

Der Einfluss der Meereshöhe auf die Buche (*Fagus sylvatica*).

Um den Einfluss der Meereshöhe und die damit verbundenen Faktoren zu untersuchen, habe ich mich nur auf den Einfluss auf die Blätter und teilweise auf die Zweige beschränkt. Die Forschungen gingen in zwei Richtungen: *A* Morphologische, *B* Anatomisch-mikroskopische.

Bevor ich zu der Auslegung der Ergebnisse, welche ich durch die Forschung festgestellt habe, übergehe, muss ich auf die Grundlagen hinweisen, auf welchen ich meine Ergebnisse gewonnen habe. Diese Grundlagen sind folgende: *a*) Die Blätter sind in 700, 900, 1100, 1300, 1500 und 1700 *m* Höhe ü. d. Meeresspiegel (Witoscha-Bulgarien) entnommen worden, Höhen, die sich voneinander um 200 *m* unterscheiden. *b*) Die Blätter wurden von je 10 Bäumen entnommen um den Einfluss irgendwelcher spezifischer Sonderheiten eines Exemplares zu vermeiden, im Falle dass solche überhaupt existierten. *c*. So viel mir die Umstände erlaubten, sammelte ich die Blätter an Orten, welche gleichen Feuchtigkeitszustand aufwiesen. Leider mussten die Proben von 1700 *m* und besonders die von 1500 *m* an Orten mit grosser Feuchtigkeit entnommen werden — und zwar neben einem Fluss in einer Mulde. *d*) Bei gleichem Belichtungszustand: nordwestliche Lage am Rande der Formation. *e*) Von gleichgrossen Bäumen. *f*) Die Blätter selbst, oder besser die Zweige wurden in gleicher Höhe über der Erdoberfläche und aus westlicher Lage entnommen. *g*) Die Blätter mit samt den Zweigen wurden zuerst getrocknet (herbarisiert) und dann gemessen. Die auf diese Art getrockneten Blätter wurden zu morphologischen Untersuchungen verwendet. *h*) Die Blätter, welche zur anatomischen Untersuchung bestimmt waren, wurden gleich in Alkohol gelegt. Später wurden von ihnen Parafinpräparate zum Messen gefertigt. *i*) Bei der morphologischen Untersuchung wurden je 100, bei der anatomischen dagegen je 20 Blätter für jede Höhe untersucht. *k*) Die Blätter für die morphologischen Untersuchungen wurden von

der ganzen Länge der Zweige entnommen, indem nur die unentwickelten Blätter am Zweigende weggelassen wurden.

Um eine grössere Übersicht zu erreichen, werde ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen nach Punkten auslegen.

A. Morphologische Untersuchungen.

1. Die Blattlänge. Schon beim Sammeln der Blätter fiel mir der grosse Unterschied in der Grösse der Blätter auf und zwar besonders der zwischen den zwei äussersten Proben von 700 *m* und 1700 *m*. Die Blätter aus der Höhe von 1700 *m* waren fast nur halb so gross wie die aus der Höhe von 700 *m*. Diese Beobachtung wurde bei der Messung tatsächlich als richtig befunden. Die Durchschnittslänge der Blätter

(ohne dem Blattstiel) für die verschiedenen Höhen ist in der nebenstehenden Tabelle ersichtlich (s. Tabelle 1).

Tab. 1.

Höhe ü. d. Meeres- spiegel in <i>m</i>	Blatt- länge in <i>mm</i>	Blatt- breite in <i>mm</i>	Anzahl der Seiten- nerven
700	65	44	18
900	62	42	17
1100	60	39	16
1300	59	38	16
1500	52	35	15
1700	41	27	14

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß mit zunehmender Höhe die Länge des Blattes abnimmt.

2. Die Durchschnittsbreite des Blattes ist in Tabelle 1 gegeben. Auch hier stellen wir dasselbe fest: mit zunehmender Höhe nimmt die Blattbreite ab. Die graphische Darstellung der Blattlänge und der Blattbreite sehen wir in Abb. 1.

Aus den Kurvenlinien in Abb. 1 ist ersichtlich, daß mit zunehmender Höhe nicht nur die Länge und Breite und somit auch die Grösse des Blattes abnimmt, sondern wir bemerken auch, dass anfangs die Abnahme der Länge sowie der Breite zuerst langsam vor sich geht, dann aber bei 1500 *m* und besonders bei 1700 *m* die Länge und die Breite des Blattes sehr stark abnehmen, obwohl der Höhenunterschied nur je 200 *m* beträgt.

