

第一章 小麦起源、演化及在华北的分布

第一节 小麦属内物种的多样性

小麦分类始于 16 世纪。小麦属中到底有多少物种，分类体系如何，学术界已研究、讨论和争论了三个世纪。

1737 年瑞典植物学家 Linne（林奈）是小麦属的最早定名人。他在《植物志属》（*Genera Plantarum*）一书中把小麦属定名为 *Triticum* L.，以 *Triticum aestivum* L. 为指定模式种。林奈是物种学名即双名法的创立者，一个物种的学名由属名（拉丁文第一字母大写）、种名（拉丁文小写）、定名人（英文大写的字头）组成。

一、小麦属分类研究概况

在漫长的研究过程中，经历了古典形态分类学，代表人物有 J. Scheuchzer（著有 *Agrostographia*，1719，《禾草志》）C. Linne（著有 *Species Plantarum*，1753，《植物志种》）J. B. M. Lamarck（著有 *Flore Francaise*，1778，《法兰西植物志》）等；19 世纪末到 20 世纪初的三系分类，代表人物主要是德国的 A. Schulz（A. 舒尔茨，1913）、日本的木原均（1924）等；20 世纪主要是英国学派和前苏联学派对小麦分类的系统研究。

小麦属分类在中国也有研究。代表人物有金善宝、吴兆苏等。他们在 1959 年发表了研究报告，认为中国的普通小麦有 61 个变种、云南小麦亚种有 6 个变种、圆锥小麦有 11 个变种、密穗小麦有 12 个变种、硬粒小麦有 9 个变种、波兰小麦有 2 个变种。随着细胞学和遗传学等科学成就的应用、野生小麦以及考古学的新发现，综合国内外小麦分类的研究成果，颜济教授等进行了具有权威性的系统研究，并建立了自己的小麦属分类体系。

二、小麦属分类体系

（一）三系分类

August Albert Heintich Schulz（A. 舒尔茨）于 1913 年根据染色体数目，把小麦属分为三大系。

1. 一粒系（*Einkorn-Reihe*）具有 14 条染色体。野生型（包壳）有 *T. aegilopoides*，栽培型中的包壳型（斯卑尔脱型）有 *T. monococcum*。

2. 二粒系（*Emmer-Reihe*）具有 28 条染色体。野生型（包壳）有 *T. dicoccoides*。栽培型中的包壳型（斯卑尔脱型）有 *T. dicoccum*。裸粒型里的正常型有 *T. durum* 和 *T. turgidum*。异常型有 *T. polonicum*。

3. 普通系（*Dinkel-Reihe*）具有 42 条染色体。无野生型。栽培型中的包壳型（斯卑

尔脱型)有 *T. spelta*。裸粒型里无异常型。正常型有 *T. compactum*、*T. vulgare* 和 *T. capitatum*。

舒尔茨的研究结果得到一些研究者的支持。Вавилов (瓦维洛夫) 于 1913、1914 年分析了各种小麦对白粉病和三种锈病的感病反应, 发现了与三系划分相吻合的现象。Zade (1914) 在血清学的研究中, 也观察到类似结果。坂村 (1918、1920)、木原均 (1919、1921)、Sax (1918、1921) 等及其后许多人的研究一致证明三系划分反映了自然系统的关系。这种分类法长期以来被小麦研究者所采用。但这个分类体系不能反映小麦物种的多样性。

(二 英国学派和苏联学派的分类

20 世纪初期, 英国的 J. Percival 与苏联的 Н. И. Вавилов 等都组织了世界规模的小麦调查和采集, 进行栽培试验、遗传、育种与分类研究。

1. J. Percival 的分类 1921 年, J. Percival 的分类观点发表在 *The Wheat Plant, A Monograph* 上。

把小麦属分为 2 个种与 11 个栽培组类 (race), 把二粒系与普通系合并, 只承认 2 个野生小麦是种, 11 个栽培小麦被分别放在 2 个种之下作为栽培种类。

2. 苏联学派的分类 他们继承了三系分类的原则。Вавилов 与 Якуцнер 把种 (species) 以下再分为亚种 (subspecies)、变种 (varietas)、变型 (forma)。以 Вавилов 分类系统为例。

Вавилов 分类系统 (1935)

染色体数 $n = 21$

T. vulgare Vill.

T. vulgare compositum Tum.

T. compactum Host.

T. sthaerococcum Perc.

T. spelta L.

T. macha Dek. et Men.

染色体数 $n = 14$

T. durum Desf.

T. durum subsp. *abyssinicum* Vav.

T. durum subsp. *expansum* Vav.

T. orientale Perc.

T. turgidum L.

T. turgidum subsp. *adyssinicum* Vav.

T. turgidum subsp. *mediterrancum* Flaksb.

T. polonicum L.

T. polonicum subsp. *abyssinicum* Steud.

T. polonicum subsp. *mediterrancum* Vav.

T. dicoccum Schubl.

T. dicoccum subsp. *abyssinicum* Stoletova

T. dicoccum subsp. *europaeum* Stoletova

T. tersicum Vav.

T. dicoccoides Korn.

T. timopheevi Zhuk.

染色体数 $n = 7$

T. monococcum L.

T. aegilopoides Bal.

(三) 小麦属分类的发展

随着细胞学、遗传学及育种学的发展和实践，小麦分类也在不断发展。代表有 Bowden 系统 (1959)、Mackey 系统 (1966、1968)、Дорофеев 与 Мигуцкова 系统 (1979) 等。

