

植物的营养及生态 和倒伏的关系

Г. К. 薩莫赫瓦洛夫 著

科学出版社

植物的营养及生态和倒伏的关系

Г. К. 薩莫赫瓦洛夫 著

蔡 可 译

Г. К. САМОХВАЛОВ
ТРОФИКА И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ В
СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ПОЛЕГАНИЯ

Изд. Харьковского
Университета, 1960

内 容 简 介

本书叙述了研究作物倒伏的历史和现况,作者主要地研究了光照条件与作物(尤其是小麦)倒伏的关系,此外对土壤条件、矿质营养、栽培密度和播种方法等对植物生长与发育的影响,以及这些不同因素与倒伏的关系,也作了研究。

在本书中讨论了下列的几个问题:(1)什么样的外界环境因素和大田生长条件能引起作物的倒伏;(2)在这些因素和条件的影响下,如何破坏了植物体的物质代谢和形态形成过程;(3)通过以上的研究,企图给高产的农业栽培措施,提供重要的生理学基础。

本书可供作植物生理工作者和农业科学工作者的参考资料。

植物的营养及生态和倒伏的关系

[苏] Г. К. 萨莫赫瓦洛夫 著

蔡 可 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 117 号

北京市书刊出版业营业许可出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1962 年 3 月第一版 开本: 850 × 1168 1/32

1965 年 12 月第二次印刷 印张: 4 5/8

印数: 5,251—7,050 字数: 120,000

统一书号: 13031 · 1585

本社书号: 2488 · 13—8

定价: [科五] 0.68 元

目 录

著者的話.....	1
序言.....	3
一. 倒伏是植物对外界环境条件的反应.....	7
二. 引起倒伏的原因及其对植物生理状态的影响.....	21
(一)植物个体发育的特性和倒伏	22
(二)倒伏現象和植物維生素缺乏病	39
(三)光对植物生理过程的影响	46
1. 光照强度的影响(遮光).....	47
2. 光质成分的影响.....	61
(四)土壤条件和矿质营养对植物生理过程的影响和倒伏的关系 ...	77
三. 在大田生长条件下作物的倒伏.....	102
(一)密度和播种方法对植物生长和发育的影响	102
(二)肥料对植物生长和发育的影响	122
結束語.....	140
人名对照表.....	142

著 者 的 話

大家都知道，在管理良好的情況下，植物常常有強大的發育，但是倒伏，特別是禾谷類作物而使谷物顯著歉收。因此在利用高度農業技術和以機器和工具裝備起來的現代社會主義農業生產的條件下，為了獲得最高的產量和最優良的產品品質，除了進一步研究營養和控制植物的發育外，防止倒伏的問題，具有特別的現實性。

谷類作物的倒伏問題，已經不是一個新的問題。早在十八世紀末，在我們和外國的許多研究者和實踐家們就開始要解決這個問題。但是沒有把現象本身及其生理本質以及所引起的原因進行深刻的分析。

在本著作中，企圖闡明倒伏的歷史和現狀，並以個人的研究為例，說明下列問題：第一，什麼樣的外界環境因素和植物大田生長條件能夠促進倒伏；第二，在這些因素和條件的影響下，如何破壞了物質代謝和植物的形態形成過程；第三，因為把倒伏現象看作是植物對外界環境條件的反應，所以給個別的栽培措施提供重要的生理基礎，而應用這些措施，能夠提高植物的抗倒伏性。

所有這些在我們的工作中，都曾經進行了研究，但是我們完全沒有強求全部地和徹底地揭露和闡明倒伏現象的一切生理本質；我們沒有強求認為由我們的研究工作中所得出的一些主要實踐建議是唯一的，也不設想有其他的我們沒有談到的作用，但是在相應的研究和實踐中，可能是實踐上容易接受的和有高度效果的。這樣評價我們的研究工作是完全自然的和合理的，因為植物和大田栽培條件之間的關係是極其複雜的和各式各樣的。而且在我們的著作中所敘述的，只是我們整個研究思想中的個別部分。

但是在这种情况下,我们的工作对于生产工作者,在解决选择作物和品种时,以及在具体的地理和土壤条件下,解决最合理地利用栽培措施时,都是有一定效益的。希望这本书对于农业科学工作者:选种家、植物栽培学家、农业化学家、以及植物生理学家和植物生物化学家都是有意义的——从而无论在继续和更深入地研究倒伏现象的本身方面,或者在制订能够保证高产和有高度抗倒伏性的植物新的栽培措施方面,开展新的研究。

