

鑑定和加强農作物 抗旱性的方法

И. А. 金傑里 著

科 学 出 版 社

鑑定和加強農作物 抗旱性的方法

П. А. 金 傑 里 著
蘇少泉 曾寒冰 李文雄 譯

科 學 出 版 社

1957年4月

內 容 提 要

本書是蘇聯科學院植物生理研究所所長金傑里教授所寫的有关植物抗旱性試驗的總結，書中介绍了各种抗旱性判断的方法並加以全面的評述，指出各个方法的优缺点及其應用範圍，並根据作者自己多年試驗研究的結果提出了一些比較适用的方法；最后敘述了一些主要作物，如小麥、玉米、甜菜、馬鈴薯、黍、向日葵、番茄以及牧草等播種前抗旱鍛鍊的方法及其显著效果。本書可供植物生理、育種工作者、农学家以及农学院師生之参考。

ДИАГНОСТИКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И СПОСОБЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

鑑定和加强农作物抗旱性的方法

原 著 者	П. А. 金 傑 里 (Генкель)
編 輯 者	蘇聯科學院植物生理研究所
翻 譯 者	蘇少泉 曾寒冰 李文雄
出 版 者	科 學 出 版 社
	北京朝陽門大街 117 号
	北京市書刊出版業營業許可証出字第 061 号
原文出版者	蘇 聯 科 學 院 出 版 社
印 刷 者	北 京 新 華 印 刷 厂
总 經 售	新 華 書 店

1957 年 1 月 第 一 版
1957 年 4 月 第 一 次 印 刷
(京) 0001—4, 070

書 3: 0738 字 數: 46, 000
開 本: 850×1163 1/32
印 張: 2 插 頁: 1

定 价: (10) 0.44 元

目 錄

前言.....	1
緒言.....	2
鑑定抗旱性的間接法.....	7
測定抗旱性的直接法.....	11
(一)測定抗熱性的方法.....	11
1. 測定植物細胞与組織抗熱性的實驗室法	11
2. 測定抗熱性的實驗分析法	12
(二)測定植物組織忍受脫水能力的方法.....	17
1. 測定植物組織忍受脫水能力的實驗室法	17
2. 測定植物忍受脫水能力的實驗分析法	18
春小麥抗旱性的判斷.....	22
植物播種前的抗旱性鍛鍊.....	32
不同作物播種前鍛鍊的特定方法.....	45
播種期、鍛鍊日期与消毒日期.....	52
参考文献.....	54

前 言

这本著作的目的是使植物生理学家、植物学家与农学家来熟悉判断植物抗旱性的田间试验法以及提高抗旱性的方法。我们远在 1933 年便开始了抗旱性的研究，而一直继续到 1940 年。研究的結果已發表在“植物的抗旱性及其提高的方法”(1946年)專集中。1940 年工作差不多全部中断了，当 1948 年研究恢复后，我們便轉向研究原生質的膠体化学特性。由於我們的同事們与學生們工作的結果，而制定了若干敘述於这本小册子中的抗旱性判断的方法。

著者對於参加制定或直接鑑定試驗方法的馬尔高林娜(К. П. Марголина)、伊別克日揚(В. М. Инекджиян)、格李涅娃(Г. М. Гринева)、馬尔基揚諾娃(К. Л. Мартянова)、科斯馬科娃(В. Е. Космакова)、茲維特考娃(П. В. Цветкова)、諾沃謝勞娃(А. Н. Новоселова)、傑明娜(О. К. Демина)与庫什尼林科(С. В. Кушнirenko)致以衷心的謝意。所有对这本小册子的批評意見請寄苏联科学院季米里亞捷夫植物生理研究所(莫斯科, Большая калужская, 33)。

緒 言

大多数的栽培植物都是中生植物。它們的抗旱性与丰产特征——与高度的新陈代謝是分不开的，也就是植物同时是高度丰产而又是抗旱的，这种情况就阻碍我們来認識其抗旱性。所以断言抗旱性与产量的降低密不可分应当認為是不正确的（金傑里，1946, 1953, 1954年）。抗旱植物能够适应干旱的条件並形成正常的产量，但是“正常的”这些字不能与“最高的”混为一談；当然，在严重干旱时任何植物的产量都要降低，可是抗旱植物則能够产生沒有瘪粒与空粒現象的十分丰满的穗子。

