

北京农业大学丛书

小麥、玉米、菸草 栽培的生物学基础

Н. И. 沃罗达夫斯基著

北

高等教育出版社

北京农业大学丛书



小麦、玉米、烟草
栽培的生物学基础

И. И. 沃罗达尔斯基著

北京农业大学译

高等教育出版社

本书系苏联专家沃罗达斯基(Н. И. Володарский)在北京农业大学作物栽培学讲习班的讲稿。著者以简要的方式分别讲述了关于栽培小麦、玉米和烟草等三种作物的生物学基础方面的知識。

本书由韓純儒等同志翻譯,經蔡旭、李煥章(审校小麦部分,个体发育及結束語)、郑长庚、汪雨泉(审校玉米部分)、洪其琨(审校烟草部分)諸先生負責业务审校。

小麦、玉米、烟草栽培的生物学基础

Н. И. 沃罗达斯基著

北京农业大学譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7号

(北京市书刊出版业营业许可證出字第031号)

京华印书局印刷 新华书店发行

统一书号10610.173 开本850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张13 $\frac{12}{16}$ 插頁2

字數343000 印數0001—1,000 定价(8) 2.10

1955年5月第1版 1955年5月北京第1次印刷

引 言

作物栽培业作为一个农业生产部門的基本目的，就是花費最少的勞力和資金从单位面积上获得最高产量的品質优良的农作物产品。

为了順利实现作物栽培业的这个基本目的，必須不断地改进生产作业——改善农业技术，应用丰产品种，采取最新而有效的施用肥料和防治病虫害的方法，进行农业土壤改良，使用高效率的机器，推行經濟管理措施等等。

农业科学中有許多部門都服务于作物栽培业的实际需要：耕作学，农业化学，土壤改良学，气象学，选种学，昆虫学，植物病理学，农业机械化，农业經濟学。如果把問題看得更广泛一些，那末这里还应包括土壤学，植物学，植物生理学，微生物学，农业物理学这样一些学科在內。

如果要問：为了达到作物栽培业的基本目的，上述学科的主要任务是什么？那末，对于这个問題可作如下的回答。

选种学的經常任务，是創造符合現代农业生产水平及国民經济需要的丰产新品种及新作物。

至于其他許多农业科学部門及学科，它們的最終任务是，通过相应的研究，找出措施方法，保証最有利的外界环境条件，从而滿足大田作物的生物学要求并使这些作物的生物学潜力能够轉变为高額の經濟上有价值的产品。

在自然情况下，外界环境条件永远也不会完全符合植物的生物学要求。因为这些条件始終在变化，而且这种变化并不依植物的要求为轉移。这一点尤其适用于农作物，它們是人类活动的产物，而且只能在人的經常照护之下，才能生长。

外界条件越能符合作物在整个生命活动期間的生物学要求，植物

的潜在性能就可以越充分地发挥出来,变为高额的产品。

因此,我们可以得出一个结论,农学家的一切努力,最终都应该都是为了造成最有利的外界环境条件,以满足某种作物的生物学要求(这里对有关经济方面的问题暂且不谈)。

为了顺利地实现这个任务,农学家首先应该熟悉每种作物的生物学特性、它们的要求,其次,应该知道怎样满足这些要求。农学家应该深入地研究某种作物的具体栽培条件(气候和土壤条件,田地历史),找出这些条件对于满足该种作物生物学要求方面的缺点,然后灵活地制定出一套农业技术措施,使外界环境中的“缺点”得到尽可能的补足。同时,农学家还必须考虑到经济方面的问题。