1. Mackey 系统 瑞典科学家 Mackey (麦基) 对小麦属的分类系统如下。

(1) 二倍体。

乌拉尔图小麦

T. urartu Thum. 无亚种。

一粒小麦

T. monococcum (L.) MK. 无亚种。

野生一粒小麦

是 *T. monococcum* subsp. *boeoticum* (Boiss) MK. 亚种。

栽培一粒小麦

是 *T. monococcum* subsp. *monococcum* 亚种。

(2) 四倍体。

圆锥小麦

T. turgidum (L.) Thell

野生二粒圆锥小麦亚种

T. turgidum subsp. *dicoccoides* (Korn) Thell

栽培二粒圆锥小麦亚种

T. turgidum subsp. *dicoccum* (Schrank) Thell

科尔希二粒圆锥小麦亚种

T. turgidum subsp. *paleo-olchicum* (Men) MK.

波斯亚种圆锥小麦

T. turgidum subsp. *carthlicum* (Nevski) MK.

圆锥小麦亚种

T. turgidum subsp. *turgidum*

提莫菲维小麦

T. timopheevi (Zhuk.) MK.

提莫菲维小麦阿拉拉特亚种

T. timopheevi subsp. *araraticum* (Jakubz) MK.

提莫菲维小麦提莫菲维亚种

T. timopheevi subsp. *timopheevi*

(3) 六倍体。

茹科夫斯基小麦

T. zhukovskyi Men et Er.

普通小麦

T. aestivum (L.) Thell

普通小麦斯卑尔脱亚种

T. aestivum subsp. *spelta* (L.) Thell

普通小麦马卡亚种

T. aestivum subsp. *macha* (Dek et Men) MK.

普通小麦印度圆粒亚种

T. aestivum subsp. *sphaerococcum* (Perc.)

普通小麦密穗亚种

T. aestivum subsp. *compactum* (Host) MK.

普通小麦普通亚种

T. aestivum subsp. *vulgare* (vill.) MK.

普通小麦瓦维洛夫亚种

T. aestivum subsp. *vavilovi* (Thum.) Sears

2. Дорощев 系统 这个系统中, 小麦属被分成亚属、系、类型, 分属于不同的染色体组。简介如下。

(1) Дорощев (道罗费耶夫) 的小麦属分类系统。

① *Triticum* 亚属。

A. 乌拉尔图系 (*Urtu*)。是野生带皮类型。有乌拉尔图小麦 (*T. urtu* Thum et Gandil.)。2n = 14。染色体组是 A^u。

B. 二粒系 (*Dicocoides*)。

a. 野生带皮类型。有野生二粒小麦 [*T. dicocoides* (Korn. ex Aschers. et Graebn.) Schweinf]。2n = 28。染色体组 A^uB。

b. 带皮类型。

b1. 栽培二粒小麦 [*T. dicocum* (Schrank) Schuebl.]。2n = 28。染色体组 A^uB。

b2. 科尔希二粒小麦 (*T. karamyshevii* Nevski)。2n = 28。染色体组同上。

b3. 伊斯帕汗二粒小麦 (*T. ispahanicum* Heslot)。2n = 28。染色体组同上。

C. 裸粒类型。

c1. 圆锥小麦 (*T. turgidum* L.)。2n = 28。染色体组同上。

c2. 硬粒小麦 (*T. durum* Desf.)。2n = 28。染色体组同上。

c3. 东方小麦 (*T. turanicum* Jakubz.)。2n = 28。染色体同上。

c4. 波兰小麦 (*T. polonicum* L.)。2n = 28。染色体组同上。

c5. 埃塞俄比亚小麦 (*T. aethiopicum* Jakubz.)。2n = 28。染色体组同上。

c6. 波斯小麦 (*T. persicum* Vav.). $2n = 28$ 。染色体组亦同上。

C. 普通系 (*Triticum*)。

a. 带皮类型。

a1. 马卡小麦 (*T. macha* D. et M.)。 $2n = 42$ 。染色体组 A^uBD 。

a2. 斯卑尔脱小麦 (*T. spelta* L.)。 $2n = 42$ 。染色体组 A^uD 。

a3. 瓦维洛夫小麦 [*T. vavilovii* (Thum)]. $2n = 42$ 。染色体组 A^uBD 。

b. 裸粒类型。

b1. 密穗小麦 (*T. compactum* Host). $2n = 42$ 。染色体组 A^uBD 。

b2. 普通小麦 (*T. aestivum* L.)。 $2n = 42$ 。染色体组同上。

b3. 印度圆粒小麦 (*T. sphaerococcum* Perciv.)。 $2n = 42$ 。染色体组同上。

b4. 新疆小麦 (*T. petropovlovskiy* U. et M.)。 $2n = 42$ 。染色体组同上。

② *Boeoticum* Migusch et Dorof. 亚属。

A. 一粒系 (*Monococcum*)。

a. 野生带皮类型。野生一粒小麦 (*T. boeoticum* Boiss.)。 $2n = 14$ 。染色体组 A^b 。

b. 带皮类型。栽培一粒小麦 (*T. monococcum* L.)。 $2n = 14$ 。染色体组同上。

c. 裸粒类型。辛斯卡娅小麦 (*T. sinskajae* A. Filat et Kurk.)。 $2n = 14$ 。染色体组同上。

B. 提莫菲维系 (*Timopheevi*)。

a. 野生带皮类型。阿拉拉特小麦 (*T. araraticum* Jakubz.)。 $2n = 28$ 。染色体组 A^bG 。

b. 带皮类型。

b1. 提莫菲维小麦 [(*T. timopheevi* Zhuk) Zhuck]。 $2n = 28$ 。染色体组 A^bG 。

b2. 茹科夫斯基小麦 (*T. zhukovskiy* M. et E.)。 $2n = 42$ 。染色体组 A^bA^bG 。

c. 裸粒类型。密利提奈小麦 (*T. militinae* Z. et M.)。 $2n = 28$ 。染色体组 A^bG 。

以上介绍一般反映了小麦分类的研究全貌。此外还有人工合成的八倍体小麦。

(四) 小麦属内的物种数

概括小麦分类的研究成果, 截止到 1991 年, 小麦属内公认有 30 个种, 其中包括 2 个亚种、3 个人工合成物种。计有 1 097 个变种。一个种可以有数目众多的品种 (cultivar)。品种是在人类生产活动和科研活动中形成, 是在变异和遗传的基础上经过人工定向选择的结果。也可认为品种是以考虑经济性状为主且遗传上稳定、表现型基本一致的栽培植物或农作物的种内群体。