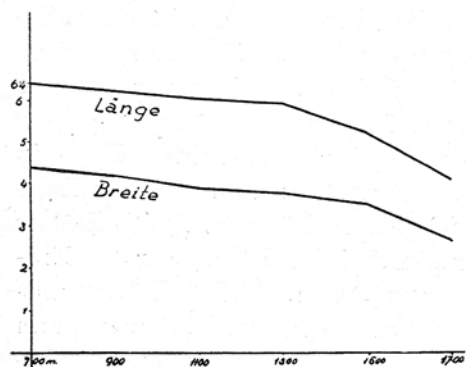


Abb. 1. Die Abhängigkeit der Grösse der Blätter von der Höhe ü. d. M.

3. Die Anzahl der Seitennerven für die verschiedenen Höhen ist in Tabelle 1 ersichtlich. Wenn wir die in der Tabelle 1 angegebenen Zahlen näher betrachten, so kommen wir zu der Feststellung,

dass die Blätter in grösseren Höhen mehr Wasser bekommen müssen als in niedrigeren Lagen, denn mit der Verminderung der Blattgrösse (für 1700 *m* in bezug auf 700 *m*) zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{2}{3}$, müsste sich die Zahl der Seitennerven bis auf 9–12 vermindern, wir sehen aber, dass sie 14 beträgt, d. h. sie beträgt mehr als $\frac{3}{4}$, der Anzahl für 700 *m* Höhe. Diese Feststellung wurde durch die Tatsache unterstützt, dass in den Blättern von den verschiedenen Höhen je 3 nebeneinander gereichte

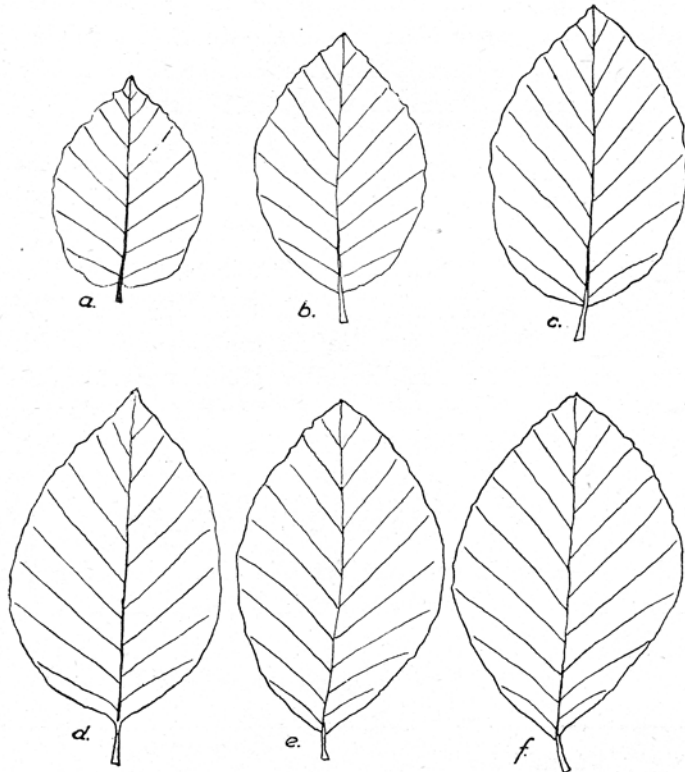


Abb. 2. Charakteristische Blattform und Blattgrösse bei verschiedener Höhe ü. d. M. *a*) 1700 *m*, *b*) 1500 *m*, *c*) 1300 *m*, *d*) 1100 *m*, *e*) 900 *m*, *f*) 700 *m*.

Leitbündel münden und dass die Dimensionen (der Durchmesser) aller 3 fast gleich sind mit der Variation von 2–3 μ auf 25 μ . Allgemein betrachtet ist daher die absolute Menge des Wassers, welches die Blätter erhalten, gleich, relativ aber (für die kleineren Blätter) ist diese Menge verschieden, da die Blätter aus den grösseren Höhen mehr Wasser erhalten.