抗旱性是与植物忍受过热与脫水能力相結合的一种特性。某些植物抗热但不能忍受長期脫水；相反的，另一些植物則能够忍受脫水但不抗热；最后，第三种植物則同时具有这两种特性。

因此，由於外界环境条件的作用而在进化过程中形成許多新的性狀使其能够适应干旱的影响並在这样的条件下正常的生長、發育与繁殖的植物便可以称作抗旱植物。

植物在供水不足和气温高的条件下生長良好（丰产）是抗旱性的标志。

只有在某些情况下，即当产量与繁殖器官無關，而与植物体中不同物質的积累，如籽棉、纖維（亞麻、大麻）、橡膠、揮發油联系时，我們所提出的标志才似乎是不适合的，然而这些物質的积累与植物的地上部和地下部的良好發育是分不开的；但是由於抗旱植物在干旱条件下比不抗旱植物生長的要好，所以植物的总产量就成为其抗旱性的指标。

許多学者沒有認識到必須在不同程度的干旱环境中来研究植物的抗旱性，他們忘掉了抗旱性是該种植物於其先代系統發育历

更基礎上、並在其生長發育過程中所產生的特性，而企圖發現抗旱性的絕對指標。

在供水良好的條件下是不能發展植物遺傳特性上之高度抗旱性的。

植物在其異常生長條件下對干旱的適應過程引起了其生長過程的抑制與產量的降低（杜曼諾夫 Туманов, 1926, 1929; White-side, 1941）。當干旱緩慢增加時植物就能夠適應於干旱而自身受損很小，當干旱增加得極為緩慢時植物便能毫不降低產量的適應於干旱；所以利用干燥萌動種籽而提高植物的抗旱性（植物播種前的抗旱鍛鍊）並不能招致產量的降低（金傑里與考勞托娃 Колютова, 1934; 金傑里, 1946）。正如根據這種方法所進行的許多工作所證明的，實際上被鍛鍊的植物具有高度的抗旱性並在于旱條件下能夠給予很高的產量。

我們將要在自己的試驗方法中來舉出抗旱鍛鍊植物的材料，然後敘述關於利用播種前鍛鍊而提高抗旱性的問題。

在 T. C. 馬爾采夫新的土壤耕作制中所進行的麥研究是很好的證明植物高度豐產性能夠與高度抗旱性相結合的概念的例子（1954）。大家都知道，植物在馬爾采夫耕作法中處於良好的供水與根部營養的條件下而給予高額的產量，而植物供水良好與新耕作法中土壤內保蓄大量水份是分不開的。

但是，正如我們的試驗所指出的〔金傑里、保卜李茨卡婭（Бобрщкая）與茲維特科娃（Цветкова），1955〕，雖然供水良好，而小麥在這樣的條件下仍舊利用表層肥沃土壤中的養分，從而顯著的提高其抗旱性。這是與由土壤中更有效的吸收營養物質，特別是顯著影響植物原生質的膠體化學特性的鈣是分不開的。

當理解了植物抗旱性中忍受脫水與過熱的能力後，我們來扼要的說明植物的這種特性。文獻中有關抗旱性這個問題的明確敘述還很不够。許多學者，其中也包括 K. A. 季米里亞捷夫（1892），認

为，依靠發育强壯的根系来有效的保証所需水份的那些植物才是抗旱的。而另一些学者〔李特維諾夫（Литвинов）1932，及其他学者〕則証明，植物保水性強，也就是持水力比較大而耗水少乃是抗旱性的标志。Г. Н. 耶列米耶夫（Г. Н. Еремеев，1938，1939，1948）的見解是屬於二者之間，根据他的見解，具有高度持水力的果树植物最为抗旱。А. Н. 諾沃謝洛娃（А. Н. Новоселова，1954）确定了，硬粒小麦比軟粒小麦具有較大的持水力，但是它們的細胞却大約在組織中含水量相同的情況下因脫水而死亡的，所以，由馬克西莫夫（Н. С. Максимов）列入科学中的能够很好的忍受凋萎的植物便是抗旱植物的概念是相当复杂的。在一些植物中，抗旱性与持水力大大提高和極强壯的根系有关，而另一些植物的抗旱性則与原生質的生物化学和膠体化学特性有关的忍受脫水与过热能力分不开的。应当指出，在某些条件下，譬如在地下水位低的情況下，具有强壯根系与有效蒸騰作用的植物在实践上是十分重要的，而在另一些条件下，能够更好的忍受一定程度的脫水与过热，当降雨后又能恢复正常生命活动的植物則是主要的。烏道尔斯卡婭（Н. Л. Удольская，1936）确定了小麦的兩個生物型（биотип）：其中第1个在干旱时能够停止自己的生長过程，而当降雨后又比較容易恢复；第2个是在早期干旱时並不停止生長而显著的降低其产量。涅斯傑罗娃（Е. И. Нестерова，1935）所进行的进一步鑑定証明了，前一种生物型在比較長时期的干旱下也能显著的降低产量，但是一定程度的差別仍然存在。