因此在我们的研究中,提出和讨论了许多一般的生理问题,而首先注意到光在植物生活中的作用和意义。据我们看来,我们的工作,不但对于在大田作物的植物栽培和农业技术方面,而且对于园艺和果树栽培以及对于在多年生和一年生饲用草本植物方面工作的实践家和科学工作者,都是有用的。

序 言

在苏联,不是每一个国营农场和集体农庄,也不是每年都能获得谷类作物和其他作物高额而稳定的产量。造成这种的原因,不但是不利的气候条件(干旱、旱风、严寒和无雪的冬季等)和低的农业技术,而且还有植物的倒伏。倒伏常常发生在具有高大而良好的植株的大田里。

正象历史所证明的那样,禾谷类作物的倒伏,使产量显著下降。根据文献资料,由于倒伏谷物的歉收达到很大的数量——占预期产量的30—50%,而有时更多¹⁾。在这样情况下,籽粒是不饱满的,面包烘烤品质和播种品质变坏。

有趣地指出,不但是发育强大的植株,同时在个别的情况下,每公顷籽粒的产量不超过10—12公担的植株,都常常会发生倒伏。1945年,作者在斯摩棱斯克州和卡卢加州的重壤土和过度潮湿的大田里,曾经观察到这种植株(燕麦)的倒伏。

在中亚细亚和外高加索各共和国的灌溉土壤上,谷类作物常常发生倒伏。这些地方倒伏特别严重,而大大地降低了产量。

不但禾谷类作物——冬小麦、春小麦、黑麦、大麦和燕麦,而且其他植物——苜蓿、荞麦和马铃薯都能受到倒伏的危害。甚至象玉米、蓖麻和棉花这样的植物,也不能保证不倒伏²⁾。

1) K. H. 扎伊采夫,在伏尔加河流域的灌溉条件下,冬小麦的农业整体制,“苏维埃农学”,1940,1期;И. А. 沃尔科夫和 Ф. М. 比里卡斯基,矿质肥料对禾谷类作物形态解剖特性的影响与倒伏的关系,“社会主义农业化学”,1940,5期;М. Г. 赫里普琴科,谷类作物的倒伏是植物对发育条件的生物学反应,副博士论文,1954,吉尔吉斯农学院。

2) И. В. 雅库什金,植物栽培学,农业书籍出版社,1953;Г. К. 萨莫赫瓦洛夫,早熟和晚熟植物的发育生物学特性及其产量不同的原因,“哈尔科夫大学生物研究所著作集”,25卷,1956;Г. К. 萨莫赫瓦洛夫,荞麦发育生物学特性,同上;Г. К. 萨莫赫瓦洛夫,矿质营养是植物个体发育的因素,哈尔科夫大学出版,1955。

倒伏的谷类作物，一般都严重地感染了锈病，这更大大地降低了籽粒的产量及其品质。在这种情况下，同时使作为藁秆饲料的茎秆和谷壳的品质变坏。禾谷类作物，例如春小麦和冬小麦，只是由于感染了锈病，产量的降低就可能达到10—30%，而在个别的年份里更多一些¹⁾。最后，倒伏使收获非常困难，从而拖延了收获工作和使籽粒损失更大。

在苏联不同的土壤气候条件下，禾谷类作物的栽培实践证明，不但在灌溉农业地区，而且在非灌溉的土地上（俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国的许多地区、库班、北高加索等以及乌克兰森林草原和草原部分的许多州），植物都会倒伏。并且在这些地区，倒伏常常是在一年之中雨水最多和夏季凉爽的时候发生的。在肥沃的土壤上和施用有机及无机肥料的土壤上，倒伏特别厉害。在整个地区甚至整个州，大面积的倒伏使谷物的损失达到很大的数量。