4. Die Blattform. Bei 700 *m* ist das dem Stiel zugekehrte Blattende ziemlich spitz, bei zunehmender Höhe wird dieses Blattende

immer stumpfer und bei 1700 *m* dringt es herzförmig in das Blatt ein. Diese Feststellung stimmt vollkommen überein mit den an der Buche vor kurzem angestellten Untersuchungen im Sowjetrussland - Krim (H. Poplawska). Bei dieser Buche ist festgestellt worden, dass in den niedrigeren Regionen die Blattform dem *Fagus orientalis* ähnlich ist, bei welchem die breiteste Stelle des Blattes um $\frac{2}{3}$ seiner Länge vom Stiel absteht, d. h. das Blatt läuft spitz dem Stiel zu. In den oberen Regionen dagegen, ähnelt die Krimmbuche ihrer Blattform nach der *Fagus silvatica*, bei welcher sich die breiteste Stelle in der Mitte des Blattes befindet. Infolgedessen ist das dem Stiel zugekehrte Blattende stumpfer. Dieselben Resultate hat kürzlich auch T. Wiśniewski an der Buche in Polen erhalten.

Die typischen Blätter für die verschiedenen Höhen zeigt Abb. 2.

5. Von der Blattstiellänge kann man sagen, dass die im Vergleich mit den Blättern mit zunehmender Höhe verhältnissmässig länger wird.

6. Eine grössere Bedeutung hat die Dichte des Laubes am Aste. Bei geringeren Höhen ist die Dichte des Laubes kleiner d. h. die Äste sind kahler. Mit zunehmender Höhe vergrössert sich diese Dichte immer mehr und mehr und bei 1700 *m* ü. d. Meeresspiegel ist der Ast so dicht belaubt, dass er einem Besen ähnlich wird.

B. Mikroskopische Untersuchungen.

7. Nicht weniger interessant ist die Variation der Anzahl der Spaltöffnungen im Verhältniss zur Höhe. Diese Anzahl ist in Tabelle 2 ersichtlich.

Tab. 2.

Höhe ü. d. Meeresspiegel in <i>m</i>	Anzahl der Spaltöffnungen auf 1 <i>mm</i> ²	Länge der Spaltöffnungen in μ	Breite der Spaltöffnungen in μ	Bemerkung
700	325	24.45	18.45	Für jede Höhe wurden je 300 mikroskopische Gesichtsfelder gemessen, für die Ausmasse je 1000
900	290	23.85	18.75	
1100	256	22.95	18.90	
1300	230	22.35	18.98	
1500	223	21.75	19.00	
1700	218	21.45	19.20	

Aus den Zahlen ist ersichtlich, dass sich mit zunehmender Höhe die Zahl der Spaltöffnungen merklich verringert und bei 1700 beträgt sie auf 1 *mm*² $\frac{2}{3}$ derer bei 700 *m* Höhe.

Wenn wir die Zahlen, welche die Anzahl der Spaltöffnungen ausdrücken, graphisch darstellen, so bekommen wir folgende Kurve (Abb. 3).

Aus der Zeichnung kann man ersehen, dass sich mit der zunehmenden Höhe nicht nur die Anzahl der Spaltöffnungen verringert, sondern auch, dass diese Verringerung anfangs (700—1300) stark vor sich geht, am Ende dagegen (von 1300—1700 *m* ziemlich abflaut. Hier muss man auch bemerken, dass die letzten zwei Proben (von 1500 und 1700 *m*) aus Standorten mit grosser Feuchtigkeit entnommen worden sind (aus einer Mulde neben einem Fluss). Dies ist wohl der Grund der Abflauung der Verringerung der Anzahl der Spaltöffnungen bei diesen Höhen. Wenn auch diese zwei Proben von Standorten mit geringerer Feuchtigkeit entnommen worden wären, so wie es bei den niederen Höhen der Fall war, so würde sicher auch hier die Anzahl stark abnehmen und die graphische Linie würde fast eine Gerade ergeben, so, wie sie bis zu der Höhe 1300 verläuft.

Interessant ist auch der Fall mit den Ausmassen der Spaltöffnungen ihrer Länge und Breite und der von ihnen abhängigen Form. Diese Ausmasse sind in Tabelle 2 in Mikronen gegeben. Graphisch dargestellt bekommen wir folgende zwei Kurven: (Abb. 4).

