

科學叢書

植物的抗鹽性及其定向 提高的途徑

金傑里

科學出版社

科学译丛

植物的抗鹽性及其定向 提高的途徑

П. А. 金傑里 著

万正源
薛淑倫

崔繼林
刘年娟

奚元齡
李訓詒

楊維新 譯

罗宗洛

方亦雄 校

科学出版社

1956年1月

內 容 提 要

在本書裏，作者以不多的篇幅，簡明地敘述了鹽生植物的適應過程，抗鹽(鹼)的生理特性，並以明顯的實例指出了提高植物抗鹽性的途徑。

書的開始，首先介紹了關於植物抗鹽性的歷史和現狀；指出鹽生植物是在其生活條件影響下形成的。人們完全有可能根據個體發育過程中植物的適應特性，進行定向培育抗鹽的植物。接着討論了植物對鹽漬的適應生理，鹽漬土上植物的水分狀況及植物的抗鹼性。這三章主要地偏重於理論論證，闡明了：抗鹽機構是通過鹽離子與原生質蛋白結合的形式而體現的，抗鹼性決定於鈉離子、鈣離子的平衡吸收及植物體內積累有機物的能力；並以較多的篇幅，詳細地說明了鹽漬情況對原生質特性及生理過程的影響。作者根據植物細胞原生質彈性與水分條件的關係，明確好鹽植物源於水生型，泌鹽植物源於中生型或半旱生型，而淡鹽生植物源於旱生植物；還列舉了抗鹽性的生理指標。此外，本書中關於抗鹽性的診斷，藉定向培育提高棉花及其他植物抗鹽性的方法，及植物獲得抗鹽性的遺傳諸章，是偏重於實踐上的應用的。作者以豐富資料，令人信服地介紹了許多提高植物抗鹽性的簡而易行的方法。最後一章是結論，概括了全書的主要結論。

植物的抗鹽性及其定向提高的途徑

Солеустойчивость растений и пути ее
направленного повышения

П. А. Генкель

Издательство Академии Наук СССР
Москва 1954

原著者	[蘇聯] 金 傑 里
翻譯者	方正源 崔繼林 奚元齡等
校訂者	羅 宗 洛 方 亦 雄
出版者	科 學 出 版 社

北京東黃城根甲42號

北京市書刊出版業營業許可証出字第061號

原文 出版者	蘇 聯 科 學 院 出 版 社
印刷者	北 京 新 華 印 刷 廠
總經售	新 華 書 店

書號：0386

(譯) 239

(京) 0001-2,780

字數：62,000

1956年1月第 一 版

1956年1月第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{2}$

印張：3 $\frac{1}{2}$

定價：(8)0.51元

目 录

緒言	(1)
植物適應鹽漬化的生理學	(4)
鹽漬土上植物的水分狀況	(28)
植物的抗鹼性	(33)
抗鹽性的鑑定方法	(36)
用定向培育提高棉花和其他植物抗鹽性的方法	(41)
植物獲得抗鹽性的遺傳	(57)
結論	(62)
参考文献	(65)

緒 言

1884 年在彼得堡召開了國際植物學大會，在會議的組織和進行中，K. A. 季米里亞捷夫作出了卓越的貢獻。在由他所主編的大會報告書裏刊登了一篇由巴塔林(A. F. Batalin)在大會上所作的關於氯化鈉對海蓬子(或稱鹽角草 *Salicornia herlacea* L.) 和其他豬毛菜屬(*Salsola*)的生長和發育影響的講稿。

這篇論文為研究植物抗鹽性問題上開闢了一個新的方向。

巴塔林(1885)在這篇報告裏確定了一件極重要的事實：鹽生植物，特別是海蓬子與擬漆姑(*Spergularia media* Pers. var. *marginata* Fenzl.) 在盆栽試驗條件下甚至是非鹽化的情況能良好發育而且就外形來看，這類植物與栽培在鹽漬土壤上的顯然有所不同。巴塔林着重地指出，當勤勞的分類學家在田野裏找到這樣的植物時，按它與生長在鹽漬化土壤上植物的不同程度，一定會把它看成是另外一種植物。就這篇論文的實質來說，巴塔林確定了鹽生植物在個體發育期中適應土壤鹽漬化的事實，而且使得關於鹽生植物起源於淡土植物的這一假設成為真實。雖然巴塔林本人並未作出了這類結論，可是在邏輯上根據他所陳述的材料必然會得出這類結論。另一方面，這一著作着重地指出了形態形成與周圍環境條件的緊密聯繫。

