

ÜBER DIE GEGENSÄTZLICHE WIRKUNG DER SPURENELEMENTE ZINK UND BOR AUF DIE BLATTZELLEN VON
HALOPHILA STIPULACEA

Von

IOANNES TSEKOS und SAVAS HARITONIDIS

(*Botanisches Institut der Universität Thessaloniki*)

(Received, 8.9.1975)

Abstract: *On the counter action of the trace elements zinc and boron on the cell leaves of Halophila stipulacea.*

1. *Plasmatic resistance of the leaf cells of Halophila stipulacea (marine phanerogam) was determined in solution series of ZnSO₄ and H₃BO₃.*

2. *The plasma of Halophila stipulacea is generally more sensitive to boron than to zinc.*

3. *The plasmatic resistance of various leaf areas shows a considerable counter behaviour to boron and zinc. At a great sensitivity to zinc there corresponds a great resistance to boron, while at a great sensitivity to boron there corresponds a greater ability of resistance to zinc.*

4. *The range of the harmful action of zinc sulphate and boric acid to Halophila stipulacea has a counter behaviour. While young leaves are more sensitive to zinc sulphate than old ones, in boric acid the first deadened spots appear in the old leaves; young leaves remain initially uninjured in boric acid.*

5. *The cells of the principal vein or midrib are very sensitive to boric acid solutions, while, on the contrary, they are very resistant to zinc sulphate solutions. Farther on, the marginal cells are very sensitive to zinc sulphate solutions, but very resistant to boric acid solutions.*

Zusammenfassung:

1. *Es wurde die Resistenz des Plasmas der Blutzellen von Halophila stipulacea (Meeres-Phanerogam) in Lösungsreihen von Zinksulfat und Borsäure bestimmt.*

2. *Das Plasma von Halophila stipulacea ist im allgemeinen gegen Bor empfindlicher als gegen Zink.*

3. *Die Plasmaresistenz der verschiedenen Blattpartien zeigt gegenüber Zink und Bor eine auffallende Gegenläufigkeit. Einer grossen Zinkempfindlichkeit entspricht eine grosse Borresistenz und einer grossen Borempfindlichkeit eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen Zink.*

4. *Der Gradient der schädigenden Wirkung von Zinksulfat und Borsäure verläuft bei Halophila stipulacea gegensinnig. Während die jungen Blätter gegen Zinksulfat empfindlicher sind als die alten, treten in Borsäure die ersten grösseren abgestorbenen*

Zellflecke in den alten Blättern auf; die jungen Blätter bleiben in Borsäure vorerst ungeschädigt.

5. Die Mittelrippenzellen sind gegen Borsäure-Lösungen sehr empfindlich, gegenüber Zinksulfat-Lösungen hingegen sehr resistent. Ferner sind die Randzellen gegen Zinksulfat-Lösungen sehr empfindlich, gegenüber Borsäure-Lösungen sehr resistent.

EINLEITUNG

Schon seit langem wurden Versuche zur Resistenz pflanzlicher Zytoplasmen gegenüber Spurenelemente für die Beantwortung zellphysiologischer Fragen herangezogen und mit gutem Erfolg bei der Aufklärung der Protoplasma-Anatomie (Weber 1925, 1929) und zu der vergleichenden Protoplasmaforschung (Höfler 1932) angewendet. Nach Biebl (1947 a, b, 1949, 1950 a, b, 1952) unterscheidet man umweltbedingte «ökologische» Resistenz und «nicht umweltbezogene konstitutionelle» Resistenz. Die ökologische Resistenz bezieht sich auf Einwirkungen chemischer oder physikalischer Faktoren, denen die Pflanze auch am natürlichen Standort ausgesetzt ist. Ihre Extremwerte limitieren das natürliche Vorkommen. Dagegen betrifft die nicht umweltbezogene konstitutionelle Resistenz Einflüsse, die in der Natur nie oder nur in so geringer Stärke auf die Pflanze einwirken, dass eine spezifische Anpassung nicht erfolgen kann (Biebl 1947 a, b). So kann eine besonders hohe Widerstandsfähigkeit oder Empfindlichkeit gegen diese Einflüsse zur Charakterisierung nicht umweltbedingter Eigenschaften des Plasmas und damit zur Unterscheidung verschiedener pflanzlicher Plasmasorten herangezogen werden.