Wenn wir die Graphik betrachten, bemerken wir, dass sich mit der zunehmenden Höhe die Länge der Spaltöffnungen verringert, ihre Breite dagegen zunimmt. Beide Kurven laufen nicht parallel zu

einander sondern schneiden einander. Dies weist darauf hin, dass sich die Form der Spaltöffnungen ändert — bei 700 *m* sind die Spaltöffnungen lang

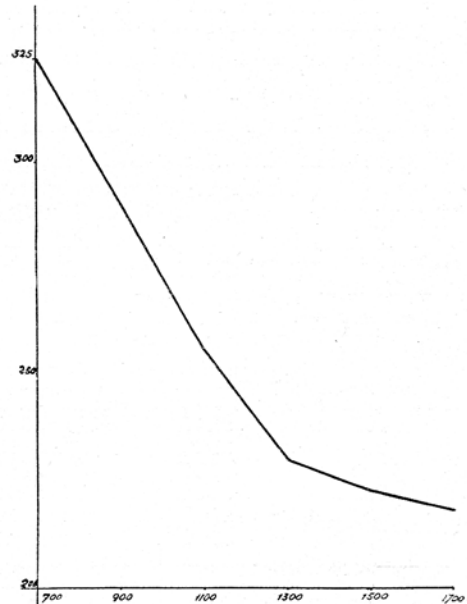


Abb. 3. Die Verkleinerung der Anzahl der Spaltöffnungen auf 1 mm^2 bei verschiedener Höhe ü. d. M.

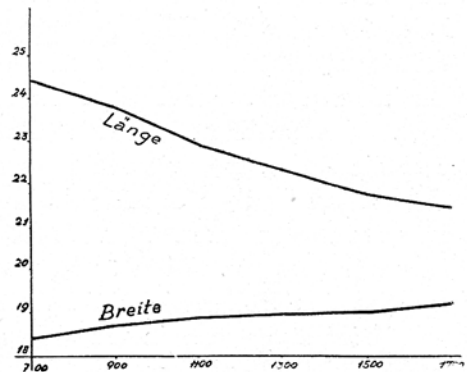


Abb. 4. Die Abhängigkeit der Größe der Spaltöffnungen bei verschiedener Höhe ü. d. M.

und schmal, mit zunehmender Höhe aber werden sie kürzer und breiter und bei 1700 *m* sind sie fast rund. Gleichzeitig werden sie auch kleiner als die bei 700 *m* Höhe.

8. Die Ausmasse der epidermalen Zellen werden getrennt für die untere und obere Blattfläche betrachtet.

Mann muss bemerken, dass die epidermalen Zellen eine stark eingekerbte, fast sternähnliche Form aufweisen, der Grösse nach aber ziemlich gleich sind.

Die Länge der epidermalen Zellen der unteren Blattfläche verringert sich mit zunehmender Höhe. Dies ist aus Tabelle 3 ersichtlich.

Tab. 3.

Höhe ü. d. Meeresspiegel in <i>m</i>	Länge der Epidermalzellen in μ (der unteren Blattfläche)	Breite der Epidermalzellen in μ (der unteren Blattfläche)	Stärke der Epidermalzellen in μ (der unteren Blattfläche)	Bemerkung
700	38.55	30.08	8.55	Gemessen für jede Höhe 1000
900	37.13	28.28	8.68	
1100	36.15	27.67	9.23	
1300	36.00	26.10	8.32	
1500	34.50	24.68	7.55	
1700	33.60	24.45	8.00	

Die Breite dieser Zellen nimmt ebenfalls mit zunehmender Höhe ab. (s. Tabelle 3).

Anders aber ist es mit der Stärke (s. Tabelle 3). Hier sind die Zahlen zu sehr verschieden, um einen Schluss aus ihnen zu ziehen. Doch ist es vollkommen genügend, die Länge und die Breite in Augenschein zu nehmen, um festzustellen, dass sich mit zunehmender Höhe der Rauminhalt der Epidermalzellen der unteren Blattfläche verringert. Noch mehr ändert sich ihre Form, da die Einkerbung abnimmt und die Zellen fast viereckig werden.

9. Für die Ausmasse der Epidermalzellen der oberen Blattfläche kann man dasselbe wie für die Zellen der unteren Blattfläche sagen. Die Länge, die Breite und die Stärke für die entsprechenden Höhen sind in Tabelle 4 gegeben.

Die Länge vermindert sich mit Zunahme der Höhe. Die Breite verhält sich ebenfalls so, obwohl sie für 1500 *m* Höhe abweicht, indem sie eine geringe Zunahme aufweist. Die Stärke weist hier eine offensichtlicher ausgedrückte Tendenz zur Verminderung auf, als dies der Fall für die Epidermalzellen der unteren Blattfläche war. Auch hier (wie bei den Epidermalzellen der unteren Blattfläche) verringert sich der Rauminhalt mit zunehmender Höhe.