由此可见,研究栽培各种大田作物的生物学基础,是作为农业科学一个部门和一门课程的作物栽培学的中心任务。

下面试图以简要的方式讲述栽培小麦、玉米和烟草这几种重要而又不同的作物的生物学基础。

目 录

引 言.....	viii
第一章 小麦栽培的生物学基础.....	1
第一节 小麦的阶段发育特性.....	2
(一) 春化阶段.....	2
(二) 光照阶段.....	11
(三) 关于春化阶段和光照阶段的适应性.....	15
(四) 关于队属各个植物种和类型阶段发育特性的实际意义.....	18
第二节 小麦的各个形成期.....	19
(一) 种子休眠期.....	20
(二) 籽实的萌发.....	24
(三) 出苗.....	29
(四) 分蘖.....	35
(五) 生根.....	44
(六) 穗的形成.....	54
(七) 茎的形成.....	68
(八) 开花.....	80
(九) 籽粒的形成和成熟.....	83
第三节 小麦对外界环境因素的要求.....	90
(一) 小麦对水分的要求.....	90
(二) 小麦对温度的要求和冬小麦的越冬性.....	113
(三) 小麦对矿物营养及对土壤的要求.....	132
第四节 小麦产量的形成.....	152
(一) 植物的生产力.....	153
(二) 植株密度.....	163
(三) 茎层的动态.....	171
(四) 小麦产量的类型.....	177
(五) 生物学产量及实际产量.....	182
第五节 小麦农业技术的几个问题.....	189
(一) 关于小麦的土壤耕作.....	189
(二) 种子播前的处理.....	199

(三) 播种期.....	207
参考文献.....	224
第二章 玉米栽培的生物学基础	233
第一节 玉米的阶段发育特性.....	238
第二节 玉米的各个形成期.....	245
(一) 种子休眠期.....	246
(二) 种子的发芽.....	250
(三) 出苗.....	258
(四) 营养器官的形成.....	261
(五) 生根.....	269
(六) 结实器官的形成.....	276
(七) 开花和受精.....	284
(八) 籽粒的形成和成熟.....	287
第三节 玉米对外界环境因素的要求.....	290
(一) 对温度的要求.....	290
(二) 对水分的要求.....	294
(三) 对矿物营养和土壤的要求.....	301
第四节 玉米产量的形成.....	307
(一) 植株的生产力.....	307
(二) 植株密度.....	330
参考文献.....	338
第三章 烟草栽培的生物学基础	342
第一节 烟草的阶段发育特性.....	347
第二节 烟草的各个形成期.....	357
(一) 休眠种子.....	358
(二) 种子萌发.....	361
(三) 出苗.....	363
(四) 幼苗生根.....	364
(五) 幼苗形成.....	367
(六) 植株在田间生根.....	368
(七) 植株的形成.....	369
(八) 花序的形成和开花.....	371
(九) 种子的形成和成熟.....	373
(十) 植株上叶子的形成和成熟.....	375
第三节 烟草对外界环境因素的要求.....	384

(一) 对温度的要求.....	385
(二) 对水分的要求.....	387
(三) 对光照条件的要求.....	395
(四) 对矿物营养条件和土壤的要求.....	395
第四节 产量结构.....	414
参考文献.....	424
结束语.....	428

第一章 小麦栽培的生物学基础

小麦是世界上主要粮食作物之一。播种面积约占全世界耕地总面积的 20%。在小麦生产上占第一位的是苏联，播种面积约为全世界总播种面积的 $\frac{1}{4}$ 。

面包和用小麦制成的其他食品有很高的营养价值。它们的发热量高，含有大量（平均 16—17%）极宝贵的蛋白质，富于 B 族维生素、磷和铁。

小麦的分布，遍及地球各大洲。北部和南部边界几乎达到极圈（在挪威则超出了北极圈），并登上海拔 4 千米的高山（秘鲁）。

甚至自古就生产并食用稻米的中国，小麦的播种面积也达到总播种面积的 20% 左右。

只有在湿润的赤道气候条件下才没有小麦。

小麦基本上是一个草原作物——在全世界小麦栽培的各中心地带，年雨量都不超过 600—800 毫米。这样的地带在苏联是南方的草原和森林草原，在美洲是北美高草原和阿根廷南美草原，在澳大利亚和巴基斯坦是草原和半荒漠地区，在中国是淮河以北地区。