Die Prüfung der Resistenz pflanzlicher Zytoplasmen gegen Zn und B (Biebl 1947 a, b, 1949, 1952, Biebl und Rossi-Pillhofer 1954, Pribik 1947, Url 1955, 1956. Gries 1966, Rütther 1967, Tsekos, Haritonidis und Diannelidis 1972) bietet ein brauchbares Mittel zur Unterscheidung verschiedenartigen Plasmen oder verschiedener Plasmazustände.

Biebl (1947 b) hat bei *Mnium rostratum* festgestellt, dass in Zinksulfatlösungen die jüngeren Blättchen der Sprossspitze früher und stärker geschädigt werden als die älteren der Sprossbasis, während in Borsäurelösungen die jüngeren Blättchen noch lebend sind, wenn die Blättchen nahe der Basis schon tote Flecke aufweisen.

Tsekos, Haritonidis und Diannelidis (1972) haben gezeigt, dass die Meeres-Phanerogamen *Halophila stipulacea*, *Zostera marina* und *Posidonia oceanica* im Gegensatz zu den Meeressalgen eine hohe Resistenz gegen Zinksulfat aufweisen.

Wegen ihrer marinen Lebensverhältnisse soll *Halophila stipulacea*

ein interessantes Objekt für vergleichende Untersuchungen darstellen (*Diannelidis* 1951, 1963, *Diannelidis, Tsekos und Haritonidis* 1971, *Tsekos, Haritonidis und Diannelidis* 1972). Sie besitzt, anatomisch betrachtet, ähnliche Blattstruktur zu den *Helodea*-Arten. Es ist doch von Interesse, bei diesem günstigen Objekt die gegensätzliche Wirkung der Elemente Zn und B zu untersuchen. Ferner wurde besonderer Wert darauf gelegt, die Abhängigkeit der Zink- und Borresistenz vom entwicklungsphysiologischen Zustand der Versuchspflanze zu erfassen.

Für das Blatt von *Halophila stipulacea* sind die für das ähnlich gebaute *Helodea*-Blatt eingeführten Ausdrücke «Mittelrippe, Blattrand, Blattbasis, Blattzähne und Blattfeld» zu verwenden (siehe *Moder* 1932, *Diannelidis* 1951, 1963).

METHODIK

Die Untersuchung wurde in der Station des Griechischen Hydrobiologischen Institutes in Rhodos durchgeführt. Jedesmal wurden frische Pflanzen aus einer Tiefe von 8 bis 10 m gesammelt. Wenn Pflanzen im Laboratorium aufbewahrt wurden, geschah es in einem Glasaquarium in Halbdunkel, um die Wirkung des Lichtes auszuschalten, da die Pflanze normal in schwachem Licht lebt.

Blätter der untersuchte Pflanze wurden in weithalsigen, gut verschliessbaren, 30 cm³ fassenden Fläschen für bestimmte Zeiten in die abgestuft konzentrierten Lösungen eingelegt und anschliessend mikroskopisch untersucht. Die Vitalität der Zellen wurde durch Plasmolysetests mit 2 Mol/l und 3 Mol/l Glycerin in Seewasser oder durch Beobachtung der Plasmaströmung geprüft. Als Kontrolle wurden jeweils Blätter in reinem Seewasser aufbewahrt.

Die verschiedenen Verdünnungen von ZnSO₄ und H₃BO₃ wurden in reinem Wasser hergestellt. Näheres über die Methodik siehe bei *Tsekos, Haritonidis und Diannelidis* (1972).