Tab. 4.

Höhe ü. d. Meeresspiegel in <i>m</i>	Länge der Epidermalzellen in μ (der oberen Blattfläche)	Breite der Epidermalzellen in μ (der oberen Blattfläche)	Stärke der Epidermalzellen in μ (der oberen Blattfläche)	Bemerkung
700	40.88	29.08	9.80	Gemessen für jede Höhe 1000
900	38.40	27.00	9.00	
1100	37.20	26.55	9.45	
1300	37.05	26.18	8.90	
1500	36.23	26.70	8.25	
1700	32.10	24.08	8.40	

10. Die Stärke der Kutikula der oberen Blattfläche ist in Tabelle 5 gegeben.

Tatsächlich existieren gewisse Abweichung, und besonders bezieht sich dies auf die Proben von 1500 *m* Höhe. Aber wenn man, wie bereits erwähnt, den Umstand berücksichtigt, dass die Probe von 1500 *m* von einem Standort mit grosser Feuchtigkeit entnommen worden ist, so kann man diese Abweichung ausseracht lassen. In diesem

Falle müssen wir feststellen, dass die Stärke der Kutikula mit der Zunahme der Höhe eine Tendenz zur Vergrösserung aufweist.

11. Die Stärke des Palisaden-Parenchyms für jede Höhe ist in Tabelle 6 ersichtlich.

Bei der Probe aus der Höhe von 700 *m* wiesen viele der untersuchten Blätter zwei Schichten Palisadenzellen auf. Dies ist die eigentliche Ursache der grossen Abweichung bei den anderen Proben. Wenn wir dass in Betracht nehmen, so müssen wir zu dem Schlusse kommen, dass die Stärke des Palisaden-Parenchyms für die verschiedenen Höhen fast gleich ist.

12. Die Ausmasse der Palisaden-Zellen sind jedoch für die entsprechenden Höhen verschieden. Dies ist in Tabelle 7 ersichtlich.

Tab. 5.

Höhe ü. d. Meeresspiegel in <i>m</i>	Stärke der Kutikula der oberen Blattfläche in μ	Bemerkung
700	3.57	Gemessen für jede Höhe 1000
900	4.48	
1100	4.30	
1300	4.68	
1500	4.18	
1700	4.85	

Tab. 6.

Höhe ü. d. Meeresspiegel in <i>m</i>	Stärke des Palisaden-Parenchyms in μ	Bemerkung
700	64.40	Gemessen für jede Höhe 1000
900	50.55	
1100	50.65	
1300	50.48	
1500	48.90	
1700	50.30	

Tab. 7.

Höhe ü. d. Meeresspiegel in <i>m</i>	Länge der Palisaden-Zellen in μ	Breite der Palisaden-Zellen in μ	Bemerkung
700	42·40	7·58	Gemessen für jede Höhe 1000
900	42·68	6·58	
1100	44·90	6·28	
1300	44·25	6·40	
1500	44·25	6·80	
1700	49·70	6·33	

Vielleicht wird es uns wundern, dass die Stärke des Palisaden-Parenchyms für die verschiedenen Höhen gleich bleibt, obwohl die Zellen selbst länger werden. Dies erklärt jedoch der Umstand, dass in den niederen Höhen viele der untersuchten Blätter zwei Schichten Palisaden-Zellen aufwiesen, von welchen nur die Zellen der oberen Schicht gemessen wurden. Wenn wir die oben erwähnten Zahlen betrachten, so kommen wir zu dem Schlusse, dass sich mit Zunahme der Höhe die Länge der Zellen vergrößert, während sich ihre Breite vermindert oder mit anderen Worten, in den oberen Regionen werden die Palisaden-Zellen länger aber dafür auch schmaler. Die Folge davon ist, dass der Rauminhalt der Zellen für die verschiedenen Höhen fast gleich bleibt. In Wirklichkeit existiert eine Abweichung für die Länge sowie für die Breite, jedoch vermag sie keinem Einfluss auf die allgemeine Tendenz zur Vergrößerung der Länge und Verminderung der Breite auszuüben um somehr, da sich der Unterschied nur auf Zehntel des Mikrons bezieht.

13. Die Stärke des Schwammparenchyms ist für die verschiedenen Höhen in Tabelle 8 gegeben.

Tab. 8.