依据染色体数, 小麦属内的物种数概括如下。

1. 二倍体小麦

(1) 野生一粒小麦。 *Triticum boeoticum* Boiss, $2n = 2x = 14$ 。冬性。有 90 个变种。

(2) 栽培一粒小麦。 *T. monococcum* L. $2n = 2x = 14$ 。冬性为主。18 个变种。

(3) 乌拉尔图小麦。 *T. urartu* Thum et Gandil, $2n = 2x = 14$ 。冬性为主。6 个变种。

(4) 辛斯卡娅小麦。 *T. sinskajae* A. Filat et Kurk, $2n = 2x = 14$ 。春性。

2. 四倍体小麦

- (1) 野生二粒小麦。 *T. dicoccoides* Korn, $2n = 4x = 28$ 。春性为主。26 个变种。
- (2) 栽培二粒小麦。 *T. dicoccum* Schuebl, $2n = 4x = 28$ 。春性为主。76 个变种。
- (3) 圆锥小麦。 *T. turgidum* L., $2n = 4x = 28$ 。冬性、弱冬性、春性。82 个变种。
- (4) 硬粒小麦。 *T. durum* Desf., $2n = 4x = 28$ 。春性。弱冬性和冬性很少。96 个变种。
- (5) 东方小麦。 *T. turanicum* Jakubz 或 *T. orientale* Perc., $2n = 4x = 28$ 。21 个变种。
- (6) 波兰小麦。 *T. polonicum* L., $2n = 4x = 28$ 。46 个变种。
- (7) 波斯小麦。 *T. persicum* Vav. et Zhuk. 或 *T. carthlicum* Nevski, $2n = 4x = 28$ 。春性。20 个变种。
- (8) 埃塞俄比亚小麦。 *T. aetiopicum* Jakubz., $2n = 4x = 28$ 。
- (9) 科希尔二粒小麦。 *T. paleo-colchicum* Men. 又名 *T. georgicum* Dek. 或 *T. karamyschevii* Nevski, $2n = 4x = 28$ 。冬性。3 个变种。
- (10) 伊斯帕汗二粒小麦。 *T. ispahanicum* Heslot., $2n = 4x = 28$ 。1 个变种。
- (11) 阿拉拉特小麦。 *T. araraticum* Jakubz., $2n = 4x = 28$ 。冬性, 10 个变种。
- (12) 提莫菲维小麦。 *T. timotheevi* Zhuk., $2n = 4x = 28$ 。春性。7 个变种。
- (13) 密利提奈小麦。 *T. militinae* Zhuk. et Migusch, $2n = 4x = 28$ 。春性。

3. 六倍体小麦

- (1) 茹科夫斯基小麦。 *T. zhukovskyi* Men et Er., $2n = 6x = 42$ 。春性。
- (2) 斯卑尔脱小麦。 *T. spelta* L., $2n = 6x = 42$ 。60 个变种。
- (3) 玛卡小麦 (莫迦小麦)。 *T. macha* Dek et Men., $2n = 6x = 42$ 。冬性。15 个变种。
- (4) 普通小麦 (面包小麦)。 *T. aestivum* L., $2n = 6x = 42$ 。在世界范围内, 可秋、冬、春、夏播。321 个变种。仅在西藏就有 84 个变种, 其中, 通常类 36 个变种, 圆颖多花类 22 个变种, 拳曲芒兼密穗类 10 个变种, 拟密穗类 16 个变种。

云南小麦亚种。 *T. aestivum* subsp. *yunnanense* King, $2n = 6x = 42$ 。弱冬性、春性。16 个变种。

西藏半野生小麦亚种。 *T. aestivum* subsp. *tibeticum* Shao, $2n = 6x = 42$ 。弱冬性。27 个变种。成熟后穗部小穗自上而下自然脱落。分布于雅鲁藏布江、隆子河中下游、澜沧江中游、察隅河流域。垂直海拔为 1 700 ~ 3 540 米, 高差 1 840 米。其变种的多样性和独立性以及较稳定的碎穗型, 对论证西藏是否也是小麦的一个起源中心, 具有重要价值。

在数目繁多的品种中, 存在着一个从春性逐渐减弱到冬性逐渐增强的等级系列, 分属于不同的品种生态型 (ecotype)。

普通小麦是世界和中国分布范围最广, 生态适应性最强, 种植面积最大, 最具有生产意义的一个物种。

- (5) 密穗小麦 (棍棒小麦)。 *T. compactum* Host, $2n = 6x = 42$ 。冬性、弱冬性、春性。139 个变种。
- (6) 印度圆粒小麦。 *T. sphaerococcum* Perciv., $2n = 6x = 42$ 。春性。17 个变种。
- (7) 瓦维洛夫小麦。 *T. vavilovii* (Thum) Jakubz, $2n = 6x = 42$ 。
- (8) 新疆小麦。 *T. petropavlovskiyi* Udacz. et Migusch., $2n = 6x = 42$ 。

4. 八倍体小麦 这是人工合成物种。

(1) 提莫诺乌姆小麦。 *T. timonovum* Heslot et Fenary, $2n = 8x = 56$ 。

(2) 冯吉西杜姆小麦。 *T. fungicidum* Zhuk. $2n = 8x = 56$ 。

其他还有木原均小麦等。

以上物种中,有的花序轴易断,如 *T. monococcum*、*T. urartu*、*T. dicoccum*、*T. timopheevii*、*T. spelpa*、*T. vavilovi* 等;有的花序轴不易断,如 *T. durum*、*T. turgidum*、*T. polonicum*、*T. aestivum*、*T. sphaerococcum*、*T. compactum* 等。

据木原均等资料,从 1875 年至 1986 年,已有小麦物种与小麦或小麦族内其他物种进行种间杂交或属间杂交而获得人工合成新种 65 个,其中仅小麦属内种间杂交获得的人工合成新种就有 29 种。进行此种工作的代表如 Wilson、木原均、Sando、Жеґрак、Sears、McFadden 李先闻、Cauderon、Kruse、Kimber、Dewey 等。

(五) 颜济的小麦属系统分类

1. 一粒小麦 *T. riticum monococcum* L. 有 8 种异名。 $2n = 14$, A^m 染色体组,含一对具随体的染色体,随体不十分显著。

(1) *monococcum*, 栽培一粒小麦。

(2) *sinskajae*, 辛斯卡娅一粒小麦。

2. 乌拉尔图小麦 *T. urartu* Tum. ex Gandilyan 有两种异名。 $2n = 14$, 含 A 染色体组,一对随体 (5A)。

3. 圆锥小麦 *Triticum turgidum* L. 有 31 种异名。 $2n = 28$, BA 染色体组,有两对十分显著的具随体染色体 (1B、6B)。

(1) *dicoccum*, 栽培二粒小麦变种。

(2) *durum*, 硬粒小麦变种。

(3) *turgidum*, 圆锥小麦品种河南佛手麦。

(4) *polonicum*, 波兰小麦 (包括无芒品种若羌古麦和新疆波兰小麦) 变种。

(5) *carthlicum*, 波斯小麦。四倍体小麦与六倍体小麦杂交后形成的次生四倍体小麦。有野生二粒小麦变种。

4. 提莫菲维小麦 *T. timopheevi* Zhuk. 有 4 种异名。 $2n = 28$, $B^{SP}A$ 染色体组,有两对随体显著的染色体。核型与 *T. turgidum* AB 染色体组相似。

有栽培提莫菲维小麦品种群 *conv.* (cultivar-group) *timopheevi* 和阿拉拉特小麦变种 *T. timopheevi* var. *araraticum* (Jakubz.) 异名 *T. araraticum* Jakubz.