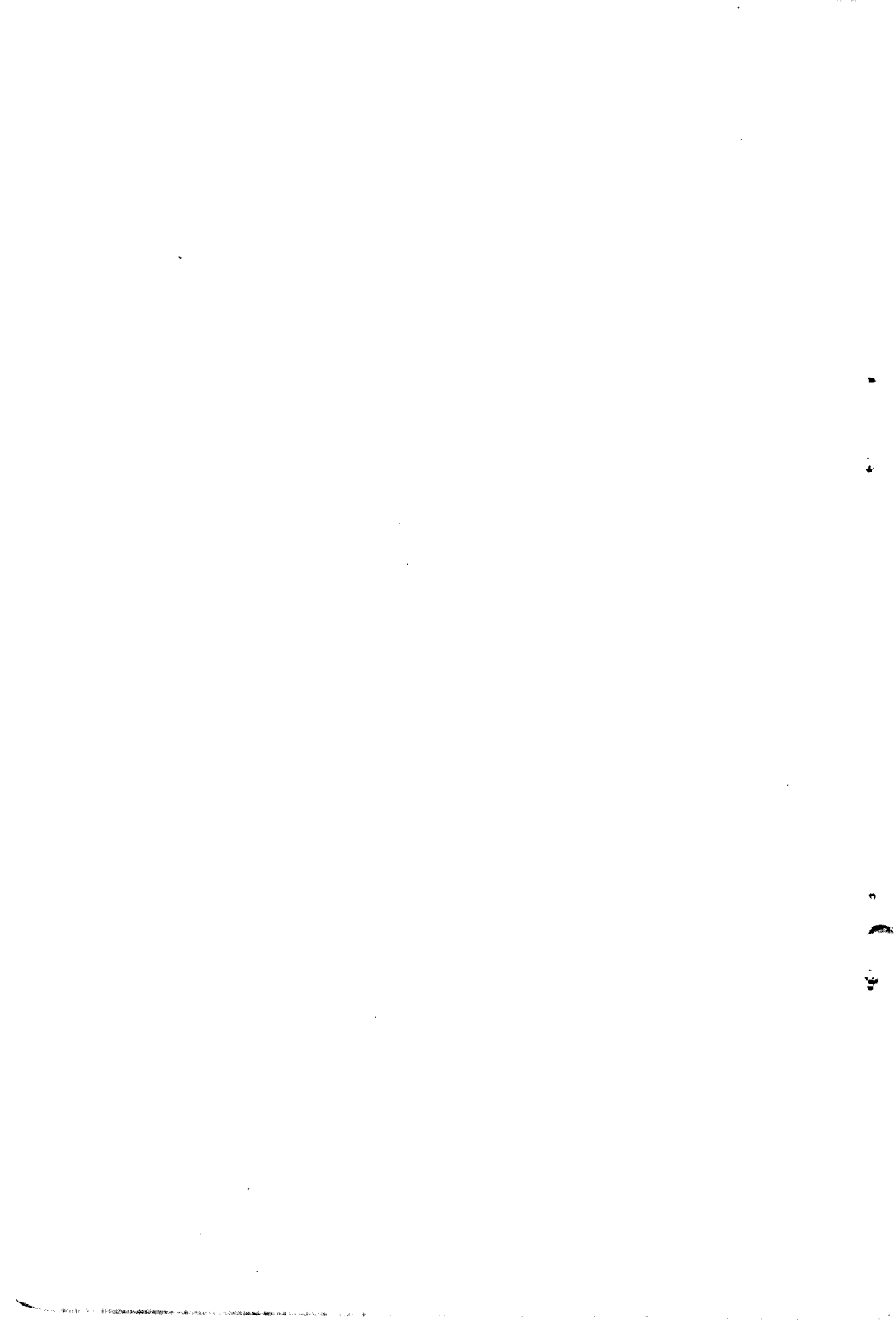
普遍的提高耕作栽培，改善矿质肥料和当地肥料（厩肥、泥炭、堆肥和草木灰）的利用，大大地增加细菌肥料的生产，用一切办法改善农业技术，在生产中利用较高产的农作物品种，最后灌溉和由于巨大的水利建设所创造的利用灌溉的新的可能性，和利用地方径流的水扩大灌溉——所有这一切，在将来应当具有更大的规模和作用。

为了创造栽培植物最良好的生长环境条件，而人类向自然界的这种进军，将能促使植物有强大的发育。在有利的土壤气候条件下，谷类作物的植株，将会更高大和更稠密些，所以倒伏在大面积上更可能常常产生。应当指出，在土壤水分和营养物质充足的条件下栽培植物时，不但是禾谷类作物，而且大田栽培的其他草本植物都会发生倒伏。