Höhe ü. d. Meeresspiegel in <i>m</i>	Stärke des Schwammparenchyms in μ	Bemerkung
700	42·68	Gemessen für jede Höhe 1000
900	49·15	
1100	62·43	
1300	63·12	
1500	46·40	
1700	66·75	

Aus den Zahlen ist ersichtlich, dass wir bei 1500 *m* eine ziemlich starke Abweichung haben. Sie wird aber klar, wenn wir bedenken, dass diese Probe an einem Standort mit grosser Feuchtigkeit entnommen worden ist. Da aber dieser Umstand überall eine gewisse Abweichung hervorgerufen hat, so werden wir nicht fehl gehen, wenn wir annehmen, dass diese Abwei-

chung als Folge derselben Ursache und zwar der grossen Feuchtigkeit zu deuten ist. Wenn wir dieses bei der Betrachtung der obengenannten

Zahlen in Betracht ziehen, kommen wir zu dem Schlusse, das sich mit zunehmender Höhe auch die Stärke des Schwammparenchyms merklich vergrössert.

So beträgt z. B. die Stärke des Schwammparenchyms bei 700 *m* nur $\frac{2}{3}$ derer bei 1700 *m* (42,68 und 66,75 μ). Hier muss man noch hinzufügen, dass sich mit zunehmender Höhe das Schwammparenchym verdichtet, indem kleinere Zwischenräumen zwischen den einzelnen Zellen entstehen.

14. Die Ausmasse der Zellen des Schwammparenchyms — Länge und Breite — sind für die verschiedenen Höhen in Tabelle 9 gegeben.

Tab. 9.

Höhe ü. d. Meeresspiegel in <i>m</i>	Länge der Zellen des Schwammparenchyms in μ	Breite der Zellen des Schwammparenchyms in μ	Bemerkung
700	12·23	13·65	Gemessen für jede Höhe 1000
900	10·78	12·13	
1100	11·20	12·33	
1300	10·38	11·78	
1500	9·10	10·10	
1700	10·05	10·83	

Aus den Zahlen ist ersichtlich, dass nur bei 1500 *m* eine Abweichung zu Tage tritt. Wenn man aber das bereits oben erwähnte für diese Probe berücksichtigt, so erscheint diese Abweichung nicht mehr so gross, und wir kommen zu dem Schlusse, dass sich mit zunehmender Höhe die Länge sowie auch die Breite der Zellen des Schwammparenchyms vermindern, wodurch sich auch seine Grösse verringert. Sie werden immer kleiner und nehmen einen kleineren Rauminhalt ein. Dieses stimmt vollkommen mit dem von Kolkunow festgestellten überein, nämlich, dass Pflanzen, welche sich bei geringerer Feuchtigkeit entwickeln, kleinere Zellen aufweisen.

15. Wenn man die Zahlen, welche die Stärke der Kutikula, der oberen Epidermis, des Palisaden-Parenchyms, des Schwammparenchyms, der unteren Epidermis und der Kutikula der unteren Blattfläche (deren Stärke für die verschiedenen Höhen 2,00; 2,02; 2,03; 2,06; 2,02; 2,10 μ ist) ausdrücken, adiert, so erhalten wir die Gesamtstärke des Blattes für die verschiedenen Höhen. Wenn wir die Zehntel und Hunderstel des Mikrons, welche Grössen unbedeutend im Vergleich zu der gesamtten Stärke des Blattes sind, — abrunden, so erhalten wir folgende Stärken des Blattes für die verschiedenen Höhen: s. Tabelle 10.

Wenn wir die in Tabelle 10 gegebenen Zahlen betrachten, so können wir feststellen, dass mit zunehmender Höhe die Stärke des

Tab. 10.

Höhe ü. d. Meeresspiegel in <i>m</i>	Gesamte Stärke des Blattes in μ	Unterschied in μ
700	131	
900	124	- 7
1100	138	+14
1300	138	0
1500	117	-21
1700	140	+23

Blattes allgemein genommen wenig zunimmt, da der Unterschied zwischen den zwei äussersten Höhen nur 9 μ beträgt.

Es ist bekannt, dass der Habitus einer Pflanze hauptsächlich durch das Wasserregime bestimmt wird. Betrachten wir einmal diesen Umstand in Verbindung mit den in dieser Untersuchung erhaltenen Zahlen für *Fagus silvatica*.