在巴塔林的論文發表以後很多年，在俄國，這方面著作早已在繼續發表。凱勒爾(Б. А. Келлер)正是在1914年開始發表了他的著作，當時他是以生態學家來開始他的研究工作的，隨後到蘇維埃時代又從事於在盆子(鉢)裏栽培海蓬子的試驗。

凱勒爾確定了一件極其重要的情況：雖然鹽生植物也能够在淡土中發育，但是在一定程度的鹽漬化土壤裏它可以獲得最適宜的條件。凱勒爾本人不止一次地指出，這個實例證明了季米里亞捷夫所

說的“植物可以把对自己有害的自然力轉变为有利的。”(1937, 160 頁)

根据巴塔林的著作以及凱勒尔和某些其他的作者的著作已得出下面的結論：陸地上的鹽生植物起源於淡土植物類型。最近从海蓬子和其他鹽生植物在淡土营养基質上更好地萌發这一事实看来，只有在發育过程中，鹽生植物方適應於含有高度鹽分的土壤。在这上面我們可以看到为許多植物学家(見科佐-坡里亞斯基 Козо-Поляский 的 1937 年的報告)所否認的生物个体發育規律的現象；然而，正如魯巴舍夫斯基(А.А. Рубашевский 1949)在他論米丘林的哲学觀點的專題論文裏所指出的，这种現象在 И.В. 米丘林的著作裏獲得了光輝的發展。利赫切爾(А.А. Рихтер 1927)確定了溶液的平衡性对鹽生植物的意义，以及最後根据凱勒尔、盧蘭(Ruhland 1915)和本人的工作，提出適應於土壤高度鹽分的鹽生植物的三種生理類型公式化的观念，乃是鹽生植物研究的第三个階段。

根据利赫切爾的意見，像海蓬子和鹼蓬等等植物，屬於第一類鹽生植物，它們在自己的細胞和組織裏積累着較大量的鹽分；第二類鹽生植物，其特點在於通过特殊的腺分泌出过剩的鹽分(如匙葉草 *statice*，瓣鱗花 *Frankenia*，檉柳 *Tamarix* 等)，而居於較少鹽漬化的生長地區裏的第三類鹽生植物，原生質具有对鹽分不良的透過性。最後這類植物的滲透活動主要是由有机物質所形成。屬於這類植物的有鹽蒿(*Arimisia maritima* L. var. *salina* Willd.)和另外一些植物。對於以上所指出的三類鹽生植物，我們建議取名为真鹽生植物(эвгалофиты)、泌鹽植物(криногалофиты)和淡鹽生植物(гликогалофиты)(金傑里和莎霍夫 Шахов 1945)。

虽然植物能強烈地生長在鹽漬土上，但它們的根系活動部分是位於較深而且較少鹽漬的土層裏。如果我們不注意植物是如何逃避鹽漬化的話，那麼研究植物防止鹽漬化的途徑是不够完善的，屬於這類植物的有蘆葦(*Phragmites communis* Trin.)以及茶葉花(*Апросинум venetum* L.)。類似的植物可以称为假鹽生植物，因為它們可以在鹽漬

土上萌發,但是不能忍受強烈的鹽漬化和避免鹽漬化。

因此,自巴塔林的著作發表後,從1884—1925年大約40年內,關於鹽生現象的本性和鹽生植物的高度抗鹽性這一具有原則性的命題遂被確定。

早在偉大的十月社會主義革命以後,就已完成研究鹽生植物與抗鹽性問題的第一個階段,因為當時由於社會主義農業的普遍提高和發展,尤其是當時許多州區(西部西伯利亞、中亞細亞和外高加索的共和國),鹽漬土佔有很大面積,因而大大地擴大對這個問題的注意。

凱勒爾的大批著作(1918, 1921, 1926, 1940)和以上所提到的利赫切爾(1927, 1932)的著作都在蘇維埃時代出版了,許多蘇維埃研究家們開始了對植物抗鹽性問題的研究(Абуталибов 1940; Баславская 1946; Благовещенский 1942; Благовещенский и Баславская 1936; Бурыгин 1942, 1947, 1948; Генкель 1946, 1950 а, б; Генкель, Оборин 等 1935; Генкель 和 Колотова 1940 б; Гудин 1938; Жемчужников 1946, 1949; Ковда 1941, 1947; Кружилин 1939, 1940 а, б; Новиков 1936, 1942, 1943; Новиков 和 Садовская 1939; Ратнер 1945, 1953; Ратнер 和 Акимочкина 1949; Сергеев 1935, 1936; Строгонов 1946, 1949; Шардаков 1937, 1948; Шутев 與其共同工作人員 1936; 以及其他等等)。