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Tabellen 1, 2, 3 und 4 geben die Ergebnisse in übersichtlicher Form wieder. Die darin verwendeten Abkürzungen bedeuten: l = lebend, — = mehr als die Hälfte lebend, ± = etwa die Hälfte lebend, ∓ = mehr als die Hälfte tot, + = alles tot.

Den auffallenden Unterschied in der Empfindlichkeit gegenüber Zinksulfat- und Borsäure-Lösungen zeigen Resistenzgradienten des

ganzen Blattes. Während die jungen Blätter gegen Zinksulfat empfindlicher sind als die alten, treten in Borsäure die ersten grösseren abgestorbenen Zellflecke in den alten Blättern auf, während die jungen Blätter vorest ungeschädigt bleiben (Abb. 1, Tab. 1, 2, 3 und 4) (vgl. auch Biebl 1947 b, 1949, Biebl und Rossi-Pillhofer 1954, Rütter 1967).

Noch schöner und augenfälliger erscheint aber die verschiedene Wirksamkeit von Zink und Bor in dem gegensätzlichen Verhalten der Blattrand- und Mittelrippenzellen der *Halophila*-Blätter. Vergleicht man nun die am meisten tödlich geschädigten Blätter, also ein junges Blatt aus der Zinksulfat-Lösung (0,1 Mol/l, 72 Std.) und ein altes aus der Borsäure-Lösung (0,1 Mol/l, 24 Std.), so zeigt sich an ihnen, schon bei schwächster Vergrösserung an der Färbung deutlich erkennbar, ein auffallender Unterschied (Abb. 1): In der $ZnSO_4$ -Lösung ist der Blattrand durchwegs tot. Auch an Stellen, wo noch grössere lebende Zellflächen der Blattlamina unmittelbar bis zum Rand reichen, sind die angrenzenden Blattrandzellen samt den Blättzähnen abgestorben. Umgekehrt sind in der H_3BO_3 -Lösung die schon zum Grossteil abgestorbenen Zellflächen von lebenden Blattrandzellen umgeben (vgl. auch Biebl 1947 b, 1949).

Eine gleiche Gegensätzlichkeit zeigen fast immer auch die Mittelrippenzellen (Abb. 1). Während im Borsäure die noch lebenden Teile des Blattes von einer toten Mittelrippe durchzogen sind, führt in den mit Zinksulfat vorbehandelten Blättern die Mittelrippe als ein schmaler grüner Weg lebender Zellen durch die toten, abgestorbenen Partien der Zellfläche (vgl. auch Biebl 1947 b, 1949).

Dehnt sich bei längerem Aufenthalt in den Lösungen die tödliche Wirkung in der Zinklösung auch auf die älteren Blätter (Tab. 2) und in der Borsäurelösung auf die jüngeren (Tab. 3) aus, so zeigt sich auch dort die gleiche grössere bzw. geringere Empfindlichkeit der Blattrand bzw. der Mittelrippenzellen.

Die an die Mittelrippe grenzenden Zellen der Blattflächen verhalten sich häufig wie jene. So sind z.B. in Zinksulfat dort, wo ein Fleck toter Zellen über die lebende Mittelrippe hinwegreicht, nicht selten auch die an diese angrenzenden Feldzellen lebend (Tab. 1, 2, 3 und 4).