In der Natur wirken die Faktoren: Wasser, Luft, Licht, Wärme und Erdboden nicht getrennt, sondern zusammen, und deshalb können wir nicht den Einfluss jedes einzelnen Faktors abtrennen. Dasselbe bezieht sich auch auf diesen Fall. Trotzdem uns der Habitus der Pflanzen, welche sich bei grosser Feuchtigkeit entwickeln (*Hydrophyten*) und solcher, die sich bei geringer Feuchtigkeit entwickeln (*Xerophyten*) bekannt ist, und wenn wir diesen mit dem Habitus vergleichen, welcher durch die erhaltenen Zahlen von den verschiedenen Höhen für die Buche bestimmt wird, so ist es nicht schwer festzustellen, dass den grössten Einfluss auf die Veränderung der Buche (der Blätter und Zweige) mit zunehmender Höhe das Wasserregime ausübt.

Aus alledem können wir den allgemeinen Schluss ziehen, dass mit zunehmender Höhe der Habitus immer mehr xerophyt wird: die Anzahl der Spaltöffnungen vermindert sich, ihre Aumasse werden kleiner, die Grösse der Zellen, die Stärke der Kutikula nimmt zu u. s. w. Diese allmähliche Ausbildung eines xerophyten Charakters aber zeigt uns, dass sich mit zunehmender Höhe die Menge jenes Wassers vermindert, welches von den Pflanzen aufgenommen werden kann. Dieses Verhältnis ist wichtig, denn von ihm hängt der Habitus einer Pflanze ab, welche sich in einer gewissen Höhe zu entwickeln hat, und besonders stark ersichtlich wird dies in den höheren Regionen.

LITERATUR.

1. В. В. Колкуновъ. Дальнейшие исследования над засухоустойчивостью. — „Наука на Украине“, 1922. 2, стр. 3—15.
2. Поплавская. Къ вопросу о характере верхних границ бука въ Крыму. 27. XII. 1924 г. Труды Руского Ботаническаго Общества, X. 25, стр. 105—120.

3. H. Popławska. Die Buche in der Krimm und ihre Variabilität. Österreichische Botanische Zeitschrift, vol. LXXVII/1, p. 22—42. 1928.
4. T. Wiśniewski. Studja biometryczne nad zmiennością buka (*Fagus sylvatica*) w Polsce I. Odbitka z „Sylwana“, organu Polskiego Tow. Leśnego. Rocznik L. Zeszyt 6, 7—8 1932.
- Sofia, November 1933.*

Streszczenie.

Chcąc wyjaśnić, jakim zmianom ulegają cechy morfologiczne oraz budowa anatomiczna liści buka ze wzrostem wzniesienia n. p. m., autor zebrał na górze Witosza (Bułgarja) próbki gałązek bukowych na wys. 700, 900, 1100, 1300, 1500 i 1700 m. Starano się o wybór stanowisk, o możliwie najbardziej zbliżonych warunkach wilgotności, ekspozycji, wieku drzew etc. Dwa najwyższe stanowiska, a szczególnie to na wys. 1500 m, różnią się jednak od innych większą wilgotnością, (dolinka w pobliżu rzeki). Na każdym stanowisku zebrano materiał z 10 drzew; dla badań morfologicznych użyto po 100 wysuszonych liści, poddając pomiarom wszystkie liście pędu, badania zaś anatomiczne przeprowadzono na materiale zakonserwowanym w alkoholu, uwzględniając 20 liści (10 drzew) z każdego stanowiska.

A. Badania morfologiczne wykazały, że: 1) długość i szerokość blaszek liściowych ze wzrostem wzniesienia n. p. m. ulega zmniejszeniu; w tab. 1 podano przeciętną wartość długości i szerokości liścia na różnych wzniesieniach, diagram 1 ilustruje to samo graficznie: (2) na wzniesieniach mniejszych postępuje ono wolno, poczynając zaś od 1500 m następuje nagle zmniejszenie blaszek. (3) Ilość nerwów bocznych zmniejsza się z 18 na 14 (tab. 1), jednak w stosunku mniejszym aniżeli wymiary blaszek, przy porównaniu bowiem stanowisk krańcowych zmniejszenie blaszek następuje w stosunku ok. $\frac{1}{2}$ do $\frac{2}{3}$, gdy zmniejszenie ilości nerwów z 18 na 14 odpowiada stosunkowi ok. $\frac{3}{4}$ (4). Jednocześnie zmienia się kształt blaszek; stają się one bardziej zaokrąglone, przyczem podstawy — często na niższych stanowiskach klinowate, przybierają formę sercowatą. Na ryc. 2 podano kształty liści typowe dla różnych wzniesień. — (5) Długość ogonków podlega mniejszym zmianom: w położeniach wyższych są one w stosunku do (zmniejszonej) blaszki dłuższe, aniżeli w położeniach niższych. — (6) Uwzględniono również zmiany zachodzące w gęstości ulistnienia pędów: gęstość ulistnienia wybitnie wzrasta na wys. 1700 m n. p. m., uderzająco gęste ulistnienie pędów rzuca się w oczy.

