. 1889, lg. A. Lingelsheim, Wr; — ibid., 1600—2000 m, 11. 8. 1895, lg. Weberbauer, Wr; — ibid., „am Körbchen“, 2200 m, 2. 8. 1903, lg. Limpricht, Wr; —

Tatri Occidentales: Dolina Raczkowa, 16. 8. 1883, lg. B. Kotula, PAU; — Raczkowa Czuba, 29. 8. 1938, lg. J. Mađalski, PAU, UJ; —

¹ Abbreviationes:

PAU = Herbarium Academiae Scientiarum Polon., Cracoviae; UJ = Herbarium Horti Botanici Universitatis Jagellonicae, Cracoviae; Wr = Herbarium Horti Botanici Universitatis Vratislaviensis, Wrocław; lg. = legit; S. P. = S. Pawłowska; B. P. = B. Pawłowski; Szczyt = cacumen; Dolina = vallis; ibid. = ibidem; non typ. = specimina non typica.

Starorobociański Wierch („Visoki Vrch“), 1500—2000 m, 26. 6. 1894, lg. J. Ullepitsch, in: Rehman et Wołoszczak, Flora Polonica exs. Nr. 342, PAU, Wr. (non typ.: pars speciminum ad ssp. *Dominii* pertinens, pars inter ambas subsp. intermedia); — ? Ornak, lg. Fritze, Wr.; — Pyszna, lg. F. Berdau, PAU, UJ.

Tatri Bielenses: Hawrań, 2150 m. 8. 1887, lg. E. Sagorski. Wr (f. *densissima*).

Specimina inter ssp. *Kotulae* et ssp. *Dominii* ± intermedia: *Tatri Occ.*: infra Rohacz Płaczliwy, 12. 8. 1885, lg. B. Kotula, PAU; — „Giewont — Zawrat“, 7. 1885, lg. Jabłoński, PAU; — *Tatri Alti*: Furkot, 2401 m, 21. 8. 1927, lg. B. P.; — Dolina Zimnej Wody infra Pośrednia Grań, 15. 8. 1882, lg. B. Kotula, PAU.

2. SSP. TRANSSILVANICA S. Pawłowska (ssp. nova)

Tota planta modice glanduloso pilosa. Folia basalia minus pilosa, quam pars superior plantae. Stipites pilorum glandulorum praesertim in foliis sat breves, capitula sat magna, globosa. Folia basalia ex maiore parte 3- fida, praeterea proveniunt folia indivisa et 2- fida; folia 5- fida nulla. Laciniae foliorum longae, graciles, angustae, ± parallelae vel tantummodo modice divaricatae, saepe lineares, omnes fere aequilongae aut media longior quam laterales. Pars indivisa foliorum latiuscula, oblongo-linearis, superne saepe solummodo leviter dilatata, maiore ex parte 2—4 × longior quam laciniae. Nervi vetustiorum foliorum manifeste prominuli; saepissime 3 ramificationes concrescunt in 1 robustum nervum currentem in inferiore dimidio indivisae partis folii. Folia caulium floriferorum indivisa, linearia, 2- fida vel 3- fida, cum laciniiis lateralibus saepe parvis et angustis pro portione prae parte indivisa et in variis altitudinibus partis indivisae dispositis. Sepala saepissime angusta, lanceolata vel oblongo-linearia, rarius triangularia, apice saepe acutiuscula. hypanthio longiora. Petala angusta, lineari-lanceolata, saepius paululum exacuata, cum minuta excisura in apice, 1½—2½ × longiora quam sepala. — Fig. 2.

Area geogr.: Carpati Orientalis, solo schistaceo vel granitico

Specimina visa:

Montes Rodnenses: Pietrosu, 28. 8. 1888., lg. H. Zapłowicz, PAU; — ibid., „oberhalb des Sees auf der Borsae Seite“, 1800—1900 m, 27. 7. 1814, lg. Waldenbauer, Wr.; — ibid., in mer.-or. parte conv. 31. 7. 1910, lg. S. Fedorowicz, UJ (subspeciei typus); — ibid., lg. Wagner, Wr.; — Ineu, in summo iugo, lg. F. Herbich, PAU.; —



Fig. 2. *Saxifraga moschata* Wul f. *ssp. transsilvanica* S. Pawł. — a—d Pietrosu; g—j Custura; a folia basalia ($3'2\times$); b pars folii cum pilis glandulosis; d pili glandulosi in folio; e flos (ca $2\times$); f et f_1 nervi in pag. inferiore foliorum vetustorum; g et h pili in folio; i pili in caule florifero infra basin hypanthii; j pili in caule (d, g, j — multoties aucti).

ibid., lg. Jabłoński, UJ: — ibid., 3. 8. 1919, lg. St. Fedorowicz, UJ: — ibid., 2280 m, 21. 8. 1923, lg. Al. Borza, E. I. Nyárády et C. Gürtler (Plantae Roman. exs. nr 1256), UJ, PAU.

Montes Retezat: Custura, in rupestribus graniticis, 9. 8. 1937, lg. S. P. et B. P.

3. SSP. PIRINICA S. Pawłowska (ssp. nova)

Tota planta pilis glandulosis resinosis densissime oblecta; stipites pilorum saltem pro parte longi, capitula eorum oblongiuscula. Folia vetusta anni superioris numerosa, brunnea vel castaneo-brunnea, nervis in pagina inferiore manifeste prominulis. Folia 3-fida numero praevalent, folia bifida et indivisa adsunt, folia 5-fida desiderantur. Foliorum figura subspeciei *Kotulae* similis. Pars indivisa plerumque paulo brevior quam in *ssp. Kotulae*. Laciniae foliorum rosularium ad basin caulis floriferi saepius breves, latiusculae, laci-

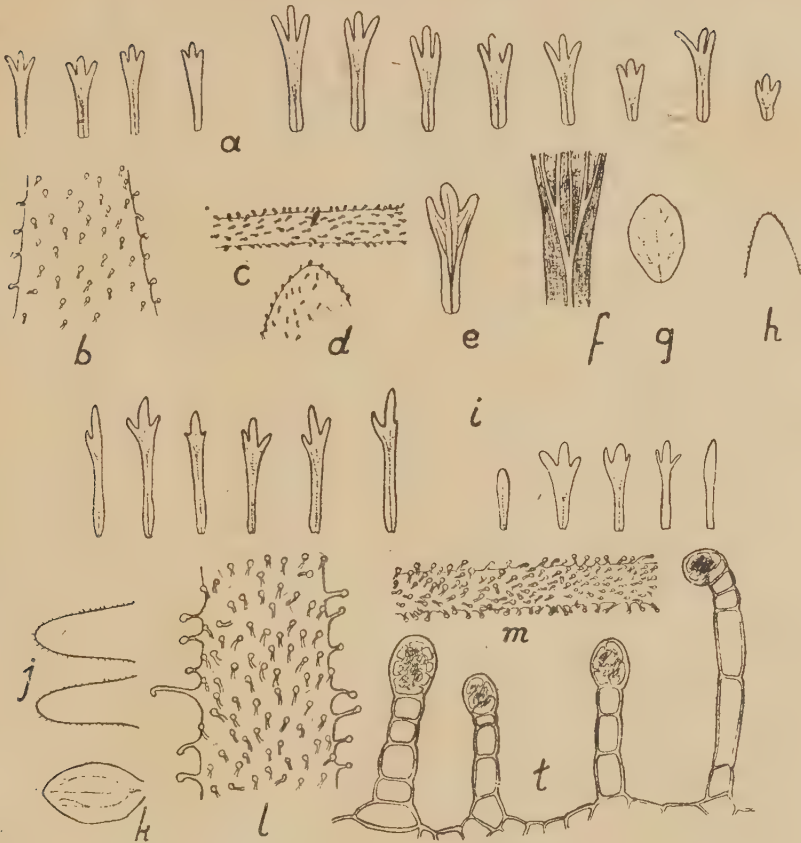


Fig. 3. *S. moschata* Wulf. ssp. *pirinica* S. Pawł. — a—h El Tepe; — i—n Musala (var. *rilensis* S. Pawł.) — a folia basalia (in latere dextro e ros. et surc. ster., in sinistro e rosula florif.) — $\frac{3}{2} \times$: b pars folii cum pilis glandul.; c pars caulis cum pilis glandul.; d pars sepali cum pilis; e et f nervi in parte infer. folii vetusti; g petalum (ca $2 \times$); h sepalum (ca $2 \times$); — i folia basalia (ad sinistrum e surcul. ster., ad dextrum e ros. florif.); j sepala, k petalum; l pars folii cum pilis glandul.; t pili glandulosi e folio; m pars caulis cum pilis.

niae foliorum surculorum sterilium paulo longiores et paululum (sed solummodo sub angulo valde acuto) divergentes. Folia caulium floriferorum pauca, indivisa, 2- fida vel 3- fida, laciniis lateralibus saepius parvis et angustis neque in eadem altitudine (haud raro in dimidio inferiore) partis indivisae orientibus. Caules plerumque pauciflori. Sepala hypanthio breviora, lata, triangulari-ovata vel lingulata, apice obtusiuscula. Petala viridi-flava, late elliptica, sepalis subaequilonga vel paulum tantum — ad summum $1\frac{1}{2} \times$ — longiora. —

Fig. 3.

Area geogr.: Montes Peninsulae Balcanicae. solo granitico vel quarcitico.

Specimina visa:

Montes *Pirin*: cacumen (2827 m alt.) in latere dextro vallis Damianica (SE a cacumine Mangar Tepe), solo granitico, 2700—2800 m, 22. 8. 1948, lg. B. P. (*subspeciei typus*); — El Tepe versus vallem Banderica, solo quarcitico, 2580 m, 20. 8. 1948, lg. B. P. (hoc loco forma compacta, statura formam *densissimam* speciei *Kotulae* in mentem revocans).

Macedonia occidentalis: *Šar Planina*: Koniuška. solo granitico, 2480—2500 m, 28. 7. 1938, leg. B. P.

Montes *Riła*: in convalle infra cac. Małka Musala et Deno, solo granitico, 2500—2600 m, 13. 8. 1936, lg. S. P. et B. P.

Specimina typica huius speciei e montibus *Pirin* pilis glandulosis modice longis, capitulis stipite paululum latioribus, petalis sepala ca. $1\frac{1}{3} \times$ superantibus excellunt. Specimina e montibus *Šar Planina* eis simillima sunt et nonnisi pilis paululum longioribus et petalis sepala usque ad $1\frac{1}{2} \times$ superantibus aberrant. Specimina e montibus *Riła* magis distant statura robustiore, caespite laxiore, glandulositate densissima, pilis glandulosis longis, capitulis stipite fere non latioribus, foliis indivisis et 2- fidis valde numerosis, laciniis foliorum 3- fidorum magis asymmetricis, lateralibus saepius parvis, fere dentiformibus, parte indivisa longiore, sepalis magis lingulatis, petalis vix longioribus quam sepala. Possibile videtur plantam rilensem subspeciem propriam esse. Quia tamen herbarii materiam non nisi paucam ex unico loco provenientem habeo, hanc plantam modo provisorio speciei pirinicae sub nomine: *var. rilensis* S. P a w ł. adiungo.

4. *SSP. DOMINI* S o ó e m. S. P a w ł o w s k a

Planta superne modice glanduloso-pilosa, in caulis parte inferiore nec non in foliis basalibus sparse pilosa usque subglabra. Color caespitis plerumque laete vel saepius subflavescenti-viridis. Folia basalia pro maxima parte profunde 3- fida; lacinae elongatae, lineares, late divaricatae, media saepius lateralibus subaequilonga et subaequilata; pars indivisa folii linearis vel sub laciniis subito breviter dilatata, prae longitudine angustissima, laciniis ad summum $2 \times$ longior, saepe eis $\pm$ aequilonga. Praeter folia frequentissima 3- fida, tam in rosulis (saepius) quam in surculis sterilibus (rarius) etiam folia 5- fida, nec non (imprimis in surculis sterilibus) folia indivisa, plerumque linearia vel lineari-lanceolata et folia 2- fida



Fig. 4. a—f *S. moschata* Wulf, ssp. *Dominii* Soó em. S. Pawl. — a folia basalia ($2/3 \times$); b folium caulis floriferi; c pars folii cum pilis gland.; d pars caulis cum pilis glandulosis; e pili in foliis; f pili in caule florif.; — g ssp. *basaltica* Br. - Bl. — pili in caule florif. (e—g multoties auct.).

inveniuntur. Laciniae saepe asymmetricae et irregulares apparent. In rosulis, e quibus caules floriferi oriuntur, folia pro parte, similiter atque in ceteris subspeciebus, multo latiora apparent, ambitu ovato-oblonga, parte indivisa latiuscula, lamina saepius 5-fida. Caules floriferi tenues, ad 15 cm alti, (1) 2—6 (10) - flori. Sepala hypanthio saepius breviora vel aequilonga, petalis angustiora vel aequilata. Petala pallide viridi-flava, oblonga vel lanceolata, plerumque $1\frac{1}{3}$ — $1\frac{2}{3} \times$ longiora, quam sepala. — Fig. 4.

Occurrunt specimina propter figuram foliorum huc pertinentia, sed densius pilosa, quae specimina transitum ad ssp. *Kotulae* formant.

Area geogr.: Carpati Occidentales: Tatri, Fatra Minor (Mała Fatra) et Tatri Minores (Niżnie Tatry), in regione Mughii et alpina.