根据倒伏所带来的损失和进一步发展农业的远景，必须指出，防止倒伏的基础的研究具有重大的国民经济意义。由于植物的复

1) A. H. 雅尔基娜，1938—1939年萨拉托夫州叶锈病的构成，“社会主义谷物业”，1941。

杂性和类型的多样性,这些不同类型,在大田自然条件下都能产生倒伏,所以倒伏问题的特别重要性,是在于植物倒伏现象的本身还研究得很少,而在农业中所应用的防止方法,也不是随时都能产生良好的结果。



一．倒伏是植物对外界环境条件的反应

根据文献資料,在十八世紀末就开始研究植物(主要是禾谷类作物)的倒伏。当时的学者們认为,引起倒伏的原因是植物体中二氧化硅的含量低。甚至形成一种意見,认为二氧化硅不但使禾本科植物的表皮坚硬,而且还报导了茎秆的硬度和坚固性。由此得出結論,二氧化硅是植物所必需的。因此增加植物体中二氧化硅的含量可以預防倒伏。在十九世紀中叶,这个观点得到了裘斯杜斯·李比希(Justus Liebig)和以后許多农业学者和实践家們的贊同和支持。

但是正象 K. A. 季米里亚捷夫所写道的那样¹⁾,許多直接試驗打破了所有的一切假設。把植物栽培在除去二氧化硅的溶液里証明,甚至在沒有二氧化硅的情况下,也可以获得完全正常的禾本科植物样本。可見,植物沒有二氧化硅也能够生活。利用硅酸盐肥料的大田試驗也得出同样的結論。結果是相反的,施用二氧化硅的植株倒伏了,甚至比沒有施用二氧化硅的还坏一些。这之所以发生是因为不是在茎里而是在叶子里有較多的二氧化硅;因此过多的二氧化硅可能伤害植物,而不能增加植物的坚固性。

其他的一些事实也說明了这个問題。我們曾布置了一些專門的試驗,在植物生长过程中用陶土制成的排水管把植物套起来,因此植株是处在遮蔭下,并且发现,培育在陶土管中的植株非常細长、軟弱,具有不坚固的茎秆。

健康的和这种不正常的茎秆显微鏡的分析証明,这种不正常植株的細胞显著长一些,而細胞壁也比較薄,健康植株的細胞較短,壁較厚。由此可得出結論,光并不抑制生长,显然是改变了生

1) K. A. 季米里亚捷夫选集,农业书籍出版社,第3卷,俄文版,1949。

长的方向；細胞壁不是向四面八方各个方面长大和伸展开来，而是在加厚。在利用显微镜研究健康的和倒伏的茎秆时也发现有同样的差异。健康的植株，所有的細胞壁都較厚，与細胞壁加厚相适应正常状态的茎秆縱切面上的細胞，也显著短一些。

由此可见，植物在沒有光的情况下生长比較強烈，而在黑暗中长大的茎含水較多，同时比在光下生长的軟弱些。K. A. 季米里亚捷夫推测，遮蔭的和培育在完全光照下的植株之間，和这种极端情况之間（指在光和黑暗下——譯者）所观察的差异，都应当能够显露出来（当然，在很小的程度）。下面事实可能是这种推测的理由：播种非常密的各类作物多半是倒伏，而单独的茎秆几乎任何时候也不倒伏。

因此，K. A. 季米里亚捷夫作出了非常重要的結論，从而奠定了研究植物倒伏問題的新方向：“在茎秆过分迅速伸长的同时，也发生細胞壁加厚不足的情形，而这种伸长現象是由于密植的茎秆相互遮蔭而产生的；因此我們应当认为，这种現象是禾谷类植物倒伏的真正原因，而預防这种有害影响的办法，就在于把它播种得比較稀一些或者成行播种，这时每株茎秆都会得到自己正常发育所必需的足够的光綫。”¹⁾