以我們的观点来看，那些在干旱条件下能够保証高額产量的植物才是抗旱的。

抗旱的中生植物在干旱的影响下代謝强度有些提高，保持着高度的合成作用，膠体亲水性、原生質的黏滯度（вязкость）与彈性和滲透与膠結的結合水数量提高。只有在比較适度的干旱下上述特性的变化對於植物才是有利的。由於产量降低而招致的植物生

理活动性与代謝作用的降低便引起原生質黏滯度与結合水含量的进一步提高。

採用了我們在这个試驗說明內所提出的抗旱性判断的方法，就能够在大多数情况下来判断植物的抗旱性与何种特性有关——与忍受脫水的能力，也就是与真正的生理抗旱性有关或者是与适宜的“保护植物免受干旱”的生物学特性有关。而在某些情况下，两个类型的特性也能够是一致的。伊万諾夫(И. К. Иванов, 1939)指出了，根据我們的方法而鍛練过的植物在干旱条件下能够發育出更为强壮的根系来。

在我們的試驗中已經証实了，鍛練过的植物在干旱时能够更好的忍受脫水与过热，同时水分含量很高而失水又少。所以採用鍛練植株是植物与干旱作斗争的良好方法。

研究抗旱性的最有效的方法是田間法，也就是直接研究植物在干旱条件下的表现。但是这种方法很粗笨，因为需要多年的观察，並且只能在發生干旱的伏尔加河流域、西伯利亞东部、烏克蘭以及苏联其他各省中採用，而且这种干旱实际上还不是年年發生。И. А. 斯捷凡諾夫斯基(Стефановский等, 1934, 1939; 斯捷凡諾夫斯基, 1950)利用田間法描述了近百个小麦品种的抗旱性特征，作出了这些具有普遍意义的植物抗旱性的重要結論。

第2个方法是李特維諾夫(Л. С. Литвинов, 1933)提出的，在干燥棚中的直接鑑定法。許多学者(Пролетарский, 1935; Кабылин, 1937; Стефановский, 1934; Хоринко, 1949, 以及其他等人等)都試驗过这个方法。这个方法的缺点是，在多雨的年份中便将产生在遮盖干燥棚下由於經常复盖来防止雨水而形成的高湿度造成小麦遭受白粉病为害。

第3个方法是杜曼諾夫(П. П. Туманов, 1926, 1929)提出的萎蔫法。这种方法是在植株內来測定抗旱性的，並且植物根系的作用是固定不变的。

所有上述方法都必需配合着生理观察，因为我們难以說明产量因素与高低究竟是植物的那一种性状：譬如，某些品种的产量可能相同，但要达到这样的产量却需要不同的农业技术措施。一些植物具有較大的持水力；而另一些植物則能更好的忍受脱水，所有这些都必须用适当的生理試驗和在干旱期間对植物特性的观察来解釋。

米姬涅茨(В. Д. Мединец, 1950)計算了籽粒在干旱年代中的損失(百分数)后来評價了植物的抗旱性。然而他所提出的方法却非常粗笨，因为需要很長的时间；此外甚至於在干旱地区产量也不是單純的受制於干旱，譬如：在湿润的年份中产量可能因受锈病为害而降低，而在其他的情况下也可能因虫害及其他原因而降低。但是必須指出、米姬涅茨所提出的方法對於品种試驗区來說应当加以注意和採用。