5. 茹科夫斯基小麦 *T. zhukovskyi* Menabde et Ericzjan $2n = 42$, $B^{SP}AA^m$ 染色体,四对具随体染色体,其中两对随体显著。

6. 普通小麦 *T. aestivum* L. 有 12 种异名。 $2n = 42$, ABD 染色体组,含四对具随体的染色体,但只有 B 组的两对 (1B、6B) 显现,通常 A 组、D 组各一对,隐伏不见。

变种 (品种群) *conv.* (cultivar-groups):

(1) *hybernum*, 冬小麦。

(2) *aestivum*, 春小麦。

(3) *compactum*, 密穗小麦。

- (4) *ramulostachye* , 分枝小麦。
- (5) *macha* , 莫迦小麦。
- (6) *petropavlovskii* , 新疆稻麦。
- (7) *spelta* , 斯卑尔脱小麦。
- (8) *vavilovii* , 瓦维洛夫小麦。
- (9) *sphaerococcum* , 印度矮生圆粒小麦。
- (10) *yunnanense* , 云南铁壳麦。
- (11) *tibetanum* , 西藏半野生小麦。
- (12) *tripletum* , 三联小穗小麦。

7. *T. speltoides* (Tausch.) Gren 有 6 种异名。2n = 14。B^{SP} (= S) 染色体组, 含两对随体。有 var. *aucheri* (Boiss.) 顶芒变种与 var. *ligusticum* (Savign) 有芒变种。

8. 二角小麦 *T. riticum bicornis* Forskal 有 3 种异名。2n = 14, B^b (= S^b) 染色体组。

9. 长穗小麦 *T. longissimum* (Schweinf. et Muschl.) Bowden 有 2 种异名。2n = 14, B^l (= S^l) 染色体组。有 var. *sparonense* (Eig) Yen et J. L. Yang 沙荣长穗小麦变种。

10. 西尔斯小麦 *T. searsii* (Feldman et Kislev) Kimber et Sears 3 种异名。2n = 14, B^s (= S^s)

11. 节节麦 *T. tauschii* (Cosson) Schmalh. 4 种异名。2n = 14, DD 染色体组, 一对随体染色体 (5D)。有 var. *typicum* (Zhuk.) Yen et J. L. Yang 原变种与 var. *strangulatum* (Eig) Kimber et Feldman 串珠变种。

12. 宽芒麦 *T. plathyathe rum* (Jaub. et Spach) Yen et J. L. Yang 2 种异名。2n = 28, D^cX^c 染色体组。

13. 粗厚麦 *T. crassum* (Boiss) Aitch et Hemsl. 2 种异名。2n = 42, DD^cX^c 染色体组。

14. 叙利亚麦 *T. syriacum* Bowden 2n = 42, D^cX^cS^s 染色体组。

15. 偏凸麦 *T. ventricosum* (Tausch) Cess., et Gib. 4 种异名。2n = 28, DN 染色体组。

16. 圆柱麦 *T. cylindricum* (Host) Cesati, Tasser. et Gibelli 3 种异名。2n = 28, CD 染色体组。

17. 朱凡那里麦 *T. juvenale* Thell. 3 种异名。2n = 42, D^cX^cU 染色体组。

18. 尾状麦 *T. caudatum* (L.) Godros et Gren. 8 种异名。2n = 14, C 染色体组。

19. 丛芒麦 *T. comosum* (Sibth. et Smith) Richter 2 种异名。2n = 14, M 染色体组。

20. 单芒麦 *T. uniaristatum* (Vis.) K. Richter 4 种异名。2n = 14, N 染色体组。

21. 小伞麦 *T. umbellulatum* (Zhuk.) Bowden 3 种异名。2n = 14, U 染色体组。

22. 圆卵麦 *T. ovatum* (L.) Raspail 9 种异名。2n = 28, UM 染色体组。

23. 三芒麦 *T. triaristatum* (Willd) Gren et Codr. 3 种异名。2n = 28, UX^t 染色体组。

24. 直立麦 *T. tectum* (Zhuk.) Bowden 3 种异名。2n = 42, UX^tN 染色体组。

25. 瘦穗麦 *T. triunciale* (Raspail) 4 种异名。2n = 28, UC 染色体组。

26. 外来麦 *T. peregrinum* Hackel 6 种异名。2n = 28, UB^l 染色体组。多种变种。

第二节 小麦的起源、演化和传播

小麦是最古老的农作物之一，也是由野生物种进化而来。

一、起源

这是个老问题，也是个新问题。综合 R. James Cook and Roger J. Veseth; John Holden, James Peacock and Trevor Williams; A. B. Damania; A. M. Mannion; C. Wayne Smith; 颜济等国内外一批学者从 20 世纪初到 20 世纪末的研究报道，可看到小麦起源的轮廓。