K. A. 季米里亚捷夫第一个企图闡明倒伏是植物对一定外界环境条件，而首先是对光照条件的复杂生物学反应，因此 K. A. 季米里亚捷夫关于倒伏問題的意見直到今天还没有丧失它的意义。

根据 K. A. 季米里亚捷夫的意見，倒伏是植物遮蔭和光照不足的结果。在这种情况下，光是植物生活的主要因素，对植物有双重的影响：光是进行光合作用（有机物质最初积累）所必需的輻射能源，同时又是形态形成的因素，也就是說，在沒有光的情况下，植物不能正常生长。由此显然可以看出，为什么 K. A. 季米里亚捷

1) K. A. 季米里亚捷夫选集，农业书籍出版社，第3卷，俄文版，1949。——參照中譯本（1958，科学出版社）第3卷，166頁。

夫特別注意植株密度和單位面積上植株的排列方法。

根據 K. A. 季米里亞捷夫的意見，播種方法是調節植物光照營養的手段之一，是植物生活和在個體發育中正常通過形態形成過程的一種最主要的因素，完善的掌握播種方法是正確地解決獲得高產和防止植物倒伏的關鍵。

在 K. A. 季米里亞捷夫之後，在蘇聯和外國¹⁾，有許多研究者從事倒伏問題的研究（主要是禾谷類植物）。

但是 K. A. 季米里亞捷夫的意見，很長時間沒有得到適當的評價，在這方面所進行的極大多數試驗，照例都是局限在狹窄的研究任務中，沒有確定莖稈的機械堅固性和植物抗倒伏之間的相关關係。主要只注意到倒伏的和不倒伏的植物，莖稈解剖-形態性狀的特性研究。同時研究了莖稈的抗折斷力，莖的直徑和壁的厚度，薄壁組織和機械組織細胞壁的大小，機械纖維細胞壁的厚度，維管束的數目及其大小等。

在這些方面許多作者所獲得的資料是有一定意義的，同時証明了，倒伏和不倒伏的植物莖稈，個別組成的解剖-形態結構有許多不同的特性。但是利用這些資料，研究者們始終不能確定植物

1) K. H. 扎伊采夫，在伏爾加河流域的灌溉條件下，冬小麥的農業整體制，“蘇維埃農學”1940，4期；B. Ф. 阿利捷爾戈特和 Л. И. 謝爾格耶娃，在灌溉下小麥倒伏品種的解剖學，蘇聯科學院灌溉委員會匯報，1934，3期；И. А. 沃爾科夫，礦質肥料是防止谷類作物倒伏的方法，“社會主義農業化學化”，1939，4期；И. А. 沃爾科夫和 Ф. М. 比里卡爾斯基，礦質肥料對禾谷類作物形態解剖性狀的影響與倒伏的關係，同上，1940，5期；M. 普魯茨科娃、M. 列別捷娃、A. 麥爾尼科娃和 С. 奧斯塔寧，小麥的倒伏，“社會主義植物栽培”，1932，3期；格蘭多，禾谷類作物倒伏的原因，“農業”，1901，16，19期；哈勃爾蘭特 (Haberland), *Pflanzenanatomie*, 1916；哈特 (Hart) *Phytopathology*, 116, 126期；帕梅爾-拉寧華爾 (Pammer-Ranninger), *Der rationale getreidebau*, 1928；I. M. 阿特金斯 (Atkins), A simplified method for testing the lodging resistance of varieties and strains of wheat, *J. Amer. Soc. of Agronomy*, Vol. 30, 40期, 1938；R. J. 加貝爾和 P. J. 奧爾松 (Garber and Olson), A study of the relation of some morphological characters to lodging in cereals, *J. Amer. Soc. of Agronomy*, Vol. 2, 5期, 1919；L. L. 戴維斯 and J. R. 斯杜頓 (Davis and Stauton), Studies on the breating strength of oat varieties at Aberdeen, *J. Amer. Soc. of Agronomy*, Vol. 20, 12期, 1932。

的倒伏性和解剖-形态特征之间的直接关系。

据我们看来,产生这种现象的原因是因为只研究了解剖-形态性状的本身。而且是在业已形成的状态下研究的。至于植物培育在什么样的条件下,和这些条件如何影响植物的生长发育和性状的形成,所有这一些都是在研究者们视界之外,没有加以考虑。实验者只是比较了植物的性状和倒伏性的程度,实质上这和引起植物解剖学和形态学上的某些变异的原因没有关系,而是和最后结果有关。