Specimina visa:

Tatri Occidentales: Kominy Tylkowe, 1520 m, 19. 7. 1926, lg. B. P.; — ibidem, 10. 8. 1883, lg. B. Kotula, PAU (non typ.); — Dolina Kościeliska, 7. 1856, lg. Uechtritz, Wr.; — ibid., 25. 7. 1926, lg. Limpricht, Wr.; — ibid., ad Grota Raptawicka, lg. M. Wirstleinowa et K. Stecki, UJ, PAU; — Pyszna, lg. F. Berdau, PAU (una cum specim. ad ssp. *Kotulae* pertinentibus); — Starorobociański Wierch („Visoki Vrch“), 1500—2000 m, 26. 6. 1894, lg. J. Ullepitsch — in Rehman et Wołoszczak, Flora Polon. exs. Nr 342, PAU, Wr (non typ.; cfr. sub ssp. *Kotulae*); — ibid., 6. 8. 1883, lg. B. Kotula, PAU (non typ.); — Gładkie Uplaziańskie, 10. 7. 1925, lg. B. P.; — ad ostia cavernae „Grota Lodowa“ (infra Twardy Uplaz), 8. 8. 1945, lg. J. Kornaś; — „Czerwony Wierch“, 2. 7. 1875, lg. Wł. Kulczyński, UJ; — Krzesanica, 2109 m, 15. 7. 1887, lg. E. Sagorski, Wr.; — Kobylarz, 29. 8. 1853, UJ; — Dolina Małej Łąki infra „Wielka Turnia“, 1. 9. 1938, lg. J. Kornaś; — „Mała Łąka — Giewont“, 22. 8. 1883, lg. B. Kotula, PAU; — Dolina za Bramką, 14. 7. 1882, lg. B. Kotula, PAU (non typ.); Giewont, 8. 1854 et 7. 1856, lg. F. Berdau, UJ, PAU; — 27. 7. 1862, lg. Jabłoński, PAU; — 8. 1876, lg. K. Bobek, PAU; — 26. 6. 1911, lg. St. Zuber, PAU; — lg. J. Trela, PAU; — lg. K. Kowalczyk, UJ; — 3. 8. 1910, lg. Klingenstein, Wr. (non typ.); — 6. 8. 1913, lg. F. Pax, Wr. (non typ.); — infra Giewont, 21. 7. 1875, lg. Wł. Kulczyński, PAU; — Mała Dolinka infra Giewont, 28. 6. 1925, lg. B. P.; — Dolina Strażyska, 21. 7. 1875, lg. Wł. Kulczyński, PAU; — 7. 1911, lg. M. Raciborski, UJ; — 28. 6. 1926, lg. J. Trela, PAU; — Dolina Kondratowa, 4500—5000', 1867, lg. Seidel, Wr. (non typ.); — infra Liliowe, 29. 7. 1883, lg. B. Kotula, PAU. —

Tatri Alti: Polski Grzebień („Polnischer Grat“), 7. 1874, lg. Limpricht, Wr.), unum specimen inter plura ad ssp. *Kotulae* pertinentia; an in herbario confusum?

Tatri Bielenses: „Podspady — Hawrań“, 30. 6. 1864, lg. H. Heidenreich, Wr.; — vallis alpina inter Hawrań et Nowy, 30. 7. 1878, lg. A. Rogalski, UJ; — Hawrań in reg. Mughii, 30. 7. 1878, lg. Szyszyłowicz, PAU; — Bujaczy Wierch („Strinberg“, „Homlokos“), 1700—1800 m, 22. 6. 1915, lg. J. B. Kümmerle et Gy. Timko, Fl. Hung. exs. Nr 352, UJ; — ibid., 3. 8. 1885, lg. B. Kotula, PAU (non typ.); — Dolina do Siedmiu Źródeł („Dreichslerhäuschen“), 10. 8. 1877, lg. W. Wagner, Wr.; — ibid., 26. 8. 1905, lg. A. Lingsheim, Wr. —

Specimina e locis non accurate indicatis: „Tatry“, lg. A. Rehman, PAU, UJ; — „Giewont — Zawrat“, 7. 1862, lg. Jabłoński, PAU; — „Czerwony Wierch — Zawrat — Magura“, 7. 1862, lg. Jabłoński, PAU. —

Montes Mała Fatra (= *Fatra Minor*): Wielki Rozsutec („Rosudecz“), lg. J. Schultz, PAU (non typ.); — *ibid.*, vallis Vratna, 6. 1848, lg. Brancsik, Wr. (non typ.). —

Montes Niżnie Tatry (= *Tatri Minores*): Dumbier („Djumbir“), lg. Klingenstein, Wr. (non typ.); — *ibid.*, 17. 8. 1905, lg. A. Lingelsheim, Wr. —

Beskidi Occidentales: Babia Góra: In Herbario UJ conservatur specimen a W. Jastrzębowski lectum cum hac adnotatione: „Inveni mense Augusto in sept. latere montis Babia Góra in Carpatis... 1830“ — *S. moschata* a nullo alio in hoc monte inventa est. Quam ob rem probabile videtur, indicationem Jastrzębowski errore factam esse.

5. *SSP. RHEI* (Schött) Br.-Bl.

Planta odore *Rhei*, satis dense glandulosa (imprimis caules floriferi, hypanthia, petala, folia caulina, paulo rarius folia basalia). Stipites pilorum glandulosorum sat elongati, capitula eorum stipitibus non latiora. Folia basalia saepissime 3-fida, cum foliis 5-fidis numerosis permixta; occurrunt etiam folia 4-fida, quorum



Fig. 5. *S. moschata* Wulf. ssp. *rhei* (Schött) Br.-Bl. — folia basalia, a rosularum floriferum, a₁ surculorum sterilium) — 3/2 ×; b folium caulis florif.; c pars caulis cum pilis, d pili in folio (mult. auct.); e pars foli cum pilis.

lacinia quarta quasi instaurata est; folia 2- fida rarissima vel nulla; folia indivisa linearia vel lanceolata pro rata parte raro proveniunt. Pars indivisa foliorum oblongo linearis vel basi paululum dilatata. latior, quam apud ssp. *Dominii* et ssp. *basalticam*. Nervi vetustorum foliorum modice eminentes. Caules proliferi satis robusti et alti. Praeter folia caulium floriferorum indivisa saepissime occurrunt etiam folia 3- fida et 5- fida eiusdem typi, atque folia 5- fida basalia (ceterum folia 5- fida in caulibus floriferis conspiciuntur solummodo apud ssp. *basalticam*). Inflorescenta non multis floribus instructa. Sepala hypanthio longiora, oblongo lanceolata, ad $1\frac{1}{2} \times$ breviora. quam petala. Petala ovata. — Fig. 5.

Ssp. Rhei differt a ssp. *Dominii* pilositate manifeste densiore. etiam in inferiore parte plantae conspicua, praesentia foliorum 5- fidorum in caule florifero, maiore numero foliorum 5- fidorum inter folia basalia et parvo numero foliorum 2- fidorum et indivisorum, foliis maioribus, latitudine laciniarum et partis indivisae foliorum, nervis foliorum vetustorum magis eminentibus.

Area geogr.: Carpati Orientales, solo calcareo (an semper?)

Specimina visa: *Montes Bucegi* („Burzenländer Gebirge“): Malajester Thal, 1800—1900 m, Kalkkonglomerat, 21. 8. 1896, lg. Weberbauer, Wr.; — ibid., lg. F. Pax, Wr.; — Transsilvania, Obersii. 3. 8. 1863, lg. M. Winkler (sub *S. muscoides* β *Rhei* Schur), Wr.

Tabula geographica (Fig. 6) distributionem geographicam subspecierum *Saxifragae moschatae* W u l f. in Carpatibus et in Peninsula Balcanica illustrat.

Ut ex investigationibus meis elucet, in Carpatibus duae subspecies *Saxifragae moschatae* (ssp. *Dominii* et ssp. *Rhei*) in solo calcareo crescunt, duae aliae autem (ssp. *Kotulae* et ssp. *transsilvanica*) in solo granitico occurrunt. In Alpibus omnes subspecies *S. moschatae* in solo calcareo inveniuntur, in solo granitico autem eorundem montium *S. exarata* V i l l., species distincta quamquam *S. moschatae* valde affinis, crescit. In Peninsula Balcanica *S. moschata* adhuc e solo granitico nota est (ssp. *pirinica*), in solo calcareo autem *S. EXARATA* VILL. SSP. *HELDREICHII* (Engler et Irmsch.) S. Pawl. comb. n. (*S. exarata* V i l l. var. *Heldreichii* Engl. et Irmsch. 1916. p. 413, *S. exarata* ssp. *adenophora* C. Koch) Hayek var. *Heldreichii* (Engl. et Irmsch.) Hayek 1925) provenit.

Quae distributio in cacumine El Tepe montium Pirin clarissima apparet, ubi alt. 2580 m solo quarcitico *S. moschata* ssp. *pirinica*, supra tamen a 2580 m usque ad ipse cacumen, 2918 m, *S. exarata* ssp. *Heldreichii* crescit. Stojanov et Jordanov (1938,

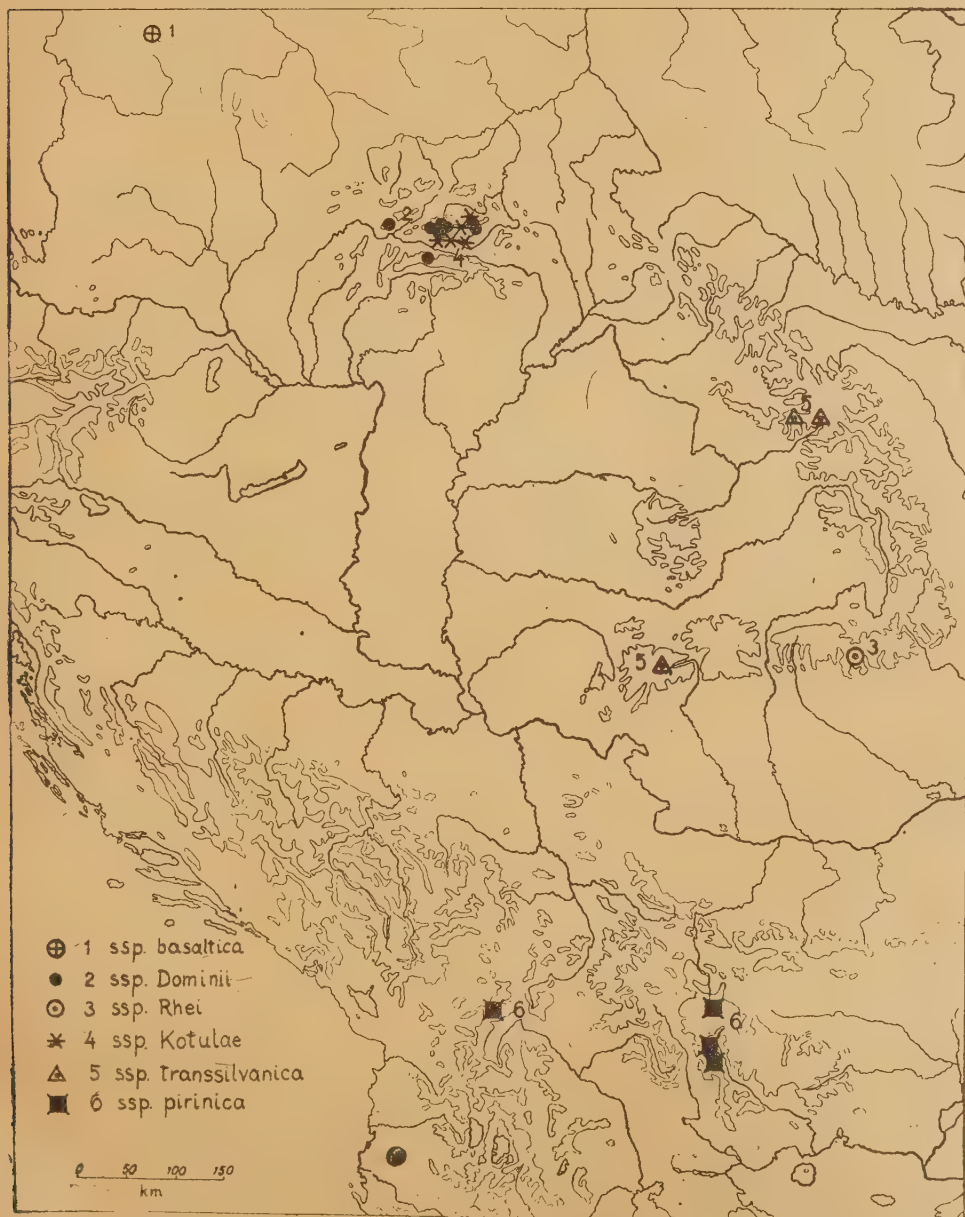


Fig. 6. *Saxifraga moschata* W u l f. — Proles geographicae sudeticae, carpaticae et balcanicae (secundum specimina ab auctore examinata).

p. 185—186) in hoc cacumine, ut videtur, solummodo primam plantam, i. e. *S. moschatam* ssp. *pirinica*, animadvertenter eamque false unam ac eandem esse putant atque ssp. *Heldreichii*, cui petala „intense virescenti-flava“ („stets lebhaft grünlich-gelbe und nie weisse oder weissliche Blumenblätter“) attribuunt et quem ob hanc causam *S. moschatae* adiungunt sub nomine: „*S. moschata* Wulf. var. *Heldreichii* (Engl. et Irmsch.) comb. n.“. Quae opinio reicienda est. Etenim specimina pirinica petalis maioribus albis vel fere albis ab omnibus subspeciebus *S. moschatae* Wulf. differunt et cum *S. exarata* Vill. s. lato congrunt. Quae proprietates tempore itineris per montes Bulgariae in speciminibus vivis a me et B. Pawłowski anno 1938. et a B. Pawłowski anno 1948. observatae erant.