In den toten Zellen nach Einwirkung von Zinksulfat (0,3 Mol/l, 24 Std., Tab. 1 und 2) hat sich der Protoplast meistens von den Zellwänden abgelöst, die Plastiden sind olivgrün, rundlich, mit unregelmässigen, klebrigen Oberflächen, teils verklebt, teils direkt zusammengeflossen. In den anschliessenden, noch lebenden Zellen sind die Plastiden gleichfalls abgerundet, aber noch heller grün und im Gegensatz zu den vollkom-

men ungeschädigten Zellen nicht wie dort homogen grün, sondern etwas körnelig. Das Plasma in diesen Zellen ist vielfach durch grössere und kleinere Vakuolen schaumig zerteilt. Mitunter ist ein grösserer Teiltonoplast von zahlreichen kleinen Bläschen und Waben umgeben. Als Übergang

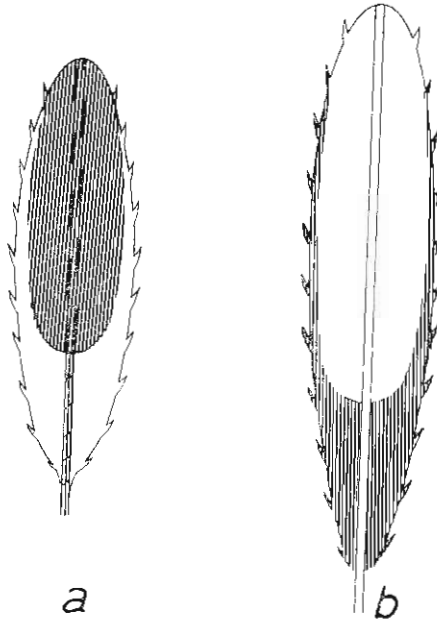


Abb. 1.: *Halophila stipulacea*. a junges Blatt 72 Std. in 0,1 Mol/l $ZnSO_4$; b altes Blatt 24 Std. in 0,1 Mol/l H_3BO_3 . Weiss = tot, schraffiert = lebend.

zu dem Endstadium der Nekrose finden sich oft gleichfalls nicht mehr plasmolysierende Zellen, in denen die Plastiden noch hellgrün, aber zum Teil ineinandergeflossen, nach Küster (1937), agglutiniert sind.

Ferner geht aus den Tab. 1, 2, 3 und 4 hervor, dass das Plasma von *Halophila stipulacea* gegen Bor empfindlicher als gegen Zink ist (vgl. auch Tsekos, Haritonidis und Diannelidis 1972).

TABELLE 1.

Wirksamkeit verschiedener $ZnSO_4$ - Konzentrationen auf die Zellen junger Blätter von *Halophila stipulacea*

Einwirkungsdauer in Stunden	Konzentration (Mol/l)	Basis				Mitte				Spitze			
		Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittlerippenzellen	Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittlerippenzellen	Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittlerippenzellen
24	0,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
48	0,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
	10^{-2}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
	10^{-3}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
72	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	+	+	+	l	+	+	—	l	l	l	l	l
96	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	+	+	+	l	+	+	+	l	+	+	+	l
120	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	+	+	+	±	+	+	+	±	+	+	+	±
	10^{-1}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
144	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10^{-2}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l

TABELLE 2.

Wirksamkeit verschiedener $ZnSO_4$ -Konzentrationen auf die Zellen alter Blätter von *Halophila stipulacea*

Einwirkungsdauer in Stunden	Konzentration (Mol/l)	Basis				Mitte				Spitze			
		Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittelrippenzellen	Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittelrippenzellen	Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittelrippenzellen
24	0,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10^{-2}	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
48	0,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10^{-2}	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
72	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
96	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
120	10^{-2}	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
144	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10^{-2}	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

TABELLE 3.

Wirksamkeit verschiedener H_3BO_3 - Konzentrationen auf die Zellen junger Blätter von *Halophila stipulacea*

Einwirkungsdauer in Stunden	Konzentration (Mol/l)	Basis				Mitte				Spitze			
		Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittelrippenzellen	Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittelrippenzellen	Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittelrippenzellen
24	0,3	l	l	l	⊕	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	l	l	l	l	⊕	+	⊕	+	+	+	+	+
	0,1	l	l	l	l	l	l	l	⊕	+	+	+	+
	10^{-2}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
	10^{-3}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
48	0,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10^{-2}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
72	10^{-2}	l	l	—	l	l	l	l	l	l	l	l	l
96	10^{-2}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
120	10^{-3}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
144	10^{-3}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l

TABELLE 4.