事实上只利用解剖-形态性状,不考虑植物发育特性和外界环境因素对植物生理机能的影响,如何正确地解释有些茎秆结构发育良好的植株有时和茎秆解剖-形态特征发育不良的植株倒伏得一样厉害呢?或者为什么在一定的栽培条件下,不同高度和发育强度,不同年龄状态和不同品种属性的植株,会一样强烈地倒伏或出现倾斜呢?为什么在个别的情况下——看来没有什么特殊原因,当植株还没有达到生长高度和茎秆未具有结实的穗子的时候,植物就开始倒伏了呢?(B. P. 威廉斯¹⁾, И. А. 沃尔科夫²⁾和其他许多关于倒伏的工作所叙述的禾谷类作物在拔节和开始抽穗时的倒伏情况。)

以前大多数关于倒伏的工作,对现象研究的简单解释经常是建立在只注意到某些解剖-形态的特征,而没有分析外界环境因素对植物习性的影响,因而大大地使结论的内容减色,使结论缺少根据,和不能令人信服。所以以前利用这种方法所获得的试验资料和根据这些资料所作出的结论,不可能利用来作为植物抗倒伏的一定指标。

例如 B. A. 阿利捷尔戈特和 Л. И. 谢尔格耶娃³⁾在伏尔加河流域的灌溉地区,进行关于春小麦品种倒伏的大田试验时,曾经

1) B. P. 威廉斯,土壤学,农业书籍出版社,1947。

2) И. А. 沃尔科夫和 Ф. М. 比里卡尔斯基,工作指南。

3) B. A. 阿利捷尔戈特和 Л. И. 谢尔格耶娃,工作指南。

测定了茎秆的半径和中心髓腔,各个组织层的厚度,茎秆机械组织环的厚度和截面的面积以及茎秆对破裂的坚固性。在获得大量的资料之后,根据这些资料,对试验品种进行比较鉴定,作者得出结论,机械组织纤维的数量,对茎秆的坚固性没有决定意义,因为倒伏的和不倒伏的小麦品种在机械组织纤维差异方面,没有查明任何联系。按照作者的意见,机械组织环的厚度和茎秆抵抗弯曲是不倒伏小麦的主要特征。

作者没有查明解剖-形态特征和倒伏性之间明显表现出的简单联系,而确定了小气候在禾本科植物茎下部形成中起着重大的作用,小气候是引起倒伏的主要原因。

在这方面 И. Н. 加利欽科¹⁾的试验应当值得注意,他的试验是在1946年以前完成的。加利欽科的工作骤然看来和其他的研究范围是有差别的。他利用不同的肥料、灌溉状况和植株密度对小麦设置了大田试验,作者测定了机械组织的维管束的数目和直径、机械组织环薄壁组织和表皮外壁的厚度、表皮细胞的大小、组织的厚度、薄壁组织细胞的大小和壁的厚度。此外还测量了株高、节间长度和直径、小穗梗的长度和节间最大的抗弯曲力。

因此他对大量性状进行了研究,此外着重指出,在试验里创造了许多不同的栽培条件。作者获得了宝贵的试验资料,但是根据这些资料所作出的结论,把解剖-形态指标的作用化为乌有了,实质上否认了它们对植物倒伏的任何作用。

“我们没有发现茎解剖-形态结构和植物实际倒伏之间有联系的规律性——И. Н. 加利欽科写道——根据个别的试验处理,曾观察到可以代表茎秆坚固性的指标和植物倒伏之间的矛盾。例

1) И. Н. 加利欽科,在灌溉下春小麦的倒伏“苏联科学院报告,生物学部”,1940; И. Н. 加利欽科,在灌溉条件下矿质肥料在春小麦倒伏中的作用,“社会主义谷物业”,1940,4期; И. Н. 加利欽科,在灌溉条件下,灌溉量和播种量对春小麦倒伏的影响,同上,1940,5期; И. Н. 加利欽科,在灌溉条件下茎解剖形态结构在小麦倒伏中的作用,同上,1941,1期; И. Н. 加利欽科,在东南地区灌溉条件下春小麦的倒伏,同上,1946,3期。