根据古生物学家、植物学家、考古学家、遗传学家等的持续研究和鉴定，对于小麦起源问题有了基本一致的看法。在一些地区，小麦驯化最早始于公元前 16 000 年前。近百余年来的调查研究，只发现有一粒小麦的野生变种 *var. boeoticum*, *var. thaoudar*, 野生乌拉尔图小麦 *T. urartu*, 圆锥小麦的野生变种 *var. dicoccoides* 以及提莫菲维小麦的野生变种 *var. araraticum* 等，而普通小麦一直未发现野生类型。野生一粒小麦分布在巴尔干半岛、土耳其、叙利亚、约旦、黎巴嫩、巴勒斯坦、伊拉克北部、伊朗西北部、亚美尼亚、阿塞拜疆、外高加索，沿黑海北岸、亚速海南岸直达克里木半岛。野生乌拉尔图小麦分布于亚美尼亚、以色列、叙利亚、巴勒斯坦、伊朗西北部、土耳其南部等肥新月（Fertile Crescent）地带的山区。野生圆锥小麦分布在地中海东岸的巴勒斯坦北部、黎巴嫩、叙利亚西部与西北部、土耳其东部、伊拉克东北部与相连接的伊朗西北部、亚美尼亚、阿塞拜疆与外高加索部分地区。野生提莫菲维小麦只分布在亚美尼亚、阿塞拜疆、伊朗等地。

这些野生小麦在人类开始农业活动以前即已存在。在原始人类采食并懂得栽培后，野生一粒小麦和野生圆锥小麦变种 *var. dicoccoides* 即已被栽培，逐渐也被传播。

（一）起源时间和地点

小麦是驯化最早的物种之一，可追溯到 1 万年前的近东地区。野生种具有坚韧的花序轴，籽粒被包在穗中直到收获。这种性状就被选择了，经过漫长过程，逐渐分化出栽培种。

证据指出，二倍体和四倍体小麦于公元前 8 000 年前首次出现在肥新月（Fertile Crescent）地区，这个地区一般指现在的叙利亚和伊拉克的幼发拉底斯（Euphrates）河和底格里斯（Tigris）河的排水盆地。

有一份表格列出了栽培小麦的起源时间和地理分布。10 000 年前，一粒小麦已出现在土耳其的可耕地上；9 000 年前，巴尔干半岛也有了一粒小麦。亚洲南部和西部出现了二粒小麦，叙利亚有了面包小麦；8 000 年前，二粒小麦分布到美索不达米亚，面包小麦出现在伊朗、伊拉克、土耳其、希腊、美索不达米亚；7 000 年前，多瑙河、莱茵河流域，埃及，地中海分别有了一粒小麦、二粒小麦、面包小麦；6 000 年前，一粒小麦、二粒小麦、面包小麦分别分布到欧洲中、西部，亚洲局部，地中海盆地，欧洲中、西部；5 000 年前，二粒小麦扩展到欧洲、埃塞俄比亚、亚洲中部，面包小麦分布到印度河流域，中国，亚洲中部；4 000 年前，二粒小麦传到印度；300~100 年前，面包小麦传到墨西哥、澳大利亚、美国、阿根廷、加拿大；目前，面包小麦遍及世界各地，一粒小麦和二粒小麦

的野生类型及栽培类型也得以保存下来。

(二) 考证小麦起源问题的考古证据

颜济等介绍, 公元前 7 000 年后, 在各地先后发现了很多炭化的、特别干燥的或泥化的麦粒和麦穗。目前年代最早的标本是在伊拉克查谟地区发现的炭化麦穗与保存在烤干的泥土中的小麦小穗, 据鉴定是公元前 6 700 年的遗物。从炭化的遗物中还可清楚地鉴定出是野生一粒小麦与野生二粒小麦以及一种类似栽培圆锥小麦的麦穗。在伊拉克的 Matarrah (马塔尔茹) 发现公元前 6 000 年左右的栽培圆锥小麦。公元前 5 000 ~ 4 000 年的遗物中, 发现了更多的小麦遗物。伊拉克的上幼发拉底—底格里斯, 哈拉费安区 (Halafian Communities of the upper Euphrates—Tigris) 出土有栽培圆锥小麦和栽培一粒小麦的残体。伊拉克阿留维尔平原 (Alluvial Plain) 出土有栽培圆锥小麦。埃及的法优姆 (Fayum)、Merimble Beni Salame、El Omari 出土有栽培圆锥小麦与偶尔见到的密穗型小麦麦粒。欧洲多瑙河三角洲间黄土平原到莱茵河口一带出土有近似栽培圆锥小麦与栽培一粒小麦等遗物。在瑞士湖上居民遗址、法国、意大利北部、西班牙、英国、中欧与斯堪的纳维亚半岛出土有许多公元前 3 000 年前的圆锥小麦和一粒小麦。

公元前 2 000 ~ 1 000 年左右, 在欧洲地区阿尔卑斯山以北, 栽培圆锥小麦多为斯卑尔脱型的普通小麦所代替。斯卑尔脱又再为裸粒型的普通小麦所代替。

考古历史揭示, 原始人类文化遗产中, 年代最早的小麦遗物出现在伊拉克一带, 继而在埃及, 以后才出现在欧洲。

(三) 普通小麦的起源

前已述及, John Holden 等报道, 9 000 年前叙利亚已出现了面包小麦即普通小麦。A. M. Mannion 报道, 六倍体的普通小麦可能起源于大约 8 000 年前毗邻 Caspian 海地区的四倍体小麦 (*T. turgidum*) 并带有二倍体种 (*T. tauschii*) 遗传基础 (Harlan, 1992)。颜济等介绍, 在人类的栽培活动中, 经自然与人工选择, 培育出了栽培一粒小麦与栽培圆锥小麦的众多品种。当圆锥小麦在伊朗西北部及外高加索等地栽培后, 与田间杂草 *T. tauschii* var. *strangulata* 发生天然杂交 (Dvorak et al., 1998), 再经染色体天然加倍, 形成六倍体的普通小麦 (Xu and Dong, 1992), 混杂在圆锥小麦中, 这个过程完全可能在上述地区多次发生, 其中有些优良特性被发现, 并加以选择培育, 从而形成普通小麦 (木原均, 1958)。

很可能人类最先得到的的是包壳型的斯卑尔脱小麦, 这种小麦也先传入欧洲, 可能经突变产生裸粒型的普通小麦。也可能像木原均等用波斯品种的裸粒圆锥小麦与 *T. tauschii* 杂交合成普通小麦一样, 由不同的裸粒品种的 *T. turgidum* 与 *T. tauschii* var. *strangulata* 杂交而形成裸粒型的普通小麦, 也是一种可能的起源途径。无论怎样, 都要经过裸粒性突变, 才能成为裸粒的普通小麦 *T. aestivum*。