除掉測定植物抗旱性的直接法以外，研究者们長期的試驗来寻找其間接的測定法。

在这里我們来評價一下这些方法。

鑑定抗旱性的間接法

關於栽培植物抗旱性判斷的問題很早已經引起了我國以及國外研究者們的注意。其中大多數的研究者發現了許多與植物高度抗旱性有關的形態、解剖或生理特徵。

這種尋找抗旱性間接標準的企圖並不能獲得滿意的結果，因為當確切的認識這種現象時，必須肯定這不是伴生的從屬關係，而是因果關係。我們不能根據某一種雖然重要的，但常常不是在成長的植株上而是幼苗上的特徵來決定像植物抗旱性這樣複雜的現象。應當把抗旱性理解為植物忍受脫水與過熱的能力，抗旱性在個體發育過程中因外界條件、發育節奏、根系強度以及植物的其他特性而發生變化。

科爾庫諾夫(B. B. Колкунов, 1905, 1907)的著作是最先根據間接標誌來判斷抗旱性的著作之一，他認為：抗旱品種與不抗旱品種比較，葉面積有些減少，具有小型細胞與發育極為旺盛的網狀葉脈。B. B. 科爾庫諾夫本人的見解是以當時廣泛流行的斯克姆別爾(Schimper, 1898, 1935)關於抗旱植物蒸騰作用強度低的觀點為基礎的，但是後來 H. A. 馬克西莫夫(1916)則證明了，斯克姆別爾的觀點特別是對於中生植物來說是不正確的。

此後，亞歷山大羅夫(B. Г. Александров, 1922)發現了，向日葵最抗旱的上部葉子的結構與其高度的蒸騰強度和下部不大抗旱的葉子之結構不同。根據 H. A. 馬克西莫夫與 B. Г. 亞歷山大羅夫的主要試驗工作證明了 B. B. 科爾庫諾夫的觀點毫無根據。

B. B. 科爾庫諾夫的蒸騰作用系數研究並沒有得到任何有效的結果。根據他的見解(1926)，最抗旱的品種製造單位干物質所蒸騰的水份很少，然而 H. A. 馬克西莫夫與 B. Г. 亞歷山大羅夫

(1917) 則證明了抗旱性与蒸騰作用有效性之間沒有發生这种关系。

格拉堆舍娃(О. М. Гладышева, 1950)發現了, 抗旱品种的蒸騰作用强度很大。瓦西里耶夫(И. М. Васильев, 1929)直接鑑定了B. B. 科尔庫諾夫的材料却沒有証实其見解的正确性。苏維埃学者薩克斯(А. И. Сакс, 1938)將許多小麦品种进行萎蔫而后比較了它們的抗旱結構程度, 但是却並沒有找出这些特性之間的关系。

可是B. B. 科尔庫諾夫的工作及其鑑定却給我們深入了解植物抗旱性的概念帶來了極大的好处。近来諾格傑夫(В. П. Ногтев, 1950, 1951, 1952)的著作發表了, 在他的著作中証实了細胞变小便促使其能够忍受脫水。然而植物的抗旱性是如此的复杂, 以致於無法將其固定於虽然對於植物是重要的特性之範圍內。

B. B. 科尔庫諾夫的缺点是局限的以不同旱性結構类型来进行試驗(金傑里, 1935), 而這些类型是植物遭受干旱影响而發生的机能和在系統發育中所形成的适应於干旱的遺傳性, 或者是由於其他原因, 特別是由於特殊的矿物营养或氮素营养所形成的遺傳性(Kiessner, 1927; Mothes, 1932)。在机能的旱性結構中就会發現抗旱性与小型細胞相一致, 而在旱性結構遺傳中也可能沒有这种关系。

科尔馬克(Cormack, 1950)提出了叶子的厚度作为小麦抗旱性的标誌, 他研究了28个品种而在其中兩個極端之間發現了很大的差別。結果便錯誤的給研究者们提出了确定叶片厚度与抗旱性之間的相关联系, 但是根据这种特征是不能測定抗旱性的。留賓斯基(Т. Н. Любницкий 1929)證明的鑑定导水系統的發育程度作为抗旱性的特征也是不合适的。