如，沒有灌溉的小麦茎稈，除了长度、各个性状表现出抗倒伏性非常薄弱。相反，所有試驗处理的灌溉植株的茎稈，解剖-形态結構比較坚固，但是在大多数的处理中却倒伏了。利用我們試驗中的第二个可作为側証的例子，可以說明这一点。在夏季灌溉八次和获得完全矿质肥料的植株，茎稈发育良好，具有强大机械組織环和强大的薄壁組織，以及高度的抗弯曲力，但是最后还是倒伏了。获得鉀肥的植株，茎稈发育軟弱得多，而完全没有倒伏。”¹⁾

“試驗資料——作者断定——可能作出下列結論：在我們的試驗里，灌溉小麦的倒伏，和茎稈的坚固性没有关系，而决定于另外的原因。”

因为在試驗里植株的倒伏主要是在根部，而不是由于茎的弯曲，其次，作者写道：“小麦的根部倒伏与茎稈坚固性无关，無論灌溉或完全矿质肥料都不能提高植物的抗倒伏性，因为在灌溉农业的条件下，植物根部倒伏的主要原因，是在灌溉或大风大雨时所造成的土壤軟烂。”

如果作者在作解剖-形态性状的比較分析时，不是以絕對数量而是以它們的比例关系作为基础，如果只注意到株高和产量、穗子的大小和数量，計算一下各个試驗处理的茎下部的荷重，那么很可能不会得出这样的結論。但在这些工作中沒有談到光照条件对植物的影响。在加利欽科的試驗里，由于应用了不同的播种量、不同的灌溉时期和灌水量以及不同的肥料，所以光照条件是远远不相同的。因此植株不但按照高度和总的发育強度，而且按照植株密度都是有差別的。因为有些植株遮阴較严重，而另一些則較輕，植物个别器官和組織的形成过程也是按不同的方式进行的，但是只是在以后 1952 和 1954 年所发表的著作中，作者才开始注意到这一些，而特别是注意到光的作用。

在这些工作中，和作者早期研究的差异，是把解剖-形态特征

1) И. Н. 加利欽科在灌溉条件下矿质肥料在春小麦倒伏中的作用，“社会主义谷物业”，1940，4 期。

作为鉴定植物抗倒伏性的指标,放在应有的地位¹⁾。

植物生长和器官形成的外界环境条件,是极其不同的。所以抗倒伏性的表现以及倒伏的类型和本身的性质都可能是不同的。最后,外界环境因素,例如,灌溉施肥等对植物生长发育的影响,任何时候也不是相等地和以相同地效力表现出来。所有这些都说明了,解剖-形态特征和抗倒伏之间的以最简单形式所表现出的直接联系只有在下列情况才可能发生:如果植物的生长和发育,无论按照强度或者按照时间都进行得完全相同。但是这种情况在植物生长的大田条件下,由于情况的复杂和品种的差异,是很难想象的。因此认为解剖-形态特征和植物抗倒伏性之间,只存在有简单的关系,这至少是天真的看法。问题在于每个作物的不同品种,无论按照外部特征或内部生理特性都是有差别的,因此植物对外界环境因素和外界一切综合条件的要求可能有很大的差异。我们丝毫不打算减低作为植物结构一定指标的解剖-形态特征的意义,相反,我们只着重指出,不能简单地对待选择抗倒伏性性状的指标和评价这些指标的意义。

看来,在 B. Ф. 阿利捷尔戈特和 Л. И. 谢尔格耶娃的试验里,试验用的小麦品种、茎机械结构的解剖-形态特征和抗倒伏性之间是有一定关系的,但是它们的表现和植物对试验条件反应的特性是不同的,同时比作者所意料到的要复杂些。问题在于为了比较起见,假定说我们所选择的性状是非常重要的,但是没有考虑到生长过程的特性,叶子里叶绿素的积累和含量的变化,分蘖和茎形成的强度,以及在不同生长期内,植株高度生长的强度和遮荫对植物的影响,在小区播种量相同的情况下,不同的品种在植物生长过程中遮荫表现可能是不同的。但是植物进行生长发育的光照条件,作者什么也没有谈到,而只引证了株间的小气候,企图说明小

1) И. Н. 加利欽科,光在小麦根部倒伏中的作用,“苏联科学院报告”,39卷,5期,1952; И. Н. 加利欽科,春小麦形态特征和倒伏的关系,“苏联科学院报告”,“新集刊”,37卷,5期,1952; И. Н. 加利欽科,在灌溉条件下小麦的倒伏及其防止方法,博士学位论文,1954。