显然, 六倍体的普通小麦是四倍体小麦与 *T. tauschii* 在从中东、中亚一直到中国的黄河流域中部的范围很大的共同分布区内, 经天然杂交, 染色体天然加倍而形成的。其具体的起源地, 颜济等认为在伊朗北部——黑海西南岸的 *T. tauschii* var. *strangulatum* 分布区。

(四) 中国与小麦起源的关系

1. 问题的提出

(1) 考古证据和文献记载。距今 4 000 多年前, 新疆孔雀河古尸的小袋中有普通小麦。楼兰古城遗址诵经堂的内墙抹泥上保存着很完整的普通小麦的小花。1953 年在河南省卢氏县的沿河岸发现新石器时期遗址的同时, 发现有小麦草。在陕县东关帝庙底沟原始社会遗址的红烧土上有麦印痕, 距今 6 000~5 000 年。1955 年在安徽省亳县钓鱼台新石器时代遗址中(距今 5 000~4 000 年)发现大量炭化的小麦种子。云南省博物馆在剑川县海门口遗址发现了 3 000 年前殷商时期的麦穗。1985 年中国科学院遗传研究所在甘肃省民乐县发现了公元前 3 000 多年的炭化小麦籽粒。

中国古代大量典籍和古农书中记载了小麦栽培的悠久历史。如河南省安阳县小屯村遗址的甲骨文中就有“麥”字的记载。《卜辞》中《告麥》记载, 公元前 13 至 12 世纪, 小麦已是豫北一带的主要粮食作物了。公元前 6 世纪, 辑录西周至春秋这一历史时期诗歌的《诗经》中多处提到小麦。约在 4 000 年前, 黄河、淮河流域及长江上游部分地区已大面积种植小麦。4 000 年前的新疆已有小麦栽培。2 000 年前的汉代, 春小麦生产已成规模。约在公元 1 世纪, 江南有了小麦种植。到 16 世纪, 小麦种植遍及全中国。

(2) 中国特有小麦的发现。长期以来, 多数学者认为最原始的六倍体小麦是包壳的斯卑尔脱小麦经基因突变, 形成裸粒的普通小麦。但一些遗传研究的考古资料显示, 主要分布在欧洲的斯卑尔脱小麦可能来源于裸粒的普通小麦与包壳的二粒小麦 (*dicoccum*) 的杂渗入 (*introgressive hybridization*)。20 世纪 50 年代, 在发现分布在亚洲的斯卑尔脱小麦具有未改变的原始染色体组, 其遗传特性也不同于欧洲的斯卑尔脱小麦以后, 才又认为由原始的二粒小麦与节节麦合成亚洲斯卑尔脱小麦, 再演化成为裸粒的六倍体小麦也是可能的。

裸粒的中国春被发现后, 同样含有非常原始的 ABD 三组染色体。因此, 由栽培二粒小麦与节节麦直接合成普通小麦, 如像中国春这样的白麦子复合群 (*white wheat complex*), 也是可能的途径。在发现云南铁壳麦、西藏半野生普通小麦这样一类形态特征上也很原始, 但不同于斯卑尔脱小麦的中国特有小麦以后, 六倍体普通小麦是否也可能在中国土地上形成的问题便被提了出来。

2. 讨论和结论 中国是否也是小麦的起源中心之一, 也要透过现象看本质, 才能得出正确的结论。这里转引颜济等的论证。

中国普通小麦的地方品种有许多不同于西方普通小麦的特性, 如与黑麦杂交通具有很高的亲和性, 结实率高达 90% 以上 (Backhouse, 1916; Zeven, 1987; Luo et al., 1989, 1993), 可含有 1~4 对杂交亲和基因 Kr1、Kr2、Kr3 与 Kr4 (Zheng et al., 1992)。这是显著不同于西方普通小麦的性状之一。这一支特殊的东方普通小麦 (*oriental common wheat*) 还含有 *rt1*、*rt2* 矮秆基因。原始的染色体结构表明它合成时间不久。如果这些六倍体小麦在中国合成, 则在中国一定有与它的染色体组组成相一致的四倍体小麦与 *T. tauschii*。但就目前的试验结果, 虽然含有高亲和基因、圆颖、钩芒与矮秆基因的中国四倍体小麦地方品种——简阳矮蓝麦与河南新乡分布的节节麦人工合成的双二倍体“RSP”, 从形态学看与云南铁壳麦完全相似, 几乎无法区别 (兰秀锦、颜济, 1992), 但它们的高亲和基因却很不相同。东方普通小麦的高亲和基因位于 5A、5B、5D 与 1A 染色体上, 而简阳矮蓝

麦的高亲和基因却位于 1A、6A 与 7A 染色体上 (Lin et al., 1998)。中国的 *T. tauschii* 与中国的普通小麦 D 染色体组的分子遗传学分析结果表明, 他们之间也不完全相同。所有的普通小麦, 包括中国特有的东方普通小麦的 D 染色体组都是来源于 *T. tauschii* var. *strangulatum*, 而不是来源于中国分布的这种 *T. tauschii* (Lagudah et al., 1991; Dvorak et al., 1997; Ward et al., 1998)。因此可认为, 中国特有的东方普通小麦更可能也是从西方传入中国的, 但它是一支很特殊的 (含高亲和基因、矮秆基因、圆颖基因、多花基因等等), 也是很原始的 (ABD 三个染色体组都未发生过染色体结构性改变, 与它们的亲本种至今还一致), 因而也表明它们是合成不久、很年轻的小麦。

在西藏一些地方品种中经常混有一些杂草型的西藏半野生小麦, 更说明这些地方品种的原始性, 未经过有意识的人工选择。因而也有人把它与杂草型大麦 (*Hordeum vulgare* 'agriocrithon') 在西藏的出现看成是普通小麦与六棱大麦起源于西藏的证据 (邵启全等, 1975; 徐廷文, 1975; 邵启全等, 1980)。

但西藏的断穗轴包壳小麦与同样情况下存在的断穗轴大麦 (包括六棱或二棱, 包壳或裸粒) 都是杂草型混杂在原始地方品种中, 没有独立的群体, 也不存在于自然植被之中。它们与其共栖的地方品种有许多共同一致的形态与生理性状。