Specimina visa: Bulgaria, in cacumine El Tepe 2800—2918 m, 24. 8. 1938, lg. S. P. et B. P.; 20. 8. 1948. lg. B. P.; ibid., 2700 m, 20. 8. 1948. lg. K. Kowalski.

Stojanow et Stefanow in „Flora Bulgariae“ (1948) de hac planta nullam mentionem faciunt.

Etiam in aliis locis ab Engler et Irmscher (l. c. p. 413) indicatis ssp. *Heldreichii* — saltem pro maxima parte — in solo calcareo crescere videtur. Statio: „Musala im Rhodopegebirge, 2000 m“, ubi substratum non est calcareum, incerta mihi videtur et ulterius investiganda est.

II. DE SINGULARI PILOSITATE SAXIFRAEAE PERDURANTIS KIT.

Saxifraga perdurans Kit., endemica planta Carpatorum Occidentalium, a monographis generis *Saxifraga* (Engler et Irmscher 1916) et ab auctoribus operis „Rośliny Polskie“ (Plantae Poloniae — Szafer, Kulczyński, Pawłowski 1924) glabra esse dicitur.

Sed iam G. Wahlenberg in „Flora Carpatorum Principalium“ *S. perdurantem*, quam *S. ajugifoliam* false appellat, ita describit: „Glaberrima vel attentius perscrutata nonnisi pilos inconspicuos pauciores articulatos, semper eglandulosos in caulibus ostendit, quibus se bene distinguit a *S. caespitosa* et ad *S. villosam* accedit“. Pari modo B. Kotula, quamquam de ea re nihil scribit, sed in herbario (Herb. PAU) formam glabram et pilosam discernit.

Res diligentius investigata docet *S. perdurantem* in petiolis, margine et pagina superiore foliorum nec non in parte superiore caulium floriferorum, in pedicellis et calycibus semper pilis munitam esse, ea ratione intercedente, ut pili in parte speciminum satis abun-

dantes sint et iam sine lente visibiles, in parte tamen speciminum nonnisi hic illic sparsissimi et aegre conspicui appareant.

Pili *S. perdurantis* peculiari forma divergunt a pilis omnium aliarum specierum generis *Saxifragae*, quae mihi notae sunt. Pili iuvenes constant e cellulis compluribus, uniserialibus, protoplasmate plenis, quarum parietes tenues sunt. Apud pilos iam perfecte evolutos inferior pars stipitem delicatulum pluricellularem tenuiparietalem format. Pars superior elongato-cylindrica, plerumque cellulas complures continens, multo firmior et crassior apparet, quam pars inferior, et manifeste nitida est. Paries exterior eius partis primo aspectu valde incrassatus apparet. — Fig. 7. et Tab. I, b, c.

Postquam pilos tam singularis faciei cognovi, dominam Dr. A. Zurzycka rogavi, ut diligentius investigaret naturam eorum pilorum. Insupra adfero communicatas ab ea observationes, pro quibus ei hoc loco maximas gratias ago. Pili *S. perdurantis* pili secretientes multicellulares sunt (N e t o l i t z k y 1932). Paries exterior pilorum partis superioris, qui primo aspectu incrassatus apparet, re vera constat e stratis duobus a sese distantibus inter quae substantia quaedam accumulata est (cf. tab.). Stratum interius e cellulosa constat (in JKJ + H₂SO₄ colorem violaceum accipit. Stratum exterius cuticula est (in JKJ + H₂SO₄ colorem flavum accipit; in KOH condensato colorem flavum accipit et gradatim turgescit). Substantia, quae spatium inter cuticulam et membranam cellulosicam occupat, oleis aethericis adnumeranda est, dissolvitur enim in chlorophormo, in alcoh, ethylico et methylico, in acethono (Molisch 1910). Parietes omnium cellularum stipitem pilorum formantium toti e cellulosa constant.

Ut nunc est, natura chemica eius substantiae accuratius non est definita. Solvens, cum in medium pilum penetrat, efficit, ut cuticula primum mediocriter, deinde magis magisque denique adeo turgeat, ut membrana exteroir vim prohibere non possit et rumpatur (Tab. I, d-e). Neque pilos tali modo ruptos in natura observavi. Quo modo substantia ea extrinsecus effluit, non liquet. Fieri potest, ut pili vetustiores turgorem et robur partis dilatatae amittant, membrana cuticularis tamquam obsoleta fiat et faciat rimas effundentes substantiam, quae est inter duas membranas. Quae res observata est in plantis, quae satis diu educebantur, adhibitis conditionibus alienis a naturalibus. Prorsus incertum est, quem usum pili eius generis praebeant, praesertim cum eorum copia apud varia specimina varia sit.

S. perdurans putabatur affinis *S. ajugifoliae* L., Pyrenaeorum incolae, cum qua ad gregem *Axilliflorae* W i l l k. adnumerabatur

et eam ob causam palaeoendemica planta ducebatur (Engler 1916). Sed *S. ajugifoliae* pili typici glandulosi sunt, ut pili maioris partis specierum generis *Saxifragae*. Quae res contra affinitatem proximam specierum commemoratarum pugnat.

Recentissimo tempore H. M e u s e l (1943) putare videtur *S. perduranti* valde affinem esse *S. androsaceae* L. Attamen *S. androsacea* tota pilis glandulosis typicis oblecta est et ideo a *S. perdurante* longe distat. Describitur quidem hybrida inter *S. androsaceam* et *S. perduranti* (*S. thrinax* R e c h i n g e r fil.). Tamen hybridae in genere *Saxifraga* occurrunt inter complures species sibi non proxime affines, quae sectionibus diversis adnumerantur ita, ut hybridae inter species affinitatem eorum non comprobent.

Ut iam commemoravi, pilos eiusdem typi ac pili *S. perdurantis* apud nullam aliam speciem *Saxifragae* observavi neque ullam similem mentionem in litteris repperi. Propter hanc notam *S. perduranti* separata positio in Sectione *Dactyloides* attribuitur eiusque character palaeoendemicae plantae occidentali-carpaticae comprobatur.

Qui pili sufficiens ratio esse videntur, ut *S. perdurans* gregi propriae novae attribuat:

GREX: PERDURANTES S. P a w ł o w s k a g r e x n o v a

Ab omnibus allis gregibus sectionis *Dactyloides* T a u s c h pilis pluricellularibus uniserialibus diversa, quorum pars superior elongata, anguste cylindrica est et parietibus exterioribus primo aspectu valde incrassatis nitidis excellit; re vera hi parietes e strato exteriori (cuticula) et strato interiori (membrana cellulosica vera) constant, inter quae strata olea aethERICA continentur.

Species unica: *S. perdurans* K i t. (Carpati Occidentales).

Praeter differentias in densitate pilorum *S. perdurans* etiam seminum sculptura variat. Formae sequentes distinguendae videntur:

1. *Typus* (= *var. typica* S. P a w ł.) Semina papillis minutis, sed iam sub lente visibilibus, paulo altioribus quam crassis dense oblecta.
 - a) *for. hirta* (K o t u l a in herbario) S. P a w ł.: tota planta pilis minutis (supra descriptis) modice oblecta
 - b) *for. glabra* (K o t u l a in herb.) S. P a w ł. planta subglabra; pili sparsissimi aegre conspicui.
2. *Var. laevisperma* S. P a w ł. Semina papillis planiusculis, vix prominentibus oblecta et ideo lente $\pm$ laevia apparentia.
 - a) *for. hirtifolia* S. P a w ł.: tota pilis minutis (ut in *for. hirta*) modice oblecta,

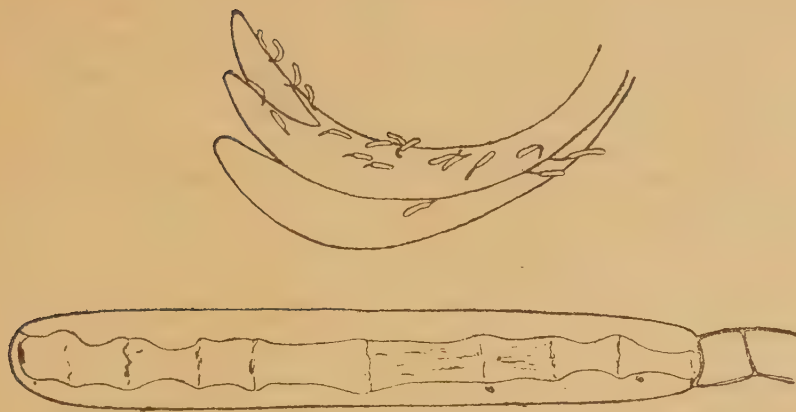


Fig. 7. *Saxifraga perdurans* K i t. supra: folium cum pilis (ca. 25 $\times$); infra: pilus secretiens (ca. 500 $\times$)

- b) for. *glabriformis* S. P a w ł.: planta subglabra, pilis sparsissimis aegre conspicuis.

Ambae varietates frequentes sunt et bene delimitatae apparent. Formae subglabrae et densius pilosae speciminibus transitoriis plurimis coniunctae sunt.

III. DE SCULPTURA SEMINUM SAXIFRAEAE ADSCENDENTIS L. ET *S. TRIDACTYLITIS* L.

Saxifraga adscendens L. ab auctoribus plurimis propria species habetur. Ab A. Engler et E. Irmscher (1916) tamen *S. tridactyliti* L. ut subspecies adnumeratur. Praeter differentias iam diu notas, quibus secernuntur, repperi insuper differentiam in sculptura seminum positam. Semina *S. adscendentis* papillis densissimis minutis, in tota superficie aequaliter dispositis ornata sunt. *S. tridactylites* autem semina praeter papillas similes, sed paulo minutiores, etiam papillas grossiores, magis distantes, ordinibus dispositas prae se ferunt. — (Cfr. fig. 8).



Fig. 8. Semina: a *Saxifraeae tridactylitis* L.; — b. *S. adscendentis* L. (pluries aucta)

Propter hanc differentiam eo magis clarum apparet, *S. adscendentem* speciem a *S. tridactylite* optime distinctam esse. Semina *S. adscendentis*, caractere ad typum seminum apud alias *Saxifragas* proxime accedentia, verosimiliter naturam antiquiorem ostendunt. *S. tridactylites* L. propter duplicem, complicatam sculpturam seminum, species posterius orta habenda est.

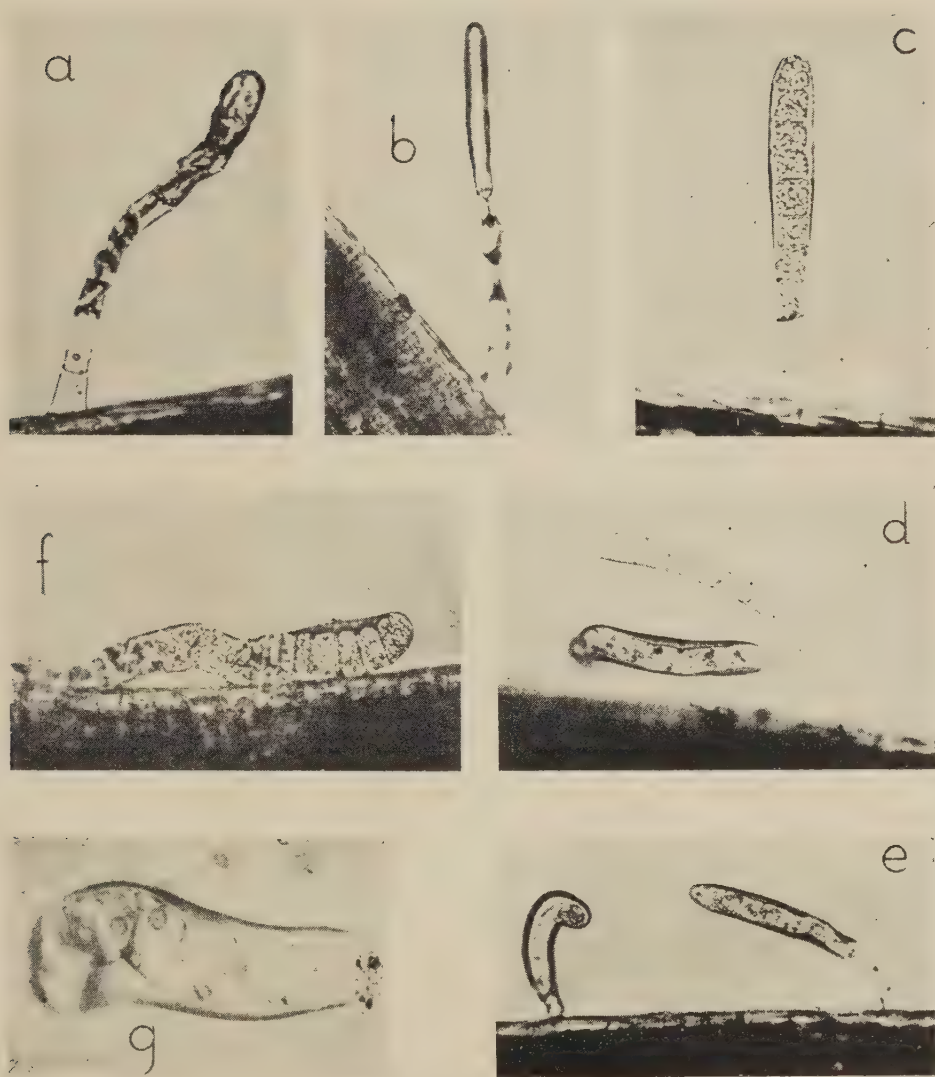
S. adscendens L. ssp. *Blavii* (Engl.) Hayek (*S. Blavii* Beck, *S. tridactylites* ssp. *Blavii* Engl. et Irmisch.) seminum sculptura cum *S. adscendente* typica arcte congruit, propterea ab A. Hayek (1925) recte cum ea ut subspecies coniungitur.