Wirksamkeit verschiedener H_3BO_3 -Konzentrationen auf die Zellen alter Blätter von *Halophila stipulacea*

Einwirkungsdauer in Stunden	Konzentration (Mol/l)	Basis				Mitte				Spitze			
		Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittlerippenzellen	Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittlerippenzellen	Randzellen	Blattzähne	Feldzellen	Mittlerippenzellen
24	0,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	l	l	l	l	l	l	l	+	+	+	+	+
	10^{-2}	l	l	-	l	l	l	l	l	l	l	l	l
	10^{-3}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
48	0,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10^{-2}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
72	10^{-2}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
96	10^{-2}	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
120	10^{-2}	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10^{-3}	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
144	10^{-2}	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10^{-3}	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

LITERATUR

- BIEBL, R., 1947a: Die Resistenz gegen Zink, Bor und Mangan als Mittel zur Kennzeichnung verschiedener pflanzlicher Plasmasorten. Sitz. - Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, 155, 145.
- 1947b: Über die gegensätzliche Wirkung der Spurenelemente Zink und Bor auf die Blattzellen von *Mnium rostratum*. Öst. bot. Z. 96, 61.
- 1949: Vergleichende chemische Resistenzstudien an pflanzlichen Plasmen. Protoplasma 39, 1.
- 1950a: Über die Resistenz pflanzlicher Plasmen gegen Vanadium. Protoplasma 39, 251.
- 1950b: Zellphysiologische Untersuchungen an Gemüsepflanzen. Biol. gen. 19, 236.
- 1952: Ecological and non-environmental constitutional resistance of the protoplasm of marine algae. Mar. Biol. Ass. 31, 307.
- UND ROSSI-PILLHOFER, 1954: Die Änderung der chemischen Resistenz pflanzlicher Plasmen mit dem Entwicklungszustand. Protoplasma 44, 113.
- DIANNELIDIS, TH., 1951: Zur protoplasmatischen Anatomie des Blattes von *Halophila stipulacea*. Phytion 3, 29.
- 1963: Das Verhalten der Blattzellen von *Halophila stipulacea* gegen basische Hellfeldfarbstoffe. Protoplasma 57, 260.
- I. TSEKOS und S. HARITONIDIS, 1971: Das Verhalten der Blattzellen von *Halophila stipulacea* gegen Vitalfluorochrome. Epetiris der Naturwissenschaftlich-Mathematischen Fakultät der Universität Thessaloniki 11, 461.
- GRIES, B., 1966: Zellphysiologische Untersuchungen über die Zinkresistenz bei Galmeiökotypen und Normalformen von *Silene cucubalus*. Flora, Abt. B, 156, 271.
- HÖFLER, K., 1932: Vergleichende Protoplasmatik. Ber. dtsh. bot. Ges. 50, 53.
- KÜSTER, E., 1937: Die Pathologie der Plastiden. Protoplasma-Monographien. Bd. 13. Berlin.
- MODER, A., 1932: Beiträge zur protoplasmatischen Anatomie des *Helodca-Blattes*. Protoplasma 16, 1.
- PRIBIK, E., 1947: Das Resistenzverhalten verschiedener pflanzlicher Plasmen gegenüber einigen Spurenelementen. Dissertation, Wien.
- RÜTHER, F., 1967: Vergleichende physiologische Untersuchungen über die Resistenz von Schwermetallsalzen. Protoplasma 64, 400.
- TSEKOS, I., S. HARITONIDIS und TH. DIANNELIDIS, 1972: Protoplasma-Resistenz von Meeresalgen und Meeresanthophyten gegen Schwermetallsalze. Protoplasma 75, 45.