原始地方品种的基因库中存储的野生基因可以分离表达 (Bothmer, Yen and Yang, 1987), 它们的存在说明了这样一些地方品种的原始性, 而不能说明其起源地在何处。原始品种的分布区总是位于从起源中心向外扩展的边缘。作物品种是农业文化的产物, 经过人类无意或有意的选择而形成, 也是农业生产资料之一。因此, 一个栽培物种及其品种必然产生在文化中心区, 不可能产生在文化与技术落后的地区, 也不可能是在现今野生种分布的荒野地区。它总是形成于与野生种分布区相邻近的文化中心区, 因为没有野生种的存在也不会有栽培作物品种的产生。

分子遗传学测试结果表明, 所有的普通小麦 D 染色体组都是来源于 *T. tauschii* var. *strangulatum* 而不是来自 *T. tauschii* 原变种。 *T. tauschii* var. *strangulatum* 只分布在黑海西南的伊朗北部以及外高加索两个分隔的分布区。Jaaska (1980) 认为外高加索可能是普通小麦的起源地。西川等 (Nishikawa et al., 1980) 根据 α -淀粉酶同工酶的分析, 认为普通小麦的带谱与伊朗的 *T. tauschii* 相同, 而与外高加索的不一样, 因此伊朗北部才是普通小麦的诞生地。Lagudah 等 (1991)、Dvorak 等 (1997)、Ward 等 (1998) 的 RFLP 分析也表明他们的结果支持西川等的分析。

二、演化

前述起源部分也涉及了演化问题。这里重点归纳一些演化途径。

(一) 一般看法

由野生到栽培, 由二倍体到四倍体再到六倍体。

1. N. Feldman and E. R. Sears (1981) 模式 据徐是雄、朱澍 1983 年提供的资料, 这个过程可描绘如下。一粒小麦 *T. monococcum* (AA) 与拟斯卑尔脱山羊麦 *T. speltoides* (SS) 天然杂交, 形成提莫菲维小麦 *T. timopheevii* (AAGG); 另一支是一粒小麦与斯氏山羊麦 *T. searsii* ($S^S S^S$) 或近缘野生种天然杂交, 形成二粒小麦 (或圆锥小麦) *T.*

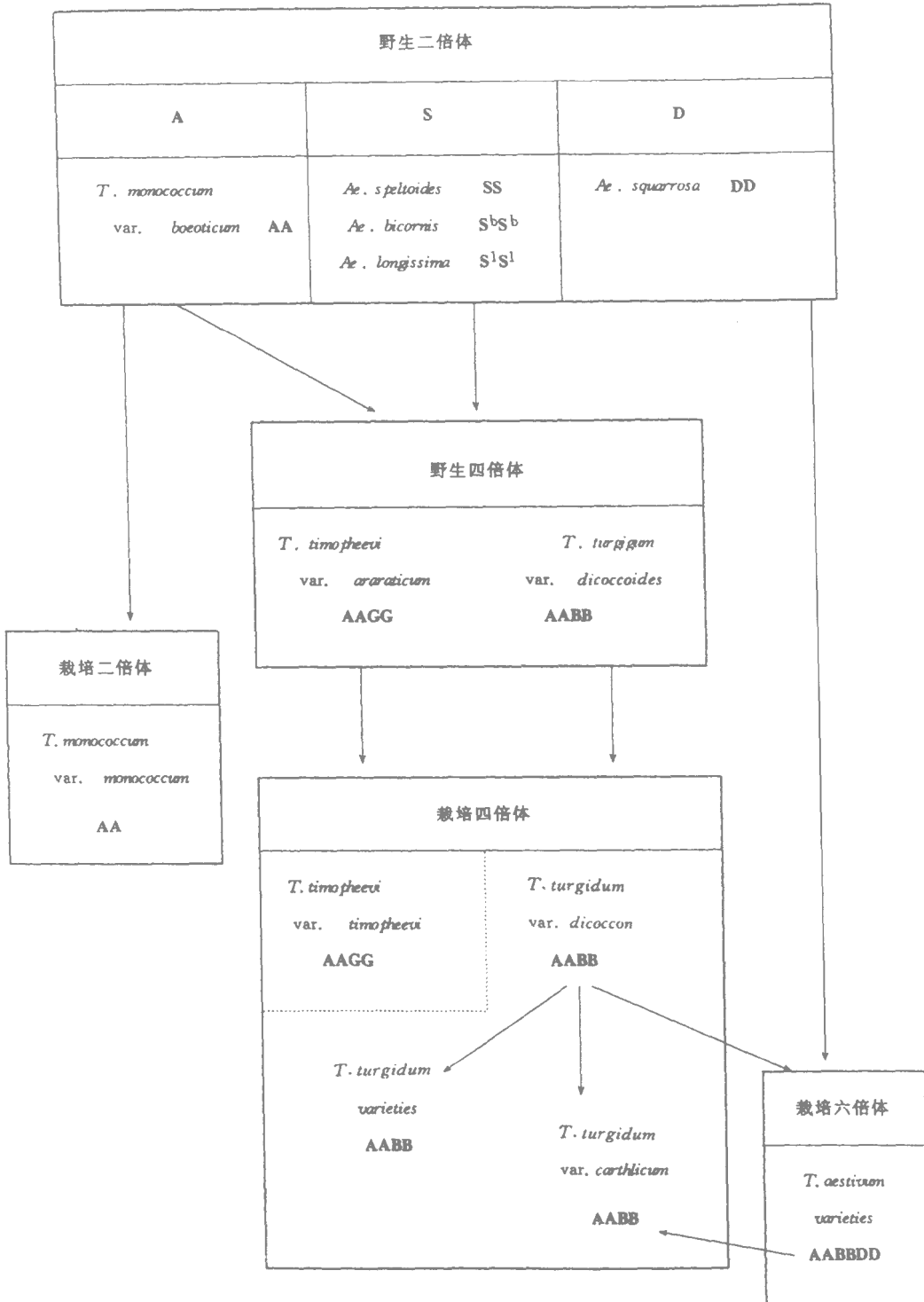


图 1-1 小麦演化关系新近见解
(颜济等, 1999)

turgidum (AABB)，它再演化成二粒小麦变种 *T. turgidum dicoccum* (AABB)，这是个四倍体变种，它再与二倍体的节节麦 *T. tauschii* (DD) 天然杂交，就形成了六倍体的普通小麦 *T. aestivum* (AABBDD)。