在國外從事抗鹽性問題研究的有盧蘭(Ruhland 1915)、蒙弗特(Montfort 1927)、施拉什(Schritz 1934)、斯托凱爾(Stocker 1928, 1933)、哈爾凱特(Halket 1915)、捷梅宗(Chermezon 1910)、列薩奇(Lesage 1890)、范伊傑克(Van Eijk 1939)、烏普霍夫(Uphof 1941)。

不可能將所有這些重要而有意義的著作加以詳細分析,我們僅論及由這些著作中得出的原則性結論。

首先必須指出:老早所擬出的關於植物在其個體發育過程中對鹽漬適應的這一概念,獲得了充分証實和發展。

李森科的植物階段發育理論著作(1948)對於上面所述的概念作

出了非常的貢獻。早在米丘林的著作中(1948年版)已經提出過的發育的階段性原則,在李森科對一年生和冬季作物的研究工作中得到了進一步的研究,創造了植物發育的一般生物學原理。蘇維埃大批研究家根據這個理論的立場作出了關於植物在個體發育過程中對鹽漬適應的正確結論。不但如此,許多研究家更提出了關於在個體和系統發育中可能定向培育和改變植物的本性問題(Бурыгин 1942; Генкель 和 Колотова 1940 а,б; Гушин 1938; Кружилин 1940а,б; Сергеев 1935,1936; Строгонов 1949)。

應當着重地指出,防止土壤鹽漬化必須從各个方面進行,而首先是靠改變植物的生存條件,也就是藉土壤改良和農業技術的措施。然而,第二個方向是創造抗鹽性的植物和品種,這方面同樣有着相當重要意義。第一個方向在不久以前,於科夫達(В.А.Ковда 1947)的專著裏已經加以比較簡明地介紹過了,因此,我們在本文中將僅涉及植物抗鹽性問題。

在我們面前的一個基本問題是闡明植物在適應鹽漬化過程中所發生着的變異性質。

植物適應鹽漬化的生理學

不同類型的鹽生植物對於鹽漬化的適應方法都是不一致的。真鹽生植物在其組織內聚積着大量鹽分,泌鹽植物則分泌出過剩的鹽分,而淡鹽生植物,則具有一種不吸收大量鹽分的能力。在開始研究鹽生植物對鹽漬適應過程的本質以前,我們將先討論關於土壤中所含高度鹽分對這類植物的生長和發育的影響問題。

比較高濃度的鹽分對於鹽生植物的良好影響已由凱勒爾(1925)、哈爾凱特(1915)、范伊傑克(1939)和其他作者所確定。事實上已經發現在高濃度鹽分情況下,許多鹽生植物發育都極為良好。不過在哈爾凱特著作中則確定在有鹽的情況下僅有某些鹽生植物發育良好,另外一類植物不論在淡土和鹽漬化環境中同樣生長,而第三類植物的生長則稍微受到高鹽漬基質的抑制。在舒托夫(Д.А. Шутов)

和其他工作者(1936)的試驗裏,大部分豬毛菜屬的乾重在淡土和弱鹽漬環境中都比在強鹽漬情況下的高。從事於這個問題研究的大部分研究者只根據乾的和新鮮的植物體來判斷鹽分的良好影響。但是更重要的是考慮種子的收成,很可惜,這個工作並不會做。

例外的是庫什尼亮科(М. Д. Кушнirenko)以鹼蓬(*Suaeda corniculata* C.A.M. Bge.)。在淡土和鹽漬化環境的盆栽試驗(在淡土環境裏——64.1毫克,在1%的NaCl鹽漬化下——60.7毫克)裏,獲得幾乎同樣的種子收成。

表1所引用海蓬子的種子收成材料,是由我們在金帳汗(Золотой Орде,烏茲別克蘇維埃社會主義共和國)於各種不同鹽漬化環境中所得到的。由這些材料可以看出,海蓬子的種子在弱鹽漬化情況下,其種子和乾重的收成是顯著地較高。