在 *Triticum* L. 属中现在已知的种有 20 个左右，但是普遍栽培的只有两个种——*Triticum vulgare* L. 和 *Triticum durum* L.。在全世界 16500—17000 万公顷小麦总播种面积中，软粒小麦或称普通小麦约占 90% 左右。这种情况可能是由于：软粒小麦有冬性和春性两个类型，硬粒小麦实际上只有春性类型。而软粒小麦之所以能有冬性和春性两个类型，可能正是由于人类较早的和较广泛的将其散布到各地的结果。

这两个种——软粒小麦和硬粒小麦——都是极其多型的，包括有大量的变种和生态型，这无疑是它们被人类放在各种不同的农业生态

条件下經過多年栽培的証明。

第一节 小麦的阶段发育特性

大家知道,在植物的一生里,有許多順序的、質上不同的阶段,叫做发育阶段。植物在不同的发育阶段里,对外界环境因素的总体有不同的要求,而在这些因素中又常有某一个因素具有主导作用。从一个阶段过渡到另一个阶段,是植物有机体发育上質变的轉折点,这时有机体对外界因素总体的要求发生剧烈的、飞跃的变化。

发育阶段是植物个体发育最普遍的生物学阶段。它們大体上反映了这种植物整个系統发育的过程。既然发育阶段是个体发育中最普遍的,即所謂最深刻的阶段,于是在这个基础上就形成了植物体新的比較局部的特征。

目前对一年生和二年生植物已經研究出春化和光照两个发育阶段,并正在大力地探索其他的不同阶段。推测中还有春化阶段之前的胚胎发生阶段和完成光照阶段后的孢子发生阶段。但是,由于植物这两个发育阶段对外界环境条件的特殊要求尚未十分明确,現在还没有充分根据就认为它們是两个发育阶段。

Triticum 属植物的特点是在春化阶段要求低温,在光照阶段要求长日照。

(一) 春化阶段

就通过春化阶段的特点來說,彼此差异最显著的不是小麦的各个种,而是其冬性和春性两个类型,并且主要是 *T. vulgare* 这一个种的上述两个类型。

大家知道,在植物阶段发育理論出現以前,冬性和春性的生理方面的实质是不清楚的。阶段发育理論的創立者 T. Д. 李森 科院士証明:

这个实质可以归结为冬性和春性类型对于春化阶段的温度条件及时间长短有不同的要求。

Д. А. 多尔古申(Долгушин)、В. И. 拉祖莫夫(Разумов)及其他许多科学家的研究确定, 冬小麦的不同类型顺利地通过春化阶段的温度是 -1° 到 $+10^{\circ}\text{C}$, 时间是 16 到 60 天; 而绝大多数冬小麦的栽培品种顺利完成春化阶段的温度是 $0-5^{\circ}\text{C}$, 时间是 35—50 天。

春小麦顺利进行春化阶段需要较高的温度, 温度变幅也较大, 即从 5° 到 20°C , 而时间则比较短, 即 5—20 天(常为 5—15 天)。

毫无疑问, 冬性类型对长时间低温作用的特殊要求, 是这种类型在系统发育中对越冬条件适应的结果。

分析栽培小麦的各种各样的条件, 可以推论: 这种植物的不同类型形成了对春化阶段温度条件极不相同的要求, 它们的春化阶段的长短可能也是不同的。在全苏作物栽培研究所(简称 ВИР)直接研究全世界小麦样本, 证实了这个推论(表(一)1)。

表(一)1 春化阶段特点不同的各类小麦

类 别 号	春 化 天 数	春化期间的最适温度
I	5—8	$8-15^{\circ}$
II	10—15	$3-6^{\circ}$
III	20—25	$2-5^{\circ}$
IV	30—35	$1-4^{\circ}$
V	40—45	$0-3^{\circ}$

表中结果存在着一个由各类小麦构成的连续不断的行列, 从明显的春性类型(第 I 类), 经过所谓两性小麦(第 II 和 III 类), 到典型的冬性类型(第 IV 和 V 类)。