Institutum Botanicum Universitatis Jagellonicae Cracoviensis

BIBLIOGRAPHIA

1. Braun-Blanquet J., 1922. Saxifragaceae apud Hegi G. *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. IV. Bd. 2. Hälfte. München.
2. Engler A. et Irmischer E., 1916. Saxifragaceae — Saxifraga I. — *Das Pflanzenreich*. Herausg. v. A. Engler. — Leipzig.
3. Engler A., 1916. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hochgebirgspflanzen. Erläutert an der Verbreitung der Saxifragen. Berlin.
4. Hayek A., 1925. Prodrum Florae Peninsulae Balcanicae. — *Repert. spec. nov. reg. veget.* Bd. XXX, 1. Dahlem b. Berlin.
5. Kotula B., 1889—90. Rozmieszczenie roślin naczyniowych w Tatrach (*Distributio plantarum vasculosarum in montibus Tatricis*). Nakł. Wyd. mat.-prz. Ak. Um. w Krakowie.
6. Luizet D., 1910—1913. Contribution à l'étude des Saxifrages du groupe des Dactyloides Tausch. *Bull. Soc. Bot. France*. LVII—X. Paris.
7. Meusel H., 1943. Vergleichende Arealkunde. II. Bd. Listen- u. Kartenteil. Berlin-Zehlendorf.
8. Molisch H., 1910. Mikrochemie der Pflanze. Jena.
9. Netolitzky F., 1932. Die Pflanzenhaare (*Handbuch d. Pflanzenanatomie* Bd. IV.). Berlin.
10. Pawłowska S., (in manuscripto) Rodzina Saxifragaceae (Familia Saxifragaceae, elaborata ad Vol. VII, operis „Flora Polska“ — Flora Poloniae).
11. Schur F., 1866. Enumeratio plantarum Transsylvaniae. Vindobonae.
12. Sós R., 1930. Vergleichende Vegetationsstudien-Zentralalpen-Karpaten-Ungarn nebst kritischen Bemerkungen zur Flora der Westkarpaten. Veröff. d. Geobot. Inst. Rübel in Zürich. 6. Bern.
13. Stojanow N. u. Jordanow D., 1938. Botanische Studien auf dem Thessalischen Olymp. I. Floristische Ergebnisse. *Jahrb. d. Univ. Sofia, Phys.-Math. Fak.*, Bd. XXXIV, Heft 3. Naturw. (1937/8). S. 147—149.
14. Stojanow N. i Stefanow B., 1948. Flora na Bułgarija, 3 izd Sofia.
15. Szafer W., Kulczycki S., Pawłowski B., 1924. Rośliny Polskie. Lwów.
16. Wahlenberg G., 1814. Flora Carpatorum Principium Göttingae.

Tabula I



Saxifraga perdurans K i t. — pili secretientes

b et c — in statu plane evoluto, a — in statu senescente, d — e — in alcoh. turgescents, g — membrana cuticulari rumpente; — b et e: ca. 130 ×; d: ca. 16 ×; a: ca. 200 ×; c: ca. 330 ×; f: ca. 420 ×; g: ca. 640 ×.

Phot.: J. Zurzycki

Przywrotniki zebrane w czasie trzech podróży bałkańskich

ALCHEMILLAE IN TRIBUS ITINERIBUS BALCANICIS LECTAE

scripsit

BOGUMILUS PAWŁOWSKI

Alchemillas Peninsulae Balcanicae adhuc valde incomplete notas esse constat. B u s e r ipse nonnisi exiguum herbarii materiam ex hac regione examinavisse videtur. Procedentibus annis factum est, ut autores posteriores (Beck, Hayek, Rohlena et alii) species ab illo distinctas pro parte neglegerent et pro varietatibus vel formis haberent; indicationes eorum non sunt certae. Tempore recentiore W. R o t h m a l e r, vir doctus in Alchemillae generis exploratione peritissimus et de ea optime meritis, e Peninsula Balcanica species 8 novas descripsit et praeterea alias 3 species indicavit. Quae omnia longe non sufficiunt. In editione III, „Flora Bulgaricae“ S t o j a n o v i i et S t e f a n o v i i nonnisi 4 species e subsectione *Calycanthum* R o t h m., 1 species e subsectionis *Heliodrosium* R o t h m. serie *Hirsutae* L i n d b. f. et 1 species e serie *Pubescentes* B u s., summam 6 species enumerantur, cum ego in Bulgaria 9 species pro parte maiore novas legerim.

Quae cum ita sint, iustum et utile mihi videtur species a me in itineribus meis balcanicis collectas hoc loco enumerare.

Montes Peninsulae Balcanicae ter visitavi. Anno 1936. una cum uxore Stanislaa necnon cum amicis Johanne Walas et Ivone Harvat montes altissimos Bulgariae Rila et Pirin ascendi; anno 1938. cum uxore mea et cum amico J. Horvat montes Bosniae (Vranica Planina) et Macedoniae (Perister, Planina Bistra, Šar Planina) percucurri; anno 1948, cum zoologis: K. Kowalski et A. Krzanowski iterum montes Pirin et praeterea montes Centralna Stara Planina visitavi.

Quibus in itineribus 15 species Alchemillae ad subsectiones *Calycanthum* et *Heliodrosium* pertinentes legi. E quibus speciebus

8 sunt novae, 1 autem alia e Peninsula Balcanica adhuc indicata non erat.

Sequitur, ut res proposita exponatur

Genus *ALCHEMILLA* L., sectio *BREVICAULON* Rothm.

Subsectio *CALYCANTHUM* Rothm.

Series *Elatae* Rothm.

1. *A. Achtarowii* Pawł. Caules ad 45 cm alti, ad $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ patule pilosi. Folia radicalia magna, ad 10×12 cm, orbiculari-reniformia vel suborbicularia, (7-) 9 (-incompl. 11) — loba, supra versus basin, ad nervos et (pro parte) in plicis sparse pilosa, subtus tota patule pilosa; lobi ad $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{6}$ (folia exteriora) vel ad $\frac{1}{5}$ — $\frac{2}{7}$ (folia interiora, magna), incisi, dentibus utrinque (7) 8—10 (12) instructi. Flores permagni, (4) 4,5—6,5 (7.2) mm lati; urceoli glabri vel hasi sparse pilosi; sepala glaberrima; episepala eis plerumque multo longiora, fere omnia denticulis 1—5 (in uno vel in utroque latere 1—3) praedita.

Bulgaria, Centralna Stara Planina: inter „Chiža Jumrukeczal“ et cacumen Jumrukeczal, ad rivum, 1700—1830 m, 30. 8. 48, lg. B. P.¹

Planta ob flores speciosos et episepala denticulata valde insignis. Descriptio ampla in: B. Pawłowski 1952 (13).

2. *A. jumrukeczalica* Pawł. Caules 10—21 cm alti, ad $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$ patule pilosi. Folia radicalia reniformia vel (exteriora) orbiculari-reniformia, ad 4.9×5.9 cm, 7 (-incompl. 9) — loba, infima utrinque $\pm$ dense pilosa, reliqua supra solummodo in parte basali vel etiam ad nervos et in plicis pilosa; lobi ad $\frac{2}{9}$ — $\frac{1}{3}$ incisi, utrinque dentibus (5) 6—7 (8) praediti. Flores mediocres, 3,5—4,5 mm lati; urceoli glabri vel parte pilosi; episepala sepalis subaequilonga vel paulo longiora, in floribus fere omnibus pro parte (in eodem flore 1—3. rarissime omnia 4) denticulis 1—2 (in uno latere 0—2) munita.

Bulgaria, Centralna Stara Planina: inter „Chiža Jumrukeczal“ et cacumen Jumrukeczal, 1700—1800 m. 30. 8. 48, lg. B. P. — Descriptio amplior: B. Pawłowski 1952 (13).

3. *A. peristerica* Pawł. Caules ad 40 cm alti, ad $\frac{2}{5}$ — $\frac{2}{3}$ patule pilosi. Folia radicalia sat magna, ad 8×9 cm, $\pm$ orbicularia,

¹ lg. = legit (legunt); det. = determinavit; S. P. = Stanisława Pawłowska; B. P. = B. Pawłowski; Juz. = S. W. Juzepczuk; Rothm. = W. Rothmaler, Soó Pal. = R. Soó et R. Palitz; ar geogr. = area geographica; m. = mons, montes.

9—10 (—incompl. 11) — loba, supra glabra vel ad basin et versus marginem sparse pilosa, subtus tota pilosa; lobi ad $2/5$ — $1/2$ incisi, basi manifeste integri, superne utrinque dentibus (8) 9 (11) muniti. Flores mediocres, 3—4 mm lati; episepala sepalis subaequilonga, pro maxima parte integra.

Macedonia occid., mons Perister pr. Bitolj, ad rivum, ca. 1400 m, 19. 7. 38, lg. S. P. et B. P. — Descriptio amplior: B. Pawłowski 1952 (13).

4. *A. heterotricha* Rothm. (1938) — *Macedonia occid., Šar Planina*: Kobilica, 1600—1800, ad rivum, 26. et 27. 7. 38, lg. S. P. et B. P. — Ex eodem loco iam a Rothmaler (1938, p. 751) indicata. — Ar. geogr.: Albania, Graecia (Rothmaler l. c.).

Lobi foliorum caulinarum et nonnullorum radicalium in specimenibus meis non exacte circumcirca dentati, sed ima basi (2—2.5 mm) integri sunt.

5. *A. BANDERICENSIS* PAWL. n. sp. — Sat magna, obscure viridis. Caulis ad 52 cm altus, rectus vel adscendens, parte suprema inflorescentiae excepta dense breviter patule pilosus. — Foliorum radicalium laminae reniformes, sinu basali $\pm$ lato, $\pm$ plicatae, 9-lobae, in pagina superiore glabrae vel in zona marginali vel in plicis quoque $\pm$ pilosae, in pagina inferiore tota sparse usque modice $\pm$ patule pilosae; lobi ad $1/3$ — $1/4$ radii incisi, parabolici vel semielliptici, basi incisuris integris parvis vel sat longis sed angustis separati, super eas dentati; dentes in utroque latere 8—11 grossi acutiusculi, versus apicem lobi manifeste accrescentes, dorso paululum convexi; terminalis non minor; petioli ad 29 cm longi, dense breviter patule pilosi. — Folia caulina bene evoluta, supra glabra vel in zona marginali pilosa, subtus pilosa; superiora profunde — ad $1/2$ — incisa, lobis basi integris; stipulae haud valde latae, improfunde et potius pinnato quam palmato-dentatae. — Inflorescentia angusta, sat pauciflora; glomeruli modice densi. Flores luteo-virides, mediocres, 3.5—4.3 mm lati; urceoli campanulato-obconici, 1.4—1.8 mm longi, glabri vel parce pilosi; sepala ovato-triangularia, acutiuscula vel obtusiuscula, urceolis paulo longiora, una cum episepalis plerumque paululum ciliata; episepala sepalis plerumque subaequilonga sed angustiora.

Bulgaria, montes Pirin: vallis Banderica, pars superior, 2320 m. solo granitico; *Cirsion appendiculati*; 24. 8. 1948; lg. B. P.

Planta *Alchemillae Zapalowiczii* P a w ł., e Carpatibus boreo-orientalibus descriptae (Pawłowski, 1952), imprimis florum figura valde similis et aequae ac illa hac nota paululum ad subsectionem *Heliodrosium* vergens. Differt a specie carpatica: foliis paulo minus profunde incisis, in pagina superiore minus pilosis usque glabris, lobis incisuris integris separatis, glomerulis laxioribus.

A. catachnoa R o t h m. (ar. geogr.: Albania, Bulgaria — Rothmaler, 1938) differt foliis orbicularibus supra glabris, lobis magis numerosis (11 usque fere 13), circumcirca dentatis, basalibus sese obtegentibus, dentibus mamilliformibus, apicali minuto, foliis caulinis improfunde (vix ad $1/4$ incisis).