表1 海蓬子(*Salicornia herbacea* L.)在金帳汗(1949年9月2日)

自然條件下的種子與植物體的收成

試驗處理	植物體的風乾重量(克)	種子重量(克)	氯的含量(100克絕對乾土中所含的克數)
強鹽漬地段	120	37	0.261
	137	44	
	115	27	
	124	39	
	119	34	
平均.....	125	36	0.073
弱鹽漬地段	375	80	
	384	91	
	376	87	
	402	99	
	395	84	
平均.....	386	83	

全部結果証實了對鹽生植物的發育,只有在比較不高的鹽漬量情況下,方顯現出良好影響來,而當鹽分過剩時,鹽生植物的發育即

將稍稍受到抑制。

鹽分對鹽生植物的刺激作用在盆栽試驗裏特別明顯地表現出來，而且，這種情況並非偶然的。問題是在盆栽試驗裏，海蓬子是在對它最適宜的土壤濕度下栽培的（一般是在 80% 或 100% 的充分濕潤條件裏）。在此項條件裏，海蓬子能忍受極高的鹽漬化，同時，鹽漬的刺激作用是在高濃度下發現的。

在自然環境下，鹽的刺激作用是於顯著較低的濃度情況下表現出來的，因為土壤的濕度通常比最適宜的濕度低。在這裏，會更常發現海蓬子在鹽土中央最鹽漬化的部分被鹽分的高濃度所抑止。對於自然環境與盆栽試驗條件上所發生的差異，很可惜，現代植物生態學並未給予充分意義。

在轉到植物對土壤鹽漬化的適應過程研究時，首先應當着重指出新陳代謝的主要意義。關於新陳代謝的作用這一米丘林生物學基本原理之一，同樣在這上面有着決定性意義。在鹽漬土壤上，植物的新陳代謝比在淡土上所進行的稍有不同。

根據許多材料全認為：鹽，尤其是氯化鈉，使植物體內所通過的某些生化過程強度降低。在許多作者（Благовещенский 1942; Griffon 1898; Montfort 1927; 等等）的著述中，這一原理獲得特別的証據。在我們試驗室裏，這一點已由庫什尼克科（1950）在各種不同鹽漬程度上栽培海蓬子和鹼蓬的盆栽試驗，以及波果洛夫斯卡婭（Е.В. Боголовская 1950 6）在研究棉花抗鹽性的試驗裏所確定。

從表 2 和表 3 可以看出，在鹽漬化條件下，海蓬子的呼吸強度與過氧化酶的活動性都比在淡土條件下要顯著地降低。在比較對鹽生植物不大的鹽漬化情況下，即 0.1% 的氯的情況下，新陳代謝的急劇降低是值得注意的。繼續增大濃度不致如此急劇降低新陳代謝的強度。在比較不大的鹽漬條件下新陳代謝的急劇降低，表明植物對鹽漬的適應是在比較鹽分濃度不高的情況下發生的，即使繼續提高鹽漬化，已經不會引起新陳代謝的顯著降低。但是，以後隨着基質裏鹽分濃度的增長，仍然會發現新陳代謝比較不太顯著的降低。以上的

情况,最後也會使海蓬子的發育和生長受到一些惡化,此種情况已由凱勒爾和另外某些研究者於土壤鹽漬化非常高的程度下發現。

在硫酸鹽的鹽漬化情況下,呼吸強度和過氧化酶的活動力增高的事實,是很有意思的。從文獻裏大家都知道,硫酸鹽的鹽漬化對於大批植物的毒害,顯著地比氯化物的鹽漬化為小。這是因為:與氯離子不同的硫酸離子對於植物乃是不可少的營養物質。雖然如此,但硫酸離子的過量會導致不良結果,尤其是使新陳代謝的強度降低(表2與3)。

表2 在土壤不同鹽漬化的情況下海蓬子的呼吸強度(根據庫什尼亮科的資料)

土壤的鹽漬化	排出的CO ₂ 量	
	毫克(100克鮮重1小時內排出CO ₂ 量)	與對照相比%
對照(非鹽漬化)	125.0	100.0
0.1% 氯	98.7	78.3
0.5% 氯	70.4	55.8
1.0% 氯	59.1	47.7
對照(非鹽漬化)	127.8	100.0
0.1% SO ₄	148.1	115.8
0.5% SO ₄	140.7	110.7
0.75% SO ₄	130.0	102.3