布傾格尔(Buchinger, 1927)的方法是比较可靠的, 他建議根据幼苗在糖液中吸收力的大小作为植物忍受脫水能力的特征; 但是这种方法並沒有获得显著的結果; 因为植物的抗旱性是在有机

体系統發育历史的基础上,在个体發育中所發生与發展的對於不良干旱条件之适应性,所以根据幼苗的特性是不能作出關於成長植株特性的結論的。而这个原則却被謝馬金(К. С. Семaкин, 1937)、梯摩菲耶娃(М. Т. Тимофеева, 1938)与雅琴科(В. Г. Яценко, 1940)所应用。我們应当很好的注意 Л. С. 李特維諾夫(1932)的方法,这个方法認為可以根据植物含水量来判断抗旱性:含水量愈大的品种就愈抗旱。然而李特維諾夫並沒有准确的指出应当在何种条件下来測定含水量。在任何情况下,含水量是在干旱条件下保証植物所需水份的極其重要的標誌。譬如抗旱鍛練的植物在供水不足的条件下水百分数經常是很高的(金傑里, 1946)。李特維諾夫的方法被許多研究者所鑑定,然而某些作者获得了肯定的結果,而另一些人則又不能証实这种方法的可靠性。李沃夫(С. Д. Львов)与費何金高尔茨(С. С. Фихтенгольц, 1936)對於李特維諾夫的方法作了最全面的評論。李特維諾夫的学生 П. А. 赫林科(Хоринко, 1948、1949)作出了關於水分缺乏是植物抗旱性良好標誌的結論,他同时証明在供水不足的条件抗旱品种含水較多;在其最近的著作中李特維諾夫(1951)列出了所有採用与檢驗他所提出的方法的文献,結果否定了別人对他的方法的批評並認為自己过去的見解是正确的。

但是我們要作出这样的結論,即李特維諾夫的方法只有在植物供水不足的条件才能应用。

Г. Н. 耶列米耶夫(1938, 1939, 1948)研究了果树后作出了可以利用切伤分枝与叶子的萎焉法来判断其抗旱性的結論。他确定了抗旱性与高度持水力間的关系。根据他的見解,只有抗旱性低的品种之原生質忍受脫水的能力才具有意义;換句話說,他划定了抗萎焉与抗脫水的界限。

Г. Н. 耶列米耶夫与 Л. С. 李特維諾夫的方法虽然能够产生有价值的結果,但只是反映出了植物抗脫水的能力,而關於忍受过

热的能力則毫未談到。我們認為，只有研究了植物忍受脫水与过热的能力后才能获得關於抗旱性的最全面的概念。

H. A. 馬克西莫夫 (1952) 与其學生們一起在其生活的最后几年中所完成的工作促使我們有根据的在原生質物理化学与生物化学特性上来寻找抗旱性的直接標誌。如果不將这些特性包括在与抗旱性有关的植物所有特性中, 那么毫無疑問, 它們也是决定植物抗旱性的綜合性基本原因之一, 而測定这些原因是必須在植物供水不足的环境中进行, 因为只有在这种条件下, 該特性才能相当完善而明显的出現。

利用直接分析与實驗室直接測定的方法則能更好的判断植物忍受脫水与过热的能力。

測定抗旱性的直接法

我們將測定植物忍受過熱能力的直接分析法分為三個：1)測定原生質的黏滯度；2)測定膠體與滲透的結合水含量，也就是測定關於植物忍受脫水的能力：(1)測定原生質的彈性與(2)測定脫水時保持高度水平的合成反應的能力。

我們已經列舉出來的特性不是簡單的與抗旱性相連系，而是決定植物抗旱性的直接原因。

我們將原生質蛋白質凝固界限與植物組織忍受脫水能力的測定也包括於抗旱性測定的直接實驗法中。

(一) 測定抗熱性的方法

1. 測定植物細胞與組織抗熱性的實驗室法

在測定抗熱性的直接實驗室法中可以介紹馬茨考夫(Ф. Ф. Матков)的方法與測定原生質蛋白質凝固的溫度界限的方法[金傑里與茲維特考夫(Генкель и Цветков), 1950]。