在最适宜的温度及其他外界环境条件下, 小麦的每一个类型或每一个品种都以最快的速度——在该品种所固有的最少天数内——通过春化阶段。在自然情况下, 外界因素的这种有利的配合是相当少见的,

因此春化阶段的进行一般是或多或少地要慢一些，特别是在生育的前期就遇到十分复杂的气象条件的冬性类型，尤其如此。

现在我們简要地討論一下几个因素如何影响冬小麦春化阶段进行的速度。

温度条件 在最适温度下春化进行最快。大多数典型冬性类型通过春化阶段的最适温度是在 $0-5^{\circ}$ 之間。温度低于 0° 时，春化阶段的进行减慢，温度低于 -4° 时，一般停止进行。高温也有类似的作用，温度高在 $5-8^{\circ}$ ，春化速度减慢，温度超过 10° ，通常不再进行。

在生产条件下，冬小麦一般在昼夜平均温度 $14-17^{\circ}$ 时播种。在这种温度下冬小麦不能进行春化，只有到以后，随着昼夜平均温的下降，才出现对春化有利的条件。但是，应该注意到，除了季节性的有规律的温度下降以外，秋季一昼夜之内的温度也有很大的变动。因此，当昼夜平均温度还相当高的时候，小麦的幼芽已經可能在夜间温度降低的时候进入春化阶段，不过在这种条件下春化进行得很慢，每一昼夜有很大的間歇。一昼夜間高温的时数越多，相应的低温时数越少，則幼芽在每昼夜低温时数內通过春化的速度越慢，完成春化所需的低温时数越多。

因此，冬小麦幼芽和植株在田间条件下，随着秋季昼夜平均温度的自然下降及昼夜温度变化的加剧，以越来越快的速度进行春化。在典型的冬小麦产区，小麦通常在零度以上的温度下进入春化阶段，在零度以下的温度下結束这个阶段。

在通过春化阶段的速度方面，冬小麦植株形成了适应秋季气候条件不同年份經常变化的反应：在寒冷而短促的秋季，植株进行春化迅速，在温暖而漫长的秋季，春化过程极为迟緩。典型冬小麦由于这种适应反应，就没有可能在冬季来临前結束春化阶段而进入光照阶段，这样保证了不利的冬季条件的抗逆性。

按照李森科院士所发展的概念，只有在具备有利的温度时（与其他外界条件有必要的配合）植物才能进入春化阶段，但是这个阶段却可以

在不典型的温度条件下结束。这样，如果植物在许多世代内处于高温下结束春化阶段，则其遗传性向春性方向转变，如果在低温下结束，遗传性就向冬性方面转变(表(一)2)。

表(一)2 冬小麦品种的发育与其以前几年春化条件的关系

(根据 В. И. Разумов)

前两年种子春化的条件		1953 年种子在 -4° 温度下 60 天内春化					
		达到抽穗(30%的植株)的天数			抽穗的植株(%)		
1951 年	1952 年	果斯基阿奴 237	斯达夫罗波尔卡	乌克兰卡	果斯基阿奴 237	斯达夫罗波尔卡	乌克兰卡
秋播	秋播	不	抽	穗	0	0	0
秋播	+2°春化 15 天, -4°补行春化 55 天	不	抽	穗	4	20	0
+2°春化 15 天, -4°补行春化 55 天	同前	67	93	93	37	33	13
-2°春化 70 天	-4°春化 70 天	66	59	59	78	70	57

由表(一)2 材料可见，普通秋播条件下发育起来的植株在 -4° 温度下不能通过春化；而前几代在 -4° 温度下结束春化的植株，则获得了在这个临界温度下进行并通过春化阶段的能力。

利用小麦的这种生物学特性，不仅能提高或降低其抗寒性，而且还能把典型的春性类型改造成为冬性类型，或相反地把冬性类型改造为春性类型。

种子湿度 植物的生长和发育之间有紧密的相互关系。例如，只有当生长锥的细胞处于分裂的状态时，即只有在进行生长，即使是初期的生长时，小麦的生长锥中才能进行春化过程。换言之，当具备了有利的外界条件后，只有在种子胚已经萌动的情况下，种子的春化才能进行。