6. *A. DAMIANICENSIS* P a w ł. n. sp. Sat magna, obscure viridis. Caules 30—60 cm alti, sat tenues, flexuosi, ad $2/3$ — $5/6$ altitudinis i. e. ad 2. vel 3. vel usque ad 6. ramum adpresso pilosi. — Foliorum radicalium laminae valde tenues, subtus $\pm$ glaucescenti-virides, (siccae) plicatae, reniformes, sinu basali $\pm$ lato, 9- 11- lobae, in facie superiore glabrae, subtus in nervis (saltem pro parte in tota longitudine, sed inferne saepius sparse) adpresso pilosae, saepius praeterea etiam in lobis basalibus sparse pilosulae; lobi ad $1/3$ — $3/8$ radii incisi, oblongo-semielliptici, basi incisuris integris breviusculis angustissimis vel loborum marginibus obtectis separati, supra eas dentati; dentes in utroque latere 7—10 grossi $\pm$ obtusi subaequales vel subacrescentes, terminalis non vel vix minor; petioli ad 34 cm longi, tenues, densiuscule adpresso pilosi. — Folia caulina bene evoluta, sat magna, etiam superiora 5—7-loba, lobis basi integris; stipulae superiores ad $1/3$ — $2/5$ in lacinias inaequales latiusculas acutas irregulariter partitae. — Inflorescentia haud multiflora angusta, ramis brevibus sub angulo acuto vel acutissimo abeuntibus; glomeruli sat densi; pedicelli glaberrimi, infimis exceptis urceolis $\pm$ breviores. Flores mediocres usque maiusculi, 3—5 mm lati, flavido-virides; urceoli breviter campanulati, glaberrimi; sepala ovato-vel oblongo-ovato-triangularia, acuta vel obtusiuscula, urceolis conspicuo longiora; episepala lineari — usque oblongo-lanceolata, acuta, glabra vel setula terminata, sepalsae aequilonga vel paulo breviora.

B u l g a r i a, m o n t e s P i r i n: vallis Damianica, 2030 m, solo granitico; *Cirsion appendiculati*; 22. 8. 1948; lg. B. P.

Planta similiter atque *A. gorcensis* P a w ł. (Pawłowski 1952) inter series *Elateae* R o t h m. et *Calyciniae* B u s. quasi medium tenens; pilositate adpressa, foliis nonnisi in nervis et in lobis basalibus pilosis, urceolis glabris ad posteriorem seriem accedens, statura tamen robusta et caule alte piloso cum *Elatis* congrua. E speciebus

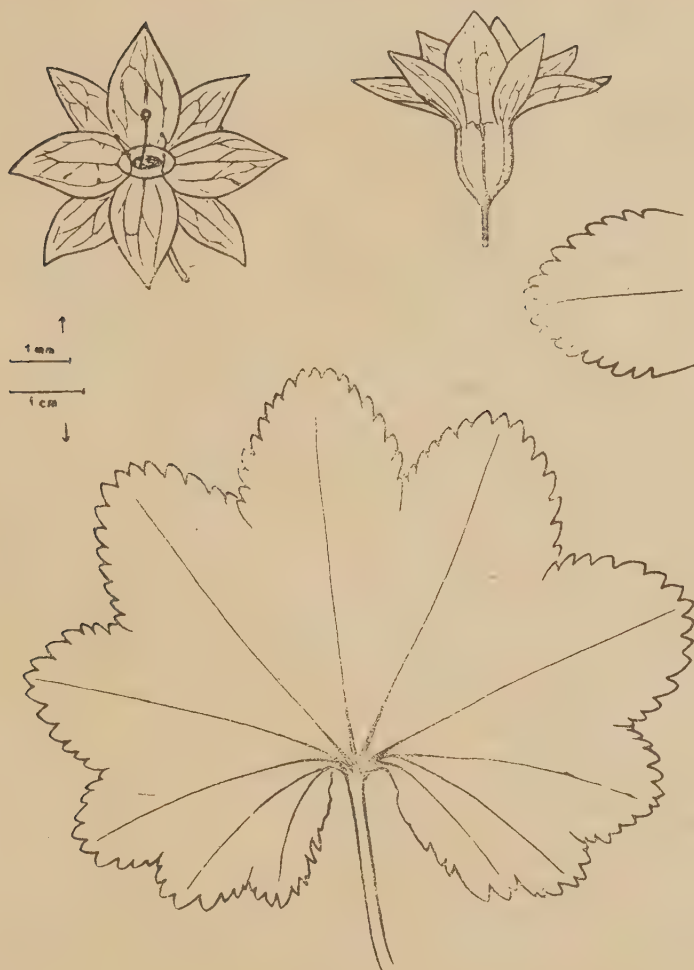


Fig. 1

Alchemilla damianicensis Pawł. n. sp.

seriei *Elatae Alchemillae strictae* Rothmaler (1938 p. 80) — sec. descriptionem — proxima videtur, quae tamen a planta nostra distinguitur statura minore, caule nonnisi ad ramum l. piloso, foliis minoribus, lobis (ut videtur) circumcirca dentatis, dentibus parvis, apicali minore, urceolis pro parte parce pilosis.

E serie *Calycinae A. fallax* B u s., mihi solummodo e descriptione (Buser 1895, Rothmaler 1938) nota, plantae nostrae proxima videtur, differt tamen statura parva vel mediocri, caule minus alte („ad ramos primos“) piloso, foliis fere circumcirca dentalis, floribus parvis, urceolis sepala subaequantibus.

7. *A. vranicensis* P a w ł. n. sp. Caulis 10—30 cm alt., ad $\frac{3}{5} - \frac{9}{10}$ longit. laxo adpresso vel p. p. fere erecto-patenter pilosus. Folia radic. ad $\frac{1}{5} - \frac{1}{3}$ incisa, utrinque pilosa; lobi ab ima basi dentati. Flores 3.5—4.5 mm lati; episepala sepalis subaequilonga. Ad *Heliodrosium* paululum vergens, Serius amplius describenda. — B o s n i a, Vranica Planina: ad Prokoško jezero, 1600 m, *Cratoneurion commutati*, ad rivum, 15. 7. 1938, lg. S. P. et B. P.; inter Prokoško jezero et Treskavica, 1700—1750 m, ad rivum, 14. 7. 38, lg. S. P. et B. P.; Ločike, 2100 m in *Mugheto*, 14. 7. 38, lg. S. P. et B. P.

SUBSECTIO HELIODROSIUM Rothm.

Series Subglabrae Lindb. fil. pro subserie

8. *A. reniformis* Bus. — Bulgaria, montes Witosza: Czrny Wrch 19. 8. 1936, lg. J. Walas; — montes Pirin: vallis Damianica, 1800 et 2120 m, 22. et 23. 8. 1948.; vallis Banderica 2320 m, 24. 8. 1948.; in utraque valle: *Cirsion appendiculati*, solo granitico, lg. B. P.

Planta e Peninsula Balcanica adhuc non indicata, sed in hoc territorio expectanda erat, quia in Alpibus, Sudetis, Carpatis (montes Tatri: Pawłowski, Flora Tatr) nec non in Asia Minore (Buser 1895) crescit.

Series Hirsutae Lindb. fil. pro subserie

9. *A. xanthochlora* Rothm. — Bulgaria, montes Pirin: vallis Damianica, 1880 m, *Cirsion appendiculati*, solo granitico, 23. 8. 1948, lg. B. P. —

E Penins. Balcanica pluries indicata: Croatia (Soó et Palitz 1936), Bosnia (Beck 1927), Montenegro (Rohlena 1942), Albania (Jávorka 1926), Graecia, Thessalia et Laconia (Halacsy 1901). Secundum Hayek (1927) „in tota ditione?“ proveniens, quod tamen vix est iustum. — Specimen meum bulgaricum a descriptione paulo abest inflorescentia laxiore et dentibus magis accrescentibus, attamen a speciminibus meis sudeticis distinguendum non est.

10. *A. heterophylla* Rothm. (1939 p. 128) — B o s n i a, V r a n i c a P l a n i n a: Prokoško jezero — Treskavica, 1750 m, in graminosis, solo caleareo, 14. 7. 1938, lg. S. P. et B. P. A Rothmaler ex Alpibus Dinaricis Bosniae, e Croatia (m. Velebit), e montibus Albaniae et Bulgariae (m. Pirin) nec non ex Anatolia indicata.

Specimina mea a descriptione Rothmaleri paulo aberrant: Caulis ad 26 cm alti; inflorescentia in parte superiore (a 3. vel 4. ramo) glabra. Folia ad 8.5 cm lata; lobi non subquadratici, sed potius e basi quadrangula apice inalte areuati, ima basi lateribus pro parte ± in-

tegri. Nihilominus haud dubito, quin planta mea una ac eadem sit atque *A. heterophylla* Rothm.; etenim pilositas foliorum exteriorum et interiorum diversa valde insignis apparet aequae ac pili in caulis parte inferiore pro parte subreflexi; etiam reliquae notae congruunt.

11. *A. Ivonis* Pawl. Caulis ca 10 cm longus, pilis pro parte horizontaliter, pro parte $\pm$ retroflexo-patentibus tectus. Folia radicalia reniformia, utrinque dense patule pilosa (infima saepius supra solummodo versus marginem et ad plicas, subtus in nervis et in lobis basalibus pilosa); lobi ad $1/4$ — $1/3$ incisi, suborbiculares vel subtrapeziformes apice $\pm$ truncati, circumcirca dentati, dentibus utrinque 5—7 parvis obtusiusculis. — Inflorescentia parva, pauciflora; glomeruli densi. Flores parvi flavovirides; urceoli glabri vel inferiores parce pilosi.

Bulgaria, montes Pirin: vallis Damianica, 2050 m, in pascuis, solo granitico, 22. 8. 1948, lg. B. P. — Descriptio amplior: B. Pawłowski 1952.

Series Pubescentes Bus.

12. *A. lanuginosa* Rothm. — Bosnia, Vranica Planina: Ločike 2020 m, in graminosis calcareis (*Seslerion tenuifoliae*), 14. 7. 1938, lg. S. P. et B. P. — Macedonia ccc., Planina Bistra: Dumovica-Maskarevac, 1900—2000 m, in graminosis solo silicaceo, 23. 7. 38, lg. S. P. et B. P. — Rothmaler (1939) adhuc ex Hercegovina, Montenegro, Albania et Bertisco in Macedonia indicata.

13. *A. bulgarica* Rothm. (1939) — Macedonia, Planina Bistra: Dumovica — Maskarevac, 1900—2000 m, cum praecedente, lg. S. P. et B. P. — Ex aliis montibus Macedoniae (i. a. Šar Planina) iam a Rothmaler indicata.

Specimina nostra pilis in caule et in petiolis pro parte erecto-pro parte autem horizontaliter patentibus a descriptione aberrant; in caulis parte superiore, in pedicellis et in urceolis solummodo pili erecto-patentes occurrunt; reliquae notae (folia ad $2/3$ — $1/2$ incisa, dentes acutiusculi $\pm$ porrecti etc.) ut in descriptione Rothmaleri.

14. *A. prinica* Pawl. Caulis 7—13 cm altus, totus densissime patule pilosus. Folia radicalia orbicularia vel orbiculari-reniformia, ad 2.3×2.5 cm, plana, 7-loba, utrinque dense pilosa; lobi ad $2/5$ — $1/2$ incisi, basi incisuris integris separati, super eas in utroque latere dentibus (3) 4—5 (6) obtusis subaequalibus praediti. — Inflorescentia angusta, glomeruli pauci congesti; pedicelli omnes densissime patentiter pilosi. Flores 3.3—4.6 mm lati.

Bulgaria, montes Pirin: vallis Damianica, 2120 m, in rupestribus graniticis, 22. 7. 1948, lg. B. P. — Descriptio amplior: B. Pawłowski, 1952.

15. *A. flabellata* B u s. Bulgaria, montes Rila: Deno 2540 m, in graminosis graniticis, 13. 8. 1936, lg. S. P., B. P. et J. Walas. In Flora Bulgariae (S t a j a n o w e t S t e f a n o w 1946) omitta!

In operibus et dissertationibus quae mihi praesto sunt nec non in herbarii materia a me et uxore mea lecta continentur *Alchemillae* (subsect. *Calycanthum* et *Heliodrosium*) e Peninsula Balcanica species quae sequuntur:

I. Subsectio CALYCANTHUM R o t h m.

1) Series *Elatae* R o t h m.

1—7. cfr. supra — 8. *A. catachnoa* R o t h m. — cfr. supra pag. 248.

9. *A. WERNERIANA* P a w ł . n o m. n o v. (*A. indivisa* /Form. 1896 pro synonymo/ Rothm. 1938 p. 67, non Rothm. 1934. p. 858) — Bulgaria, Macedonia — Caucasus (Rothm. 1938).

Nomen „*A. indivisa* F o r m.“ ut nomen confusum reiciendum est, quia a Formanek ipso non rite publicatum est, et a Rothmaler primum pro alia planta (*A. holocycla* R o t h m. 1938) adhibitum est. Nomen *A. epipsila* J u z. verosimillime non ad hanc plantam pertinet, descriptio enim *A. epipsilae* (Juzepczuk 1941 p. 338) a descriptione „*A. indivisae* Form.“ Rothm. (1938) discrepat. Nomen novum in honorem prof. dris Werner Rothmaler propositum est, qui hanc plantam primus descripsit.

10. *A. aroanica* (B u s.) R o t h m. (1934, 1938) Graecia: Chelmos. 11. *A. viridiflora* R o t h m. (1938) Graecia: Olympus. — 12. *A. albanica* R o t h m. (1938) Albania.

Species quaedam ad hanc seriem pertinentes etiam in montibus Bosniae (Bukovik, Borovač-Strumište, supra Dovliči, Bjelašnica, Treskavica, Zelengora, Gola Jahorina) occurrunt (Maly 1939). Distributio specierum seriei *Elatae* in Peninsula Balcanica nec non in Carpatis in tabula geographica (fig. 2) exponitur.

2) Series *Calycinae* B u s.