表3 在土壤不同鹽漬化情況下海蓬子中的過氧化酶活動性
(根據庫什尼亮科的資料)

土壤的鹽漬化	過氧化酶活動性	
	KMnO ₄ (每立方厘米1克鮮物量)	與對照相比%
對照(非鹽漬化)	1.2	100.0
0.1% 氯	0.83	69.1
0.5% 氯	0.62	51.6
1.0% 氯	0.72	43.3
對照(非鹽漬化)	1.0	100
0.1% SO ₄	1.45	145
0.5% SO ₄	1.52	152
0.75% SO ₄	1.20	120

在鹽漬化条件下,除降低鹽生植物的呼吸强度外,光合作用强度也被降低。而且在對鹽生植物來說鹽漬化程度不大(0.1%氯)的情況下,也發現急劇降低(表4)。

表4 在土壤不同鹽漬化情況下海蓬子的光合作用强度(根据庫什尼亮科的資料)

土 壤 的 鹽 漬 化	CO ₂ 吸收量	
	毫克(1克鮮物重)	与 对 照 相 比 %
对照(非鹽漬化)	0.955	100
0.1% 氯	0.637	68.7
0.5% 氯	0.519	54.3
1.5% 氯	0.393	41.1
对照(非鹽漬化)	0.981	100
0.1% SO ₄	0.825	84.0
0.5% SO ₄	0.756	77.0
0.75% SO ₄	0.537	54.7

在硫酸鹽鹽漬化的任何濃度情況下,光合作用强度都是降低。由此可見,硫酸鹽的鹽漬化對植物有机物質(碳水化合物)的形成与消耗間的比例將有不良影响。鹽生植物在周圍環境中鹽分含量增加的情形下,与其光合作用强度降低的同時,其葉綠素的含量也降低(在兩種類型的鹽漬化情況下)(表5)。

表5 在土壤不同鹽漬化情況下海蓬子葉綠素含量(根据庫什尼亮科的資料)

土 壤 的 鹽 漬 化	葉 綠 素 含 量	
	毫克(1克的濕物質)	%对照
对照(非鹽漬化)	0.73	100.0
0.1% 氯	0.47	64.3
0.5% 氯	0.39	53.4
1.5% 氯	0.37	50.6
对照(非鹽漬化)	0.75	100.0
0.1% SO ₄	0.76	100.1
0.5% SO ₄	0.48	62.6
0.75% SO ₄	0.36	48.0

最近莎霍夫(1952a)同我們(Генкель 19506)一樣,同樣也給予此種新陳代謝的降低,對植物抗鹽性有非常重大的意義。

顯然,在植物對鹽漬適應情況下,不僅改變了新陳代謝的強度,而且也改變本身類型。在增加鹽漬化程度的情況下,代謝將變為較穩定,而且也很少改變。

在這個基礎上,我們建議把這種新陳代謝類型稱為平衡代謝或均衡代謝,因為它們與土壤中鹽分高濃度的影響有關。

鹽生植物適應鹽漬的更深奧原則到底如何?在比較不久以前,我們發表了關於鹽離子與原生質相結合的假設(Генкель 19506)。染色劑對抗鹽性植物原生質的毒害作用的試驗和適應鹽漬的植物氮的電滲析試驗以及某些文獻的資料都証實了這一假設。正如斯特羅果諾夫(Б. П. Строгонов 1946)所指出的:在鹽漬情況下,增加了結合氮的數量。根據當時科洛索夫(И. И. Колосов)、薩穆金(Ю. А. Самыгин)和索羅基娜(М. И. Сорокина 1936)的資料,指出:在鹽漬情況下增加了吸附地結合鈉與鉀的數量。

我們與馬爾果里娜(К. П. Марголина)共同所作的以染色劑試驗表明:海蓬子的切片浸入中性紅2—5分鐘(表6)即行死亡。

表6 染色劑對海蓬子切片的影响

染 色 劑	在 染 色 劑 中 放 置 的 時 間	
	2 分 鐘	5 分 鐘
中性紅	質壁分離*	未有質壁分離
曙 紅	未有質壁分離	—
紅螢素	〃	—

* 質壁分離是在氯化鈉或蔗糖溶液中進行的

顯然,染色劑的陰離子置換了氮,代替它的位置,引起細胞質中毒。同時在開始時,在液胞內發現相當多的粒狀物;進一步,則喪失原生質的半透過性,鹽分滲入原生質,然後細胞開始死亡。