- URL, W., 1955: Resistenz von Desmidiaceen gegen Schwermetallsalze. Sitz. - Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, 164, 207.
- 1956: Über Schwermetall-, zumal Kupferresistenz einiger Moose. Protoplasma 46, 768.
- WEBER, F., 1925: Physiologische Ungleichheit bei morphologischer Gleichheit. Öst. Bot. Z. 74, 256.
- 1929: Protoplasmatische Pflanzenanatomie. Protoplasma 8, 291.

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η Σ

ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΑΝΤΙΘΕΤΟΥ ΔΡΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ ΚΑΙ ΒΟΡΙΟΥ ΕΠΙ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ ΤΟΥ ΦΥΛΛΟΥ ΤΗΣ *HALOPHILA STIPULACEA*

Ἵ π ὸ

ΙΩΑΝΝΟΥ ΤΣΕΚΟΥ καὶ ΣΑΒΒΑ ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗ
(Ἐργαστήριον Βοτανικῆς Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης)

1. Προσδιωρίσθη ἡ ἀνθεκτικότητα τοῦ πλάσματος τῶν κυττάρων τοῦ φύλλου τῆς *Halophila stipulacea* (θαλάσσιον φανερόγαμον) εἰς σειράς διαλυμάτων $ZnSO_4$ καὶ H_3BO_3 .

2. Τὸ πλάσμα τῆς *Halophila stipulacea* εἶναι γενικῶς πλέον εὐαίσθητον ἔναντι τοῦ βορίου παρ' ὅ,τι ἔναντι ψευδαργύρου.

3. Ἡ ἀνθεκτικότητα τοῦ πλάσματος τῶν διαφόρων περιοχῶν τοῦ φύλλου δεικνύει μίαν ἀξιοσημείωτον ἀντίθετον συμπεριφορὰν ἔναντι τοῦ ψευδαργύρου καὶ τοῦ βορίου. Εἰς μίαν μεγάλην εὐαίσθησίαν ἔναντι τοῦ ψευδαργύρου ἀνταποκρίνεται μία μεγάλη ἀνθεκτικότητα ἔναντι τοῦ βορίου καὶ εἰς μίαν μεγάλην εὐαίσθησίαν ἔναντι τοῦ βορίου ἀνταποκρίνεται μία μεγαλύτερα ἰκανότητα ἀντιστάσεως ἔναντι τοῦ ψευδαργύρου.

4. Ἡ βαθμὶς τῆς βλαβερᾶς δράσεως τοῦ θειικοῦ ψευδαργύρου καὶ βορικοῦ ὀξέος εἰς τὴν *Halophila stipulacea* βαίνει κατ' ἀντίθετον φορὰν. Ἐνῶ τὰ νεαρὰ φύλλα εἶναι πλέον εὐαίσθητα ἔναντι τοῦ θειικοῦ ψευδαργύρου παρ' ὅτι τὰ ἡλικιωμένα, εἰς τὸ βορικὸν ὀξὺ ἐμφανίζονται αἱ πρῶται ἀπονεκρωθεῖσαι κηλίδες εἰς τὰ ἡλικιωμένα φύλλα· τὰ νεαρὰ φύλλα παραμένουν κατ' ἀρχὴν εἰς τὸ βορικὸν ὀξὺ ἀβλαβῆ.

5. Τὰ κύτταρα τῆς κεντρικῆς νευρώσεως εἶναι λίαν εὐαίσθητα ἔναντι τῶν διαλυμάτων τοῦ βορικοῦ ὀξέος, ἐνῶ τὸ ὑναντίον ἔναντι διαλυμάτων θειικοῦ ψευδαργύρου εἶναι λίαν ἀνθεκτικά. Περαιτέρω τὰ κύτταρα τοῦ περιθωρίου εἶναι λίαν εὐαίσθητα ἔναντι τῶν διαλυμάτων θειικοῦ ψευδαργύρου, λίαν ἀνθεκτικά ὅμως ἔναντι τῶν διαλυμάτων βορικοῦ ὀξέος.