13. *A. fallax* B u s. Graecia: Epirus (Halacsy 1901) — 14. *A. asteroantha* R o t h m. (1938) Bulgaria: Centralna Stara Planina — 15. *A. firma* B u s. „bis Mazedonien“ (Rothm. 1938) — ? 16. *A. gra-*



- | | |
|--|---|
| ◻ <i>A. gatachnoa</i> | ◎ <i>A. Achtarowii</i> et <i>A. jumrukezalica</i> |
| ⊕ <i>A. bandericensis</i> et <i>A. damianicensis</i> | ✱ <i>A. heterotricha</i> |
| ③ <i>A. albanica</i> | ▲ <i>A. peristerica</i> |
| ○ <i>A. staroplaninensis</i> | ✱ <i>A. hirsutiflora</i> |
| | ○ <i>sp. indet</i> |

Fig. 2

Distributio Alchemillarum e serie Elatae in Carpatis et in Peninsula Balcanica
A. vranicensis in tabula desideratur. Loco: „*A. staroplaninensis* pone:
A. Verneriana.

cillima Rothm. ?Bulgaria: Centr. Stara Planina (Rothm. 1938) — ? 17. *A. fissa* Günth. et Schumm. Bosnia — Hercegovina: Albania (Hayek).

II. Subsectio *HELIODROSIUM* Rothm.

1) Series *Glabrae* Rothm. pro subserie

18. *A. Straminea* Bus. „Bosnia: in monte Trebević (Behrendsen f. Buser 1905)“ Beck 1927 p. 74 — An etiam „*A. coriacea* Bus.“ ex Hercegovina indicata (Beck l. c.) ad hanc speciem perfinet?

2) Series *Subglabrae* Lindb. fil. pro subserie

19. *A. reniformis* Buser vide supra p. 250. — 20. *A. effusa* Bus. Thessalia (Hayek l. c.) — 21. *A. obtusa* Bus. Croatia (det. R. Buser — Degen 1937), Bosnia (Beck, Hayek). Macedonia (Hayek). — 22. *A. connivens* Bus. (*A. alpestris*, *A. montana* Hayek) Croatia: Velebit (det. Buser — cfr. Degen l. c.), Dalmatia, Montenegro. Serbia (Hayek) — ? 23. *A. acutidens* Bus. Croatia (Soó et Palitz. Degen), Bosnia (Beck). — ? 24. *A. frigans* Bus. Albania (Hayek), Montenegro (Rohlena 1942). — ? 25. *A. glabra* Neygenf. (*A. alpestris* [Schm.] Bus.) Bosnia (Beck).

?3) Series *Heteropodae* Bus.

26. *A. heteropoda* Bus. („*A. vulgaris* δ . *heteropoda* (Bus.) Asch. et Gr.“). Bosnia („Bošnjak 1920“ — Beck 1927). Indicatio incerta, quamquam haud impossibilis.

4) Series *Hirsutae* Lindb. fil. pro subserie

27. *A. xanthochlora* Rothm., 28. *A. heterophylla* Rothm. et 29. *A. Ivonis* Pawł. — v. supra p. 250—251. — 30. *A. subcrenata* Bus. Croatia (Degen l. c., pro p. det. R. Buser; Hayek; Soó. Pal.), Dalmatia, Bosnia (Beck, Hayek) — 31. *A. acutiloba* Op. (*A. acutangula* Bus.) Croatia (Soó Pal.), Bosnia („fide Buser“ sec. Beck l. c.), Bulgaria, Macedonia (Hayek) — 32. *A. filicaulis* Bus. (*A. vulgaris* γ *minor* Beck) Bosnia („f.* Buser“ — Beck l. c.). — 33. *A. micans* Bus Serbia (Hayek). — 34. *A. pastoralis* Bus. Croatia (Soó Pal., Degen), Bosnia (Beck, Hayek), Montenegro (Hayek, Rohlena), Bulgaria, Albania (Hayek).

A. albanica Bus. et *A. vellerea* Bus. (cfr. Degen 1937) species adhuc indeductae (nomina nuda) — probabiliter ad hanc seriem pertinent.

5) Series *Pubescentes* B u s.

35. *A. lanuginosa* R o t h m., 36. *A. bulgarica* R o t h m.,
 37. *A. pirinica* P a w ł. et 38. *A. flabellata* B u s. — v. supra
 p. 251 — 39. *A. glaucescens* W a l l r. (*A. pubescens* L a m. em.
 B u s. *A. hybrida* R o t h m. vix L. — teste Samuelsson 1943)
 Croatia (Soó Pal.), Bosnia et Hercegovina (Beck), Bulgaria, Macedo-
 nia (Hayek l. c. p. 694). — 40. *A. plicata* B u s. Croatia (Soó Pal.).
 Bosnia (Beck), Albania (Hayek l. c. p. 1089). —

41. *A. SERBICA* (F r i t s c h) P a w ł. comb. n. (*A. hybrida*
a glaucescens f. *serbica* Fritsch 1911) Serbia merid. (Fritsch l. c.),
 Bulgaria?, Thracia (Hayek). — Planta haec mihi tantum e descrip-
 tione nota, iam propter folia valde improfunde incisa species esse
 propria mihi videtur.

? 42. *A. transiens* (H a y e k: „*A. pubescens* *A. glaucescens*
c) transiens“) Montenegro, Serbia (Hayek); porro investiganda. — 43.
A. erythropoda J u z. (1941) Species caucasica, sec. Rothmaler (1941,
 p. 25) etiam in parte boreali Asiae Minoris, in Bulgaria et in Ma-
 cedonia proveniens. —

Restat, ut in investigationibus adhuc perfectis innixus pauca
 in universum tractem. Itaque primum asseverandum est montes
 Alpes et Caucasum duas areas Alchemillarum ad subsectiones *Ca-
 lycanthum* et *Heliodrosium* pertinentium principales esse. Quae
 opinio posita est in eo, quod in iis montibus subsectiones memoratae
 in species plurimas divisae proveniunt et ex utraque area fere 80 spe-
 cies adhuc notae sunt, qui numerus praecique in Caucaso sine dubio
 augebitur. Neque deinde a re vera abhorret sententia, montes Car-
 patos, montes Peninsulae Balcanicae, montes Uralenses esse areas
 secundarias. Etenim pro explorato sciendum est ex unaquaque ha-
 rum arearum ca. 40 species innotuisse et certe sperandum est hunc
 numerum in Carpatis et in Peninsula Balcanica forsan ad 60, in Mon-
 tibus Uralensibus forsan pluries multiplicatum iri.

Areae supra enumeratae inter se manifeste differunt numero
 specierum ad singulas series pertinentium. In Alpibus crescit series
Splendentes, quae in ceteris areis enumeratis desideratur. Contra
 series *Elatae* in Alpibus deest, in Carpatis solummodo 3 species
 ostendit, in Peninsula Balcanica 12 species id est 28% omnium spe-
 cierum complectitur. Cuius seriei aream principalem Caucasus for-
 mat (24 species — 32%). Etiam series *Pubescentes* in Peninsula Bal-

canica species numerosas (9 species — 21%) comprehendit. Series *Glabrae* et *Heteropodae* in hac Peninsula nonnisi unam dubiam speciem ostendunt, series *Glabrae* autem in Carpatis Occidentalibus et praecique in Alpibus e pluribus speciebus pro maiore parte endemicis constat (Pawłowski). Cfr. tabulam infra.

Alchemilla

numerus specierum approximatim indicatus

	Alpes	Carpati	Penins. Balcanica	Asia Minor	Caucasus (Juz 1941 et 1951, Roehm. 1939 et 1941)	M. Uralenses (Juz. 1941 et 1951)	M. Altaenses (Juz. 1941, 1951)	Rossia Media (Juz. 1946)	Scandinavia (Samuelsson, Hultén)	Britannia (Walters)
Subsectio Calycanthum										
Series Elatae	—	3	12	13	24	3	—	—	—	—
„ Calycinae	11	3	5?	3	8	—	—	—	—	—
Subsectio Heliodrosium										
Series Glabrae	11	7	1	—	1	—	—	— ¹⁾	—	—
„ Subglabrae	17	9	7?	1	14	9	1	3	7	4
„ Heteropodae	8	3	1?	—	4	2	2	—	—	—
„ Hirsutae	17	10	8	5	12	23	18	22	12	6
„ Pubescentes	10	6	9?	3	13	2	1	4	2	1
„ Splendentes	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa	77	41	43?	25	76	39	22	29	21	11

Institutum Botanicum Universitatis Jagellonicae Cracoviensis

BIBLIOGRAPHIA

1. Beck — Mannagetta G., Flora Bosnae, Hercegovinae et Regionis Novipazar. III Choripetalae, finis) — Beograd-Sarajevo 1927 (*Alchemilla* p. 70—75).
2. Buser R., *Alchimilla* — in H. Jaccard, Catalogue de la flore valaisanne. Neue Denkschr. d. allg. Schweiz. Ges. f. d. ges. Naturwis. Bd. XXXIV. Zürich 1895, p. 104—139.
3. Degen A., Flora Velebitica. II Band. Budapest 1937.
4. Fiori A., Nuova flora analitica d'Italia Vol. I. 4. Firenze 1924.
5. Fritsch K., Neue Beiträge zur Flora der Balkanländer. III. Mitteil. d. Naturw. Ver. Steiermark. XLVII (1910) 1911, p. 145, 218.
6. Halascy E., Conspectus Florae Graecae. Vol. I. Lipsiae 1901.
7. Hayek A., Prodrum Florae Peninsulae Balcanicae. I. Bd. Rep. sp. nov. reg. veg. Beih. Bd. XXX. 1. Dahlem b. Berlin 1927.
8. Hultén E., Atlas över växternas utbredning i Norden. Atlas of the distribution of vascular plants in NW. Europe. Stockholm 1950.

9. J á v o r k á S. Adatok Albánia flórájához. — Additamenta ad floram Albaniae. VII. Anthophyta. — A Mag. Tud. Akad. Balkán-Kutat. tud. ered. III. Köt. Budapest 1926 p. 219—346. (Alchemilla p. 262—263).
10. J u z e p c z u k S. W., 329. *Alchimilla* L. — *Manžetka* — in P. F. Majewskij, Flora sredniej połosy jewropiejskiej czasti SSSR — Moskwa — Leningrad 1940.
11. J u z e p c z u k S. W., 755. *Manžetka* — *Alchimilla* L. — in Flora SSSR. X. Izd. Akad. Nauk SSSR. Moskwa — Leningrad 1941, p. 289—410.
12. J u z e p c z u k S. W., Nowyje manžetki wostoka jewropiejskoj czasti SSSR. — *Alchimillae novae orientali-europaeae*. — Botan. Mat. Gerbarija Botan. Inst. im. W. L. Komarowa Akad. Nauk SSSR. — Notulae Syst. ex Herb. Inst. Bot. nom. V. L. Komarovii Ac. Sc. URSS — T. XIV. Moskwa — Leningrad 1951, p. 144—185.
13. M a l y K., *Alchemilla acutiloba*, ein erientalisches Florënelement in Bosnien. — Fedde, Rep. spec. nov. reg. veg. LVI (1939) 1939 p. 49—52.
14. P a w ł o w s k i B., Nowe przywrotniki karpackie i bałkańskie — *Alchemillae carpaticae et balcanicae novae*. — Bull. Int. Ac. Pol. Sc. et Lett. Ser. B. (1951) 1952.
15. P a w ł o w s k i B., Flora Tatr. Tom. I. (manuscr.).
16. R o h l e n a J., Conspectus Florae Montenegrinae. — Preslia XX—XXI. (1941—1942). Praha 1942.
17. R o t h m a l e r W., Systematische Vorarbeiten zu einer Monographie der Gattung *Alchemilla* L. I. Fedde, Repert. spec. nov. reg. veget. XXXIII. 1934. p. 342—350.
18. R o t h m a l e r W., Dtto. IV. Die Gruppen der Untergattung *Eualchemilla* (Focke) Buser. Ibid. XL. 1936 p. 208—212.
19. R o t h m a l e r W., Dtto. VII. Aufteilung der Gattung und Nomenklatur Ibid. XLII. 1937 p. 164—173.
20. R o t h m a l e r W., Dtto. VIII. Neue Arten aus der Subsection *Heliodrosium* Rothm. Ibid. XLVI. 1939 p. 122—132.
21. R o t h m a l e r W., Dtto. IX. Über *Alchemilla*-Arten aus Osteuropa und Asien. Ibid. L. 1941, p. 78—80, 245—255.
22. R o t h m a l e r W., Systematik und Geographie der Subsection *Calycanthum* der Gattung *Alchemilla* L. Ibid. Beih. C, 1938, p. 59—93, T. I et II.
23. S a m u e l s s o n G., *Alchemilla*-Studier. III. Die Nomenklatur der nordeuropäischen *Alchemillen*. Svensk. Bot. Tidskr. 1943. Bd. 37. H. 1, p. 27—41.
24. S a m u e l s s o n G., Die Verbreitung der *Alchemilla*-Arten aus der vulgaris-Gruppe in Nordeuropa. Acta Phytogeogr. Suecica. XVI. Uppsala 1943.

25. Schinz H. u. Keller R., Flora der Schweiz. II. T. Kritische Flora. Zürich 1914.
26. Soó R. u. Palitz Rose. Die Alchemillen des historischen Ungarn. Fedde, Repert. spec. nov. reg. veg. XL. 1936, p. 241—273.
27. Stojanov N. i B. Stefanov. Flora na Bułgarija. III. izd. Sofija 1943.
28. Walters S. M., *Alchemilla vulgaris* L. agg. in Britain. — *Watsonia* Vol. I. 1. 1949.