Ф. Ф. 馬茨考夫法適用於小麥。著者指出，這種方法適用於細胞液為中性反應的植物。

我們以小麥、向日葵以及其他作物來試驗了該種方法。

為了測定細胞與組織的抗熱性，取植物的葉片置於水浴中，在定溫下保持10分鐘，然後取出葉片放於冷水中數分鐘，再浸於1/10當量的鹽溶液或硝酸中。葉片受高溫的傷害愈嚴重，那麼由於酸進入組織內形成黑籽酸鹽(феофитин)而愈迅速的出現很多褐色斑點。斑點出現的時間及單位時間內的數量就是細胞抗熱性大小的特徵。今將測定受鍛煉與未鍛煉的小麥和向日葵植株抗熱性的結果列入表1作為例子。

表 1 留切斯申斯 62 小麦与日丹諾夫 8281 向日葵叶片抗热性的测定

植 物	植株变褐的叶片	
	对 照	抗旱鍛鍊
留切斯申斯 62 小麦 (Лютесценс 62)	严 重	輕 微
日丹諾夫 8281 向日葵 (Ждановский 8281)	很 严 重	輕 微

測定原生質凝固溫度界限的方法所產生的結果要比較可靠些。當工作時需要測定保持在水浴中 10 分鐘時所有細胞切面死亡的溫度。當植物切面受熱後在 1 個克分子糖液中便發生質壁分離，在試劑中發生的質壁分離現象就說明了細胞的死亡。

然而這種方法只有在抗熱性差別很大的情況下，才能獲得良好的結果，這種差別一般是由 1—3°C (表 2)。

表 2 冬小麦、向日葵与馬鈴薯叶片抗热性的测定

植 物	植物叶內原生質蛋白質凝固的溫度 (°C)	
	对 照	鍛鍊植株
冬小麦草原 135 (Степная 135)	54.0	56.0
向日葵日丹諾夫 8281	49.5	52.0
馬鈴薯洛爾赫 (Лорх)	50.0	52.5

這種方法給予了植物抗熱性概念，但是還須要改進。

2. 測定抗熱性的實驗分析法

在相當程度上揭示植物高度抗熱性原因的方法，我們稱為直接分析法。

抗熱性基本上決定於原生質的高度黏滯度和膠體結合水的數量，由於提高滲透壓而增加滲透結合水的數量，同樣也可促使抗熱性的提高。

仙人掌以及其他肉質植物忍受高溫的能力決定於它們原生質

的高度黏滯度,同时也決定於其組織中存在大量的膠体結合水(金傑里与馬尔高林娜,1948)。

我們与 И.В. 茲維特科娃(1950)已經作出了抗热性与原生質黏滯度的實驗証明。同时証明了濃度不太高的鈣鹽能够提高原生質蛋白質凝固的溫度界限。降低原生質黏滯度的鉀鹽能降低原生質蛋白質凝固的界限,当滲透压提高时只有增加組織中鈣的濃度才能促使蛋白質凝固的溫度界限稍加提高。

我們所指出的鈣鹽的特性已經被用来提高植物的抗热性(金傑里与茲維特科娃,1955)。我們利用1/40克分子濃度的氯化鈣溶液来处理干燥种籽,將种籽浸於石膏溶液中:黍——浸 18 小时、小麦——24 小时、以后並不淋去水份。此后將种籽稍加干燥而播於田間。我們在伏尔加河左岸以克列莫維伊(Кремевый)品种黍与留切斯申斯 62 品种小麦进行了三年試驗。

我們比較研究了田間試驗植株的抗鹽性程度和原生質的某些膠体-化学特性。

用氯化鈣溶液处理种籽對於植物抗热性的提高是有效的,而抗鹽性的提高則不大显著。經過播种前处理的植株,其原生質的黏滯度与細胞的抗热性都提高了(表 3)。

表 3 CaCl_2 對於原生質黏滯度和植物細胞抗热性的影响
(在拔节期进行的測定)

指 标	黍 种 籽		小 麦 种 籽	
	对 照	CaCl_2 处 理	对 照	CaCl_2 处 理
細胞的抗热性 ($^{\circ}\text{C}$)	57	59	53	55
原生質的黏滯度 (分鐘)	60	80	30	50
抗鹽程度 的 鑑 定	在 1 个克分子濃度 NaCl 溶液中的小时数 活細胞的%	15	20	20
		28	20	35