B. Badania mikroskopowe nad budową anatomiczną blaszek liściowych dały następujące rezultaty: (7) Ze wzrostem wzniesienia n. p. m. ilość szparek przypadających na 1 mm² zmniejsza się, przy porównaniu stanowisk krańcowych, w stosunku 2 : 3. Zmniejszenie postępuje z początku szybko, następnie znacznie wolniej. Taki przebieg jest być może, uwarunkowany większą wilgotnością dwóch najwyższych stanowisk. Diagram fig. 3 wykazuje, że długość szparek ulega zmniejszeniu, szerokość ich natomiast wzrasta: na wys. 700 m są one długie i wąskie, na wys. 1700 m — niemal okrągłe. Jednocześnie następuje zmniejszenie ich wymiarów. Ilość szparek na jednostkę powierzchni obliczano po 300 razy na polu widzenia mikroskopu dla każdej wysokości, przy badaniu zaś innych cech anatomicznych czyniono pomiary na 1000 pól widzenia mikroskopu. Dane pomiarowo zestawiono w tab. 2.

(8) Wymiary komórek skórki były obliczane oddzielnie dla powierzchni dolnej i górnej. Odnosnie zestawienia podano w tab. 3 i 4. Długość i szerokość, a więc i objętość komórek skórki z dolnej powierzchni liści ulega zmniejszeniu ze wzrostem wzniesienia n. p. m. Ponadto, z gwiazdkowatych, przybierają one zarys niemal czworokątny. (9) Zmiany zachodzące w skórcie powierzchni górnej liści są zupełnie analogiczne do opisanych dla skórki powierzchni dolnej. (10) Grubość kutikuli wzrasta wraz z wysokością (tab. 5); odchylenie, które w tym względzie wskazuje próbka z wys. 1500 m prawdopodobnie jest uwarunkowane większą wilgotnością tego stanowiska. (11) Grubość tkanki palisadowej na różnych wzniesieniach zestawiono w tab. 6. Znaczne odchylenie liczb dotyczących stanowiska na 700 m wynikało z tego, że wiele zbadanych liści wykazało dwuwarstwową parenchymę, mierzono zaś wyłącznie komórki warstwy górnej. Uwzględniając ten fakt, autor stwierdza małą zmienność grubości tkanki palisadowej. Natomiast (12) wymiary komórek tkanki palisadowej zmieniają się wyraźnie w zależności od wysokości (tab. 7). Stają się one ze wzrostem wzniesienia n. p. m. dłuższe i węższe, w rezultacie tego objętość pozostaje prawie bez zmian (różnice nie przekraczają dziesiątych mikrona).

(13) Grubość gąbczastej tkanki miękiszowej podlega zmianom zestawionym w tab. 8. Z pominięciem wartości dla wys. 1500 m, odbiegającej od innych, wzrasta ona wraz z wysokością. Grubość na wys. 700 m wynosi $\frac{2}{3}$ takowej na wys. 1700 m. Jednocześnie tkanka ta nabiera bardziej spongiej budowy, gdyż następuje zmniejszenie przestrzeni międzykomórkowych. (14) Wymiary komórek tkanki gąbczastej zmniejszają się (tab. 9).

(15) Zsumowanie grubości: kutikuli, skórki górnej, parenchymy palisadowej, tkanki gąbczastej, skórki oraz kutikuli strony dolnej liści, grubość tej ostatniej podano w tekście — str. 78 tab. 10 daje ogólną grubość blaszki liściowej na różnych wysokościach. Zgrubienie blaszki jest bardzo nieznaczne, różnica bowiem dla stanowisk krańcowych wynosi 9 mikronów.

Wraz z wzrastaniem wysokości nad poziomem morza liście *F. silvatica* nabierają cech kserofitowych. Świadczy to o tem, że w wyższych położeniach ilość wody dostępnej dla roślin jest mniejsza.