Feliks Krawiec

1906—1939

Feliks Józef Krawiec

(1906—1939)

SOUVENIR POSTHUME

ZYGMUNT CZUBIŃSKI

Dr Feliks Józef Krawiec urodził się dnia 16 lipca 1906 roku we wsi Granówiec pow. odolanowskiego, jako najstarszy syn nauczyciela miejscowej szkoły powszechnej. Naukę szkolną rozpoczął pod kierunkiem swego ojca, który, widząc jego głębokie zainteresowanie naukami przyrodniczymi, starał się je rozwinąć przez dobór odpowiedniej lektury i ćwiczenie zdolności obserwacyjnych.

W r. 1918 przeszedł Krawiec do niemieckiego Gimnazjum w Ostrowie Wielkopolskim, a po wyzwoleniu tej dzielnicy, do Państwowego Gimnazjum im. Marii Magdaleny w Poznaniu, gdzie szybko wysunął się na czoło najzdolniejszych i najpracowitszych uczniów. Po śmierci ojca w 1923 r. zmuszony był zarabiać na utrzymanie swoje i rodziny złożonej z matki i trojga młodszego rodzeństwa, pracując więc jako sekretarz gminy w Żegrzu pod Poznaniem, gdzie stale mieszka, codziennie dochodząc do gimnazjum, później zaś jako korepetytor. Mimo tych zajęć zdał w 1926 roku maturę gimnazjalną z odznaczeniem. Zamiłowania przyrodnicze, w szczególności botaniczne, skłaniają F. Krawca do zapisania się na Wydział Matematyczno-Przyrodniczy Uniwersytetu Poznańskiego, który kończy w 1930 roku. W czasie studiów pracuje nadal zarobkowo jako korepetytor, później jako pracownik naukowy Dyrekcji Ogrodów Miejskich w Poznaniu. Na tym stanowisku wykazuje wiele inicjatywy i w dużej mierze przyczynia się do skompletowania roślin dla poznańskich Palmiarni, za co otrzymuje w czasie P. W. K. list pochwalny.

W kwietniu 1929 roku, a więc na trzecim roku studiów, zostaje Feliks Krawiec mianowany młodszym asystentem przy Katedrze Systematyki i Geografii Roślin U. P. kierowanej wówczas przez wybitnego botanika, twórcę fitosocjologii prof. dr h. c. Józefa Paczoskiego, który wywarł wielki wpływ na kształ-

towanie się młodego naukowca. Awansując kolejno, dochodzi Krawiec do stanowiska adiunkta przy tej katedrze, zaś po jej zlikwidowaniu przez władze sanacyjne (w związku z podpisaniem przez prof. Paczoskiego tzw. protestu brzeskiego), przechodzi najpierw na stanowisko starszego asystenta, później znów adiunkta przy Katedrze Botaniki Ogólnej, stając się oficjalnym zastępcą prof. dr Adama Wodziczki.

Jako wybitnemu znawcy roślin plechowych, powierzono dr Krawcowi od 1934 r. prowadzenie ćwiczeń zleconych „w oznaczaniu roślin niższych“ dla botaników wyższych lat studiów. Zakres tych ćwiczeń obejmował: glony, grzyby, śluzowce, porosty, wątrobowce i mchy.

W 1931 r. Feliks Krawiec otrzymuje medal brązowy dla wychowanków Uniwersytetu Poznańskiego za wydawnictwo „*Lichenotheca Polonica*“, zaś w 1936 r. medal srebrny za dalszą działalność naukową.

Na podstawie pracy pt. „Flora epilityczna głazów narzutowych zachodniej Polski“ i zdanego rigorosum w czerwcu 1933 roku uzyskuje stopień doktora filozofii.

W październiku 1939 r. miał przystąpić do habilitacji; praca habilitacyjna pt. „Stosunki geobotaniczne Płaskowyżu Staniszewskiego na Pojezierzu Kaszubskim“ była już gotowa.

17-go sierpnia 1939 r. został dr Krawiec powołany na 4-ro tygodniowe ćwiczenia wojskowe do 56 pp. (w Krotoszynie) i jako ppor. brał udział w obronie Ojczyzny przed falą najeźdźców hitlerowskich. Poległ śmiercią walecznych pod Łęczycą (woj. łódzkie) w dniu 9. IX. 1939 r. Mimo usilnych poszukiwań nie udało się odnaleźć jego grobu.

Od 1933 roku dr Feliks Krawiec był żonaty. osierocił córkę Elżbietę.

Od czasu objęcia asystentury przy Katedrze Systematyki i Geografii Roślin U. P., Feliks Krawiec rozwinął bardzo żywą i wszechstronną działalność naukową, którą cechowały: a) entuzjazm dla nauki i umiłowanie przyrody ojczystej, b) rozległość zainteresowań botanicznych, c) podejmowanie i rozwiązywanie trudnych problemów naukowych wymagających doskonałego opanowania specjalizacji i gruntownej a zarazem wszechstronnej wiedzy biologicznej.

Od początku obrał trudną i mało uprawianą w kraju specjalizację, jaką jest lichenologia. Ona też stała się główną dziedziną z której ogłosił najwięcej prac i notatek (ogółem 11). Jego zasługą

było zgromadzenie przy Zakładzie Systematyki i Geografii Roślin U. P. wzorowych zbiorów zielnikowych porostów, wśród których najwięcej uwagi poświęcił najliczniejszemu, ale zarazem systematycznie bardzo trudnemu rodzajowi *Cladonia*, z myślą opracowania monografii gatunków krajowych.

Z inicjatywy F. K r a w c a i dzięki Jego staraniom ukazała się już w roku 1930 pierwsza „*Lichenotheca Polonica*“, której do r. 1935 wyszły dwa fascykuly — *Lichenes Posnanienses* (jako wydawnictwo Zakładu Systematyki i Geografii Roślin U. P.). Zamierzał wydać trzeci fascykul porostów Wielkopolski i Pomorza, a przygotowywał częściowo materiały do dalszych (m. i. zaczął zbierać porosty tatrzańskie). Każda z Jego prac lichenologicznych, czy to dotycząca Wielkopolski (1, 3, 13), Pomorza (5, 16), Lubelszczyzny (10), czy też północno-wschodniej Polski (14) przynosiła liczne gatunki przedtem nienotowane z obszaru kraju.

Był tak zapalonym florystą, że porosty zbierał nawet na ćwiczeniach wojskowych (co nie przeszkodziło Mu w uzyskaniu jednej z pierwszych lokat w Szkole Podchorążych), — w okolicach Zambrowa i Krajewa (woj. białostockie) oraz Pohulanki (okolice Wilna). Znalazł wówczas 165 gatunków, wśród których stwierdził typowych przedstawicieli elementu atlantyckiego na tak daleko ku wschodowi wysuniętych placówkach (*Alectoria bicolor*, *Usnea ceratina*, *Lobaria scrobiculata*), a z drugiej strony formy wschodnie (*Ramalina thrausta*, *Letharia divaricata*), oraz gatunki górskie (*Parmelia pertusa*, *P. cetrarioides*, *P. vittata*, *Parmeliopsis hyperopta*). Jako pierwszy z polskich badaczy zajął się specjalnie niżową florą epifityczną buczyn, wykazując na przykładzie Wielkopolski (6), jej podobieństwo do zbiorowisk opisanych z zachodniej Europy. przy równoczesnym pewnym zubożeniu w formy zachodnie.

Najcenniejszą pracą dra F. K r a w c a ogłoszoną drukiem jest „Flora epilityczna głazów narzutowych zachodniej Polski“ (16), stanowiąca jedną z najlepszych monografii europejskich, zbiorowisk roślinnych głazów narzutowych. Niezwykle interesujący ten problem, który nastęrcza dużo trudności w oznaczaniu często nietypowych, „głodowych“ i nie owocujących okazów, ale stwarza rozległe horyzonty dla rozważań ekologicznych, a zwłaszcza geobotanicznych, potraktowany został przez dra F. K r a w c a wyczerpująco i wszechstronnie.

Z innych grup systematycznych interesował się On przede wszystkim wątrobowcami (4), krasnorostami — wód śródlądowych (7, 22, 30) i roślinami naczyniowymi (11, 17, 18, 19, 20, 21, 23). Prace

fizjograficzne pociągały Go zawsze, jak również fitosocjologiczne i geobotaniczne, których kilka, między innymi niezwykle interesująca monografia roślinności Płaskowyżu Staniszewskiego na Pojezierzu Kaszubskim (praca habilitacyjna), nie ukazało się jeszcze drukiem.

Dla celów samokształcenia i przygotowania do zespołowej pracy biologów w terenie, skupił wokół siebie wszystkich młodych przyrodników-fizjografów ośrodka poznańskiego na cotygodniowych dyskusjach, wspólnych wycieczkach i zapoczątkowanych na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego wspólnych badaniach biocenotycznych. Zawsze był ich inicjatorem, najaktywniejszym członkiem i konstruktywnym krytykiem. Dzisiaj gdy patrzymy na ten okres z pewnej perspektywy czasowej, to każdy z nas należący do tego zespołu zdaje sobie sprawę ile zawdzięcza jego Inicjatorowi.

Prace geobotaniczne dr F. K r a w c a przyczyniły się do krytycznego ujęcia flory i elementów szaty roślinnej Wielkopolski oraz dały cenne wskazówki odnośnie przyszłych badań (11). Dostarczyły przyczynków do poznania rozmieszczenia szeregu roślin zielnych w zachodniej części kraju (2, 9, 11, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26). Rzuciły one światło na granicę buka i jodły w południowej Wielkopolsce i przyległych partiach Wyżyny Łódzkiej (17, 36, 39 i w manusk. *7), wreszcie dały charakterystykę reliktowych zespołów stepowych koło Opalenia nad dolną Wisłą (26, 38 i w manusk. 4).

Głębokie umiłowanie przyrody ojczystej, a w szczególności regionu wielkopolskiego i Pomorza, których był doskonałym znawcą, skłoniło Go do licznych publikacji z zakresu ochrony przyrody, wśród których najbardziej cenną i najpiękniejszą jest ogłoszona wspólnie z A. W o d z i c z k ą i J. U r b a ń s k i m: „Pomniki i zabytki przyrody Wielkopolski“ (15).

Entuzjazm dla nauki i umiłowanie przyrody udzielało się otoczeniu i studentom, którzy lgnęli do dra K r a w c a całym sercem. Wysokie społecznienie i poczucie obowiązku, chęć służenia nauce, stawały Go wśród najczynniejszych członków, najpierw Koła Przyrodników U. P. potem Polskiego Towarzystwa Botanicznego, Tow. Przyrodników im. Kopernika, Ligi Ochrony Przyrody; wszędzie zawsze chętnie referował, brał czynny udział w pracach i dyskusjach.

Dla uzupełnienia sylwetki duchowej Dr F e l i k s a K r a w c a należy dodać prawy charakter, Jego głęboką kulturę wewnętrzną, skromność, życzliwość i chęć niesienia pomocy bliźnim, uczuciowość i pogodę ducha.

Łatwo zjednywał sobie przyjaźń wszystkich, którzy Go znali i cenili w Nim pełnego Człowieka i nieustrudzonego Pracownika nauki.

Przez śmierć dra Feliksa K r a w c a nauka polska poniosła poważną stratę.

SPIS PRAC NAUKOWYCH DRA FELIKSA KRAWCA

LISTE DES TRAVAUX DU DR FELIX KRAWIEC

- 1930 1. *Lichenotheca Polonica*. Fasc. I. — Lichenes Posnanienses (1—50).
zielnik i scheda str. 1—10. Poznań.
- 1932 2. O rozmieszczeniu sasanki (*Pulsatilla T o u r n.*) w Wielkopolsce. —
Acta Soc. Bot. Pol. Vol. IX, Nr 3—4, str. 531—537. Warszawa.
Sur la repartition de *Pulsatilla T o u r n.* en Grande Pologne (Wielkopolska).
- 1933 3. Porosty Ludwikowa. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Prace monograficzne
nad przyrodą Wielkopolskiego Parku Narodowego Ser. B, T. VI,
str. 1—40. Poznań
Lichéns de Ludwikowo.
4. Wątrobowce Ludwikowa. Tamże, str. 1—6. Poznań.
Hépatiques de Ludwikowo.
5. Materiały do flory porostów Pomorza. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. X,
Nr 1, str. 25—47. Warszawa.
Contribution à la flore lichenologiques de Pomèranie.
- 1934 6. Flora epifityczna lasów bukowych Wielkopolski. Tamże, Vol. XI
Suppl. str. 317—327. Warszawa.
Flore épiphytiques de hêtraies en Grande-Pologne (Wielkopolska).
- 1935 7. Ciekawe krasnorosty *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) I. A g. i *Thorea ramosissima* B o r y w Polsce. Tamże, Vol. XII, Nr 3, str. 299—300.
Warszawa.
Les algues interessantes *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) I. A g. et
Thorea ramosissima B o r y en Pologne.
8. *Lichenotheca Polonica*. Fasc. II. — Lichenes Posnanienses (51—100),
zielnik i scheda str. 1—10. Poznań.
- 1936 9. Szata roślinna Wyżyny Staniszewskiej na Kaszubszczyźnie. — Ochro-
na Przyrody. R. 15, str. 102—113. Kraków.
Végétation du Staniszevska plateau en Pomèranie.
10. Przyczynek do znajomości flory porostów Lubelszczyzny. Acta Soc.
Bot. Pol. Vol. XIII, Nr 2, str. 85—92. Warszawa.
Contribution à la connaissance des Lichéns du district de Lublin.
11. Rośliny naczyniowe. W zbiorowym opracowaniu: „Stan badań nad
roślinnością Wielkopolski i zadania na przyszłość“. Wyd. Okr. Kom.
Ochr. Przyr. na Wielkopolskę i Pomorze, zesz. 6, str. 38—58. Poznań.
Plantes vasculaires.