海蓬子在淡土環境裏比在鹽漬化環境裏,對於染色劑的作用敏

感性稍小，而鹼蓬對染色劑的敏感性較海蓬子為小。換一句話說，植物的抗鹽性愈高，則植物對染色劑的作用將更為敏感。表7為鹼蓬在不同的鹽漬基質中對染色劑的不同敏感程度。

表7 染色劑對培育於不同程度鹽漬上鹼蓬細胞的影響

試驗處理	在中性紅 (1: 5000) 中放置的時間		
	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘
對 照 (無鹽環境)	多數細胞有質壁分離*	全部細胞有質壁分離，形成顆粒	少數細胞有質壁分離，形成顆粒
0.1 % 氯	多數細胞有質壁分離，形成顆粒	某些細胞有質壁分離，形成顆粒	1—2細胞有質壁分離，形成顆粒
0.5 % 氯	個別細胞有質壁分離，形成顆粒	個別細胞有質壁分離，形成顆粒	無質壁分離
0.75% 氯	個別細胞有質壁分離，細胞質濃縮	1—2細胞有質壁分離，細胞質濃縮	無質壁分離

* 請參閱表6的附註

這些資料說明物質代謝的強度顯著降低。蛋白質與鹽的陰離子及陽離子形成相應的結合後，就降低新陳代謝和有害鹽分的進入；提高了鹽的致毒作用的界限。這方面可用棉花定向培育提高抗鹽性工作中關於鹽漬對某些生理過程及氮吸收的影響的試驗結果來証實（Генкель 1950 6; Генкель, Колотова 和 Щербаков 1944）。

除鹽生植物羣係指海蓬子及鹼蓬以外，屬於泌鹽植物羣的匙葉草 (*Statice* sp.) 也顯示對染色劑具有高度的敏感性。這在表10中可以看到。

這樣一來，對染色劑作用的敏感性顯示於兩羣鹽生植物——鹽生植物與泌鹽植物方面——對土壤中含高鹽分適應的一般途徑是鹽與原生質蛋白質的結合。在淡鹽生植物羣方面，這個問題尚不明確。為了解決這個問題，我們曾對生長在卡門 (Камен) 草原沃龍涅什州鹼土上的鹽蒿進行了相應的觀察。

染色劑的毒害作用乃是鹽離子結合的指標。試驗中突然產生了

某些意料外的結果，鹽蒿顯示對染色劑非常敏感。在這方面它是遠遠地勝過鹼蓬、匙葉草、車前草 (*Plantago salsa* Pall.) 一類鹽生植物的。在染色劑溶液中鹽蒿的細胞於8—10分鐘即死亡，而同時培育於同樣鹼土上的其他種，經過20—30分鐘死亡。這種植物對中性紅的這樣高度敏感性是不能理解的，因為它的抗鹽性，比起鹼蓬、匙葉草和其他真鹽生植物和泌鹽生植物的代表來是較低的。鹽蒿的這種對染色劑的高度敏感性，可以解釋為淡鹽生植物羣的鹽離子與蛋白質產生比在其他鹽生植物中更為堅固的結合。這就阻礙着有毒鹽類繼續強烈地進入植物的原生質，因此可以認為離子的結合，是選擇地進行着的。換言之，在植物體內發生了一種特殊的隔絕有毒鹽類進入的作用，可是為植物所吸附地吸收的營養物質，則能自由地進入植物本身所需要的部分，這點正可能用 Брукса-Сабинина (Сабинин 1940) 的圖解來理解。類似的隔絕作用對淡鹽生植物是特別重要的，因為它

表8 某些鹽生植物和淡生植物的呼吸強度

植 物	1克物質1小時內放出的CO ₂ 量(毫克)	
	鮮 重	乾 重
鹽生植物		
匙葉草 (<i>Statice sarepava</i> Peck.) (未開花的)	3.68	18.2
鹽蒿 (<i>Artemisia maritima</i> L. var <i>salsola</i> Willd.) (未開花的)	3.23	15.4
同上(開花的)	2.40	10.5
鹼蓬 (<i>Suaeda coriulana</i> C. A. M. Bge.) (成熟的種子)	1.65	8.8
車前草 (<i>Plantago salsa</i> Pall.) (未開花的)	1.56	12.6
同上(開花的)	1.15	8.7
金盞花 (<i>Aster tripollus</i> L.) (開花的)	1.60	11.8
淡生植物		
中車前 (<i>P. media</i> L.) (未開花的)	2.03	9.3
同上(開花的)	1.37	7.2
大車前 (<i>P. major</i> L.) (未開花的)	3.17	15.3
同上(開花的)	2.62	10.3