为了使胚萌动，必须具备有利的温度(小麦应不低于 2°C)，种子获

得氧气并有足够的湿度。

种子湿度低于 45% 时,春化实际上陷于停顿,因为这时胚的生长停止了。所以,很自然的,在田间条件下小麦的春化是与种子的萌发及幼芽的生长相联系的;在此,足够的土壤湿度以保证种子迅速膨胀和萌发,具有很大的意义。播种在干燥土壤中的种子,不能萌发,也不能春化。

营养条件 为了进行春化阶段,必须有营养物质进入生长锥。

用切除胚乳的小麦胚进行试验证明,这种胚只能在有人工培养基供应糖分的时候才能进行春化(Дрожжин, Грегори и Первис)。由这个试验可以看出,为了使幼芽(出苗前)迅速春化,富有营养物质十分饱满的胚乳有很大的意义。

另外一个试验确定,在幼芽或幼苗耗尽养分而变虚弱时,春化速度显著减慢(表(一)3)。

表(一)3 不同温度下种子预先催芽对冬黑麦发育的影响
(根据 В. И. Разумов, Т. В. Олейникова 和 Н. И. Норданов)

处 理	春化前种子催芽的条件	+2°C 温度下春化时间			
		40 天		30 天	
		开始抽穗 前的天数	抽穗植株%	开始抽穗 前的天数	抽穗植株%
1	对照(普通的催芽)	48	97	54	57
2	10° 温度下 5 昼夜	48	88	54	53
3	20° 温度下 5 昼夜	60	33	67	19
4	30° 温度下 5 昼夜	51	47	110	18

在这个试验里,凡春化前在高温条件下进行种子催芽的(处理 3 和处理 4),其胚乳的可塑性物质大量消耗于呼吸作用,因而,进入幼芽生长锥的可塑性物质不够,使春化速度减慢,抽穗植株的百分数显著下降。

在 Т. В. 奥列伊尼科娃(Олейникова)的试验里,除去叶子的冬小

麦植株春化过程显著缓慢, 因为缺叶植株的生长虚弱。

在生产条件下春小麦速迅通过春化阶段是特别重要的。春小麦发育的延缓一般是极其不利的, 因为它使作物遭遇夏季的干旱(苏联伏尔加河流域)或夏季过多降雨(中国河北省及小麦栽培的其他典型地区)而减产。因此, 除了其他条件以外, 保证小麦幼芽及幼苗有足够的营养是非常重要的。

光照条件 光照强度影响长出莖叶植株的春化速度是与营养条件有关的。光的强度较弱时, 植物的光合活动下降, 营养情况恶化, 春化于是就减慢。

如果小麦的春化阶段不是在长出莖叶的植物体内进行, 而是在刚萌发的种子里或在尚未出土的幼芽中进行时, 光对春化的速度就不发生任何影响。

最近, 有一个奇特的现象吸引了许多研究者的注意。原来在冬小麦植株通过春化阶段时, 日照长短也有作用(表(一)4)。

表(一)4 冬小麦幼苗春化期间日照长短对植株抽穗的影响

(根据 Т.В. Олейникова)

品 种	日 照 时 数			
	14	12	10	8
	抽 穗 植 株 数 (%)			
卡薩琴斯卡亞	0	0	84.6	100
阿拉巴斯卡亞	0	10.0	88.9	100
烏克蘭卡	16.7	40.0	91.7	93.8
女合作社員	38.5	68.7	100	100

在这个試驗里, 植株的春化是在相对不利的温度下($+10^{\circ}\text{C}$ 以上)进行的, 而在这样的条件下, 我們可以看出, 短日照促使了春化阶段更快地通过。在最适温度下($2-5^{\circ}\text{C}$), 日照长短没有作用

由以上材料可得出两个重要的結論:

1) 长出莖叶的植株与胚刚萌动的种子, 两者进行春化的条件极不相同。在前一种情况下(綠色植物), 影响春化速度的因素比后一种情况下(种子)多得多。

2) 关于春化阶段适应性的看法得到了証实。冬性植株的春化是在田間不断縮短的日照条件下通过的。植株入冬前的短日照(少于10—11小时), 促使其更快地通过春化阶段, 以便能够更好地进行抵抗不良越冬条件的鍛炼(应该注意到, 冬性植株是在通过春化阶段的过程中获得对冬季不良条件的抵抗力的)。

生长强度 长有莖叶的冬小麦植株, 其春化速度, 在很大程度上决定于植株本身生长的强度和特点。如果春化是在有利的温度下进行的, 那末, 所有促进迅速生长的条件(肥沃的土壤, 較高的土壤湿度, 肥料)对春化速度也都发生有利的影响。

至于在相对不利的温度条件下进行春化时, 生长强度的意义, 目前还不能作出肯定的結論。

根据某些資料, 长出莖叶的植株在相对不利的温度条件下补行春化时, 如果抑制其生长过程, 可以使春化阶段加速完成(表(一)5)。

表(一)5 栽培在不同湿度的土壤上
冬小麦(乌克兰卡品种)补行春化的速度
(根据 В. И. Разумов)

土壤温度(%)	种 子 春 化 时 間			
	45 天		20 天	
	抽穗前天数	抽穗植株数(%)	抽穗前天数	抽穗植株数(%)
70	57	100	未抽穗	0
35	58	100	95	79

注: 这个試驗里, 经过預先春化(40天和25天)的小麦种子播种在土壤温度不同的(70%和35%)花盆里。播种后20天到試驗終了使各花盆的土壤湿度均为70%。

这个試驗的进行者认为, 在土壤湿度低的条件下(在营养和光照不

足时也一样)分蘖受到抑制,因此植物所制造的全部可塑性物质都进入主茎的生长锥中,这样就促使春化阶段更加迅速地完成。在土壤湿度高(70%)的条件下,分蘖加强,各侧茎的生长需要较多营养物质,主茎的营养恶化,因而春化不能完成或很迟才完成。

另一种可能,未春化的各侧茎中特殊的新陈代谢对主茎的新陈代谢产生坏的影响。

但是,必须强调指出,所有这些假定都带有纯粹臆测的性质,还缺乏相应的实验资料的证实。

分析这个试验的结果,可以推测,在这里有意义的不是土壤湿度低的直接作用(通过抑制各生长过程),而是这种湿度的后作用。当供水不足转为供水充足以后,植株的新陈代谢和各生长过程的特点发生剧烈的变化,与始终处在供水充足情况下的对照植株完全不同。

在另一些情况下,在相对不利的温度条件下,生长过程受到抑制却使春化过程受阻(表(一)6)。

表(一)6 冬小麦植株春化时期日照长短和营养条件

对其生长和抽穗的影响

(根据 Т. В. Олейникова)

小麦植株在 35 天期 間內的栽培条件	不同日照长短情况下抽穗植株数(%)				每天 10 小时日照情况下植株生长指标(卡薩琴斯卡亚品种)		
	24 小时	10 小时	24 小时	10 小时	株 高	每株莖	每株重
	乌克兰卡品种		卡薩琴斯卡亚品种		(CM)	秆 数	(克)
对照(土壤+NPK)	19.6	77.0	0	81.8	11.0	2.6	3.6
$\frac{1}{2}$ 土壤 + $\frac{1}{2}$ 腐殖质 + NPK	0	82.4	0	83.3	13.8	3.7	7.1
$\frac{1}{2}$ 土壤 + $\frac{1}{2}$ 砂	0	0	0	0	9.3	2.1	3.4
弱光(二层纱布)	0	28.6	0	51.0	8.8	1.1	0.8
土壤湿度: 70%	0	70	0	80.0	9.5	3.5	2.2
40%	0	20	0	20.9	3.7	1.7	0.4
30%	0	0	0	16.7	—	—	—