12. Flory kopalne. Tamże, str. 58—62.
Flores fossiles.
13. Porosty. Tamże, str. 21—24.
Lichens.
- 1937 14. Materiały do flory porostów północno-wschodniej Polski. Spraw. Kom. Fizjgr. P. A. U., T. 71, str. 65—82. Kraków.
Contribution à la flore de Lichens de la Pologne Nord-Ouest.
- 1938 15. z A. W o d z i c z k ą i J. U r b a ń s k i m. — Pomniki i zabytki przyrody Wielkopolski. Wyd. Okr. Kom. Ochr. Przyr. na Wlkp. i Pomorze, zesz. 8, str. 7—472. Poznań.
Avec A. Wodziczko et J. Urbanski. Monuments et relictcs de la flore de Grande Pologne (Wielkopolska).
16. Flora epilityczna głazów narzutowych zachodniej Polski. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Prace Kom. Mat.-Przyrodniczej, Ser. B, T. IX, zesz. 2, str. 1—256. Poznań.
Flore epilitique des pierres erratiques de la Pologne occidentale.

PRACE POZOSTAWIONE W RĘKOPISACH (MANUSCRIPTS)

- *1. *Lichenotheca Polonica*. Fasc. III — Lichenes Posnanienses et Pomeranici.
- *2. Stosunki geobotaniczne Płaskowyżu Staniszewskiego na Pojezierzu Kaszubskim. Praca habilitacyjna.
- *3. Badania nad szatą roślinną Ziemi Kaliskiej. Rośliny naczyniowe. porosty.
- *4. Zabytkowa roślinność pontyjska zboczy Wisły pod Opaleniem.
- *5. Zielnik szkolny porostów i mszaków z kluczem do oznaczania najbardziej rozpowszechnionych gatunków porostów.
- *6. z J. U r b a ń s k i m — Wykaz roślin naczyniowych Wielkopolskiego Parku Narodowego w Ludwikowie pod Poznaniem.
- *7. Kilka uwag w sprawie historii buka w Polsce.

NOTATKI GEOBOTANICZNE — NOTES GÉOBOTANQUES

- 1930 17. z F. P o z n a ń s k i m — Notatka z wycieczki do powiatu ostrowskiego i odolanowskiego. Wyd. Okr. Kom. Ochr. Przyr. na Wielkopolskę i Pomorze, zesz. 2, str. 49—51. Poznań.
18. z J. U r b a ń s k i m — Rezultaty wycieczek florystycznych po Wielkopolsce. Tamże str. 52—56.
- 1935 19. Z wycieczki botanicznej do powiatu kępińskiego. Tamże zesz. 5, str. 96—100. Poznań.
20. Wrzosiec bagienny w powiecie chojnickim na Pomorzu. Tamże str. 130—131.
21. Rezultaty wycieczek florystycznych po Wielkopolsce. Tamże str. 100—108.
- 1936 22. Zabytkowa roślinność niższa w potoku Zagórzańskim koło Starej Piły (pow. morski). Kwart. Biul. Inform. wyd. Biura Delegata Min. W. R. i O. P. dla Spraw Ochrony Przyrody. Roczn. VI. cz. 4, str. 13. Kraków.

- 1937 23. Las liściasty koło Lutyni w pow. krotoszyńskim ze stanowiskiem zdrojówki rutewkowatej. Wyd. Okr. Kom. Ochr. Przyr. na Włkp. i Pomorze, zesz. 7, str. 122—129. Poznań.
- 1938 24. Stosunki geobotaniczne Płaskowyżu Staniszewskiego na Pojezierzu Kaszubskim. Sprawozd. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Nr 3, za III/IV kwart. 1938 r., str. 199—203. Poznań.
25. Dąbrowa z bogatą roślinnością koło wsi Dębe w pow. kaliskim. Kwart. Biul. Inform. Roczn. VIII, Nr 4a, str. 17—18. Kraków.
26. Badania nad zabytkową roślinnością nadleśnictwa Dębowo na Pomorzu. Tamże, str. 210—212.

PRACE POPULARNE, NOTATKI I ARTYKUŁY

- 1930 27. Ochrona głazów narzutowych w północnej części Pomorza. Wyd. Okr. Kom. Ochr. Przyr. na Włkp. i Pomorze, zesz. 2, str. 5—25. Poznań.
- 1933 28. Głazy narzutowe Wielkopolski. Tamże zesz. 4, str. 24—32. Poznań.
29. Porosty głazów narzutowych zachodniej Polski. Streszcz. referatu Pam. XIV Zjazdu Lek. i Przyr. Pol. w Poznaniu. T. I, str. 638—639. Poznań.
- 1935 30. Dwa rzadkie krasnorosty w Wielkopolsce. Not. nauk. Wyd. Okr. Kom. Ochr. Przyr. na Włkp. i Pom. zesz. 5, str. 133. Poznań.
31. z J. U r b a ń s k i m — Wycieczka przyrodnicza na Malte pod Poznaniem. Tamże str. 30—32.
32. z J. U r b a ń s k i m — Mapa pomników i zabytków przyrody powiatu kartuskiego. Tamże, str. 11—28.
- 1936 33. Rezerwat „Staniszewskie Błoto“ ulega osuszeniu. Kwart. Biul. Inform. Roczn. VI, cz. 4, str. 28—29. Kraków.
34. Ośrodki naukowe. W zbiorowym opracowaniu n. t. „Stan badań nad roślinnością Wielkopolski i zadania na przyszłość“. — Wyd. Okr. Kom. Ochr. Przyr. na Włkp. i Pom., zesz. 6, str. 81—84. Poznań.
- 1937 35. Głazy narzutowe zachodniej Polski. — Flora epilityczna. (Streszczenie pracy). — Sprawozdn. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Nr 2, za II kwart. 1937 r., str. 73—76. Poznań.
36. Rezerwat jodłowy w Lesie Miejskim na południe od Kalisza. Kwart. Biul. Inform. Roczn. VII, Nr 4, str. 6—7. Kraków.
37. Genealogia naszych renet. — Polska Gazeta Ogrodnicza. R. I, Nr 8, str. 2—3 i Nr 9, str. 4—5. Poznań.
- 1938 38. Inwentaryzacja projektowanych rezerwatów i zabytków przyrody w nadleśnictwie Dębowo na Pomorzu. — Kwart. Biul. Inform. Roczn. VIII, Nr 4, str. 8—9. Kraków.
39. Zabytkowe buki w lasach majątku Wrząca (pow. sieradzki). — Tamże, str. 17.
40. W i t o l d K u l e s z a. Wspomnienie pośmiertne. — Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XV, Nr 4, str. XV—XXVI. Warszawa.
41. Okrzemki i węzlice, najpiękniejsze z naszych glonów. — Młody Przyrodnik. Poznań.
42. O florze porostów Pomorza. — Spraw. z III Zjazdu Botaników Słowiańskich w Warszawie. Warszawa.

- 1939 43. W sprawie rdzy zbożowej i rozporządzenia o tępieniu chwastów. Polska Gazeta Ogrodnicza. R. III, Nr 1, str. 4—5. Poznań.
44. Kwitnące storczyki. Przegląd Ogrodniczy, R. 22, Nr 1, str. 36—38. Lwów 1939.
45. W i t o l d K u l e s z a. Życiorys i zestawienie prac. — Kosmos Ser. B. T. 64, zesz. I, str. 1—8. Lwów.
46. W i t o l d K u l e s z a jako geobotanik. Tamże, str. 10—14.
47. Zanikanie flory porostów w pobliżu większych miast (na przykładzie Drezna). Kwart. Biul. Inform. za I kwart. 1939 r. R. IX, Nr 1, str. 42—43. Kraków 1939.

RÉSUMÉ

F. J. K r a w i e c floriste, lichenologue et bryologue polonais naquit le 16. VII. 1906 dans la campagne Granówiec (distr. Odolanów) comme fils aîné de l'instituteur à l'école primaire. Il reçut son baccalauréat au gymnase polonais à Poznań en 1926. Au gymnase il était un des plus capables élèves quoique après la mort de son père en 1923 il devait travailler pour sa famille. A l'Université de Poznań il étudiait les sciences naturelles et pendant la troisième année de ses études il devient assistant et après adjoint du prof. J o s e p h P a c z o s k i, éminent phytogéographe, un des fondateurs de phytosociologie.

Après la démission de son maître il devient adjoint à la chaire de botanique générale chez le prof. A. W o d z i c z k o et était chef des travaux dans le domaine des plantes cryptogames.

Il contribua beaucoup à la connaissance de la flore de la Grande-Pologne (Wielkopolska) et étudiait spécialement la flore épilique (mousses et lichens) sur les blocs erratiques.

Le 17. VIII. 1939 appelé sous les drapeaux comme souslieutenant d'infanterie il prit part à la défense de sa patrie contre l'agression hitlerienne et au commencement de la guerre dans la bataille près de Łęczyca il périt le 9. IX. 1939. Cette mort prématurée était grande perte pour la botanique polonaise.

UWAGI DLA AUTORÓW

Redakcja przyjmuje tylko pierwsze maszynopisy (a nie kopie). Objętość nadesłanych maszynopisów nie powinna w zasadzie przekraczać 1 arkusza druku; umieszczanie większych prac wymaga poprzedniego omówienia z redaktorem. Materiał ilustracyjny w postaci rysunków w tekście lub tablic umieszczonych poza tekstem należy ograniczać do niezbędnego minimum. Rysunki muszą być dokładnie oznaczone, lecz nie numerowane na samej ilustracji. Poszczególne rysunki w tablicach winny być oznaczane raczej literami niż cyframi. Podpisy do rysunków i tablic winny być napisane na maszynie oddzielnie a nie z rysunkami, gdyż gdzie indziej robione są klisze a gdzie indziej składane są objaśnienia do nich. Materiał tabelaryczny nie może zajmować więcej niż 1/4 całego tekstu.

Prace przyjmowane są w języku polskim, angielskim, niemieckim, francuskim i rosyjskim z tym, iż prace w języku polskim muszą posiadać tytuł obcojęzyczny oraz streszczenie i ewentualnie objaśnienia rysunków w tym samym języku. W każdym maszynopisie winno być umieszczone na końcu streszczenie ważniejszych wyników pracy. Wszystkie cytaty z literatury w tekście winny zawierać nazwisko autora oraz pierwsze litery imion wraz z datą publikacji. Spis literatury cytowanej w tekście winien być umieszczony na końcu pracy pt. „Cytowana literatura“, w którym umieszczeni są autorowie alfabetycznie, a prace danego autora chronologicznie. Po nazwisku i pierwszych literach imion autora winna znajdować się data publikacji, następnie tytuł (który może być opuszczony) dalej skrót nazwy czasopisma według reguł przyjętych w „World list of scientific periodicals“ Oxford University Press 1925, następnie należy podać numer tomu tłustym drukiem i pierwszą i ostatnią liczbę stronic, oznaczoną literami arabskimi. W wypadku wydawnictwa książkowego a nie periodycznego, należy podać liczbę stronic, miejsce i datę publikacji oraz nazwisko wydawcy. Np.:

B r i d g e s C. B., 1938. A revised map of the salivary gland X chromosome. Journ. Hered. 29: 11—13.

H o b g e n L., 1933. Nature and Nurture. 144 pp. New York; W. W. Norton and Co. Inc.

Odnośniki w tekście powinny być w miarę możliwości unikane (zwykle mogą być umieszczane w tekście w nawiasach w miejscu do którego się odnoszą). O ile są konieczne, powinny być oznaczone gwiazdkami, krzyżykami itp., aby nie myliły się z cyframi w tablicach.

Korekty w ilości dwóch będą wysyłane autorom; w tym celu należy wraz z maszynopisem podać dokładny adres i podawać następnie ewentualne zmiany adresu. Korekty muszą być zwracane szybko bez większych zmian w tekście. Acta Soc. Bot. Pol. dają autorom 100 bezpłatnych odbitek bez okładek, koszt dalszych odbitek i okładek ponoszą autorowie według rzeczywistych kosztów. Ilość żądanych odbitek wraz z podaniem czy mają być z okładkami należy podać przy drugiej korekcie. Rękopisy należy przesyłać do redaktorów: prof. K. Bassalika (Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28) lub doc. W. Gajewskiego (Warszawa, al. Ujazdowskie 4), wszelką zaś korespondencję w sprawach wydawniczych do Redakcji (Warszawa, al. Ujazdowskie 4).

Adres Redakcji: Warszawa: Al. Ujazdowskie 4.
Adresse de la Rédaction: Varsovie (Pologne): Al. Ujazdowskie 4.

Nakład 1100 egz. · Papier dzielowy ilustracyjny kl. V g 70 format B₁.
Obj. 17 ark. Zam. 195 z dn. 31.III.52, druk ukończ. 15.I.53 3-B-29764

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, ul. Śniadeckich 8.