們有比較强的新陳代謝。這可能從以塔格耶夫 (C. B. Tareeva) 所改良的 Boysen-Jensen 儀器所獲得的呼吸資料中看出。

從表 8 中看到的，鹽蒿的呼吸强度高於其他鹽生植物，甚至也超出某些淡生植物，而後者的呼吸強度，一般是高於鹽生植物的。

在表 8 中有三種植物是應加注意的，就是鹽生植物中的匙葉草與鹽蒿以及淡生植物中的大車前 (*Plantago major* L.)，它們的呼吸強度最大。

可以認為：對染色劑的敏感性依呼吸強度而增加。淡生植物就是如此。同時以具有較強呼吸作用為特點的大車前細胞，受中性紅嚴重的傷害，經一小時其中幾全部死亡，2 小時後僅個別細胞存活。中車前 (*Plantago media*) 的細胞則於同樣的中性紅中 (1:5000) 在 4 小時以上還存活著。

但於鹽生植物羣中，這種呼吸強度與對染色劑抵抗性之間的相關性，則未曾觀察到。具有高呼吸強度的鹽蒿，對染色劑的敏感性較呼吸強度比較小的海蓬子及鹼蓬和新陳代謝強度較大的匙葉草都弱。在染色劑溶液中細胞的受害速度，列示如表 9。

表 9 植物上表皮細胞對中性紅溶液 (1:5000) 的抵抗性

植 物	細胞死亡時間 (分鐘)	備 考
鹽蒿(未開花的)	8—10	經 15 分鐘受害 經 4 小時尚有存活細胞 經 1 小時後的狀態較 <i>Pl. media</i> 為惡劣
同 上(開花的)	15—20	
車前草(未開花的)	30—40	
中車前(開花的)	240	
大車前(未開花的)	120	
金盞菜(開花的)	25—30	

關於染色劑對植物細胞存活性的類似結果，我們的共同工作者科瓦里斯卡婭 (E. M. Ковальская) 在瓦盧耶夫斯克 (Валуевский) 試驗場 (斯大林城地區) 鹽漬土 (鹼土) 上得到過 (表 10)。

由表 10 可以看到，鹽蒿的表皮細胞在中性紅中經 8 分鐘死亡。

表10 植物表皮細胞对染色剂的抵抗力
(細胞死亡時間,以分鐘計算) (根据科瓦里斯卡婭的資料)

植 物	中 性 紅	甲 基 藍	曙 紅	紅 螢 素
匙葉草	5	6	3	3
甘 草	150	60	45	38
鹽 蒿	8	10	3	3

这与在卡門草原上的結果幾乎是相同的。泌鹽植物的代表匙葉草, 它的細胞死亡得更快些(5分鐘)。具有深入土壤下層强大根系的淡生植物(甘草 *Glycyrrhiza* sp.), 經過2小時半而死亡。在另一些染色剂中, 死亡过程進行得更快些, 但相互關係仍然是一样的。

为了闡明鹽蒿是否具有提高的新陳代謝問題, 我們曾將这种植物与生長在淡土上具有代表性的另一些蒿屬, 比較其呼吸强度。从表11可以看出, 鹽蒿的呼吸强度較他种蒿類为高。当用乾物質計算時特別表現顯著。

表11 具有代表性蒿屬植物的呼吸强度

植 物	1克物質1小時內釋出的CO ₂ 重(毫克)	
	鮮 重	乾 重
<i>Artemisia</i> sp. (開花)	2.01	4.60
" " (未開花)	2.92	8.5
鹽 蒿(野生)(開花)	3.43	11.0
" " (未開花)	3.58	14.5
<i>Ari.</i> sp. (開花)	1.81	4.4
<i>Ari.</i> sp. (未開花)	3.10	8.2

鹽蒿对染色剂的關係表明: 淡鹽生植物較其他鹽生植物類具有某些不同的本性。這類植物的基本特性之一, 就是它們的原生質对鹽的透過性弱(利赫切爾 1927)。这种特性, 以及相当强的新陳代謝作用都說明由於建立了原生質蛋白質与这种鹽离子的牢固的組