2. Baker (1970) 模式 二倍体的野生一粒小麦 *T. boeoticum* (AA) 有一支成为栽培一粒小麦 *T. monococcum* (AA)；另一支与拟斯卑尔脱山羊麦 *Ae. speltoides* (BB) 野生种杂

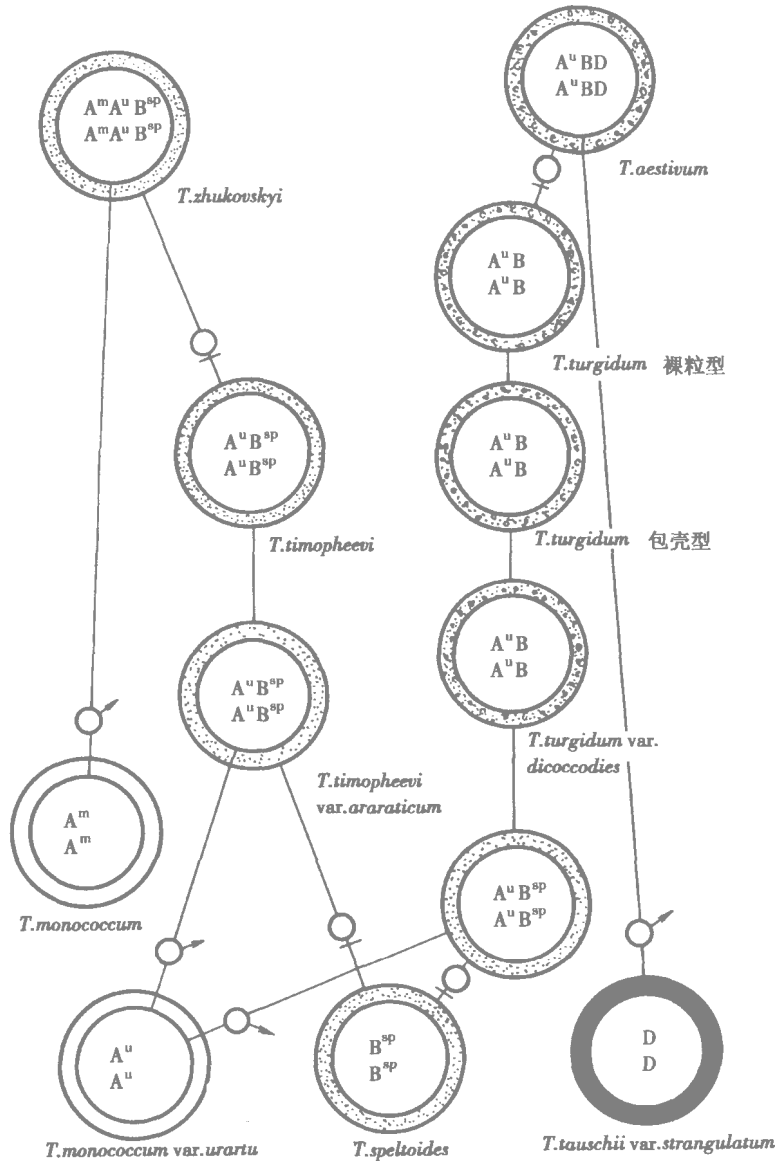


图 1-2 小麦种间核质关系系统演化图

(颜济等, 1999)

于是就形成了 *T. turgidum* 的野生变种 *dicoccoides*，再经人工栽培，又经杂交、突变，在选择的作用下逐步形成形形色色的栽培四倍体 *T. turgidum* 的品种。在较晚近历史时期，同样野生的 *Ae. speltoides* 与 *T. monococcum* ssp. *urartu* 杂交，形成了新的四倍体种，即 *T. timopheevide* 的野生变种 *araraticum*。后经人工栽培与选育而形成 *T. timopheevi* 的栽培品种。经 Upadhy 与 Swaminathan (1963) 的研究，*T. zhukovskyi* 可能起源于 *T. timopheevi* 与 *T. monococcum* 的杂种。从染色体形态学看，*T. zhukovskyi* 的三对带随体的染色体，有两对十分明显与 *T. timopheevi* 的两对一致，另一对与 *T. monococcum* var. *hornemanni* 的另一对染色体相似，它们染色体臂的比率很近似。

三、传播

从前述起源和演化的论述中，可清楚地看出，小麦由中近东起源后，通过不同的演化途径，逐渐传播到北非、欧洲，经历了二三千年的漫长过程。随着商贸往来的加强和航海业的发展，再经 1 000 年，传到亚洲中部、印度、中国。又经 4 000 年左右，最后传播到美洲和大洋洲。

起源于 8 000 年前的二粒小麦和普通小麦从起源中心以不同的途径传播开来。被驯化的小麦传播到巴尔干，沿着 Danube 进入 Rhine 和地中海沿岸周围。与其他作物如豆类和亚麻等一起，再传播到印度、中国等地以及埃塞俄比亚。4 000 年前，二粒小麦通过印度传播，经过自由混杂交换，不掺杂面包小麦的硬粒小麦分布于大部分地区，直至今日。面包小麦（普通小麦）在 5 000 年前传到中国后，向东传播到黄河流域的汉文化中心，再传播到云南、西藏，也传到朝鲜和日本。在这个次生中心，经无意识与有意识地人工选择，形成了形形色色的、有许多共性的东方地方小麦品种。在西藏及云南西北部，因高山封锁，文化和技术落后，最初传来的原始品种一直保持其原始状态，并将许多野生性状（如穗轴易断）残留下来。

颜济等认为，春小麦是地中海亚热带夏旱生态区原有的生态类型，而冬小麦则是通过人的传播，使小麦分布到北温带北部地区以后，在自然选择与人工选择下形成的新的生态类型。

一般认为，普通小麦在中国的传播有南、北两条路线。北路经土耳其通过新疆、内蒙古传入；南路从印度经云南、四川传入，然后逐渐传播开来。在多样化的自然条件和耕作栽培条件下，分化出非常丰富的品种类型。

第三节 华北小麦分布

在全国小麦生产中，华北当属首位。

一、种植历史悠久

小麦自 5 000 年前传入中国后，向东传入黄河流域的汉文化中心，在农业活动中，逐渐“逐鹿中原”。一些考古学证据出自华北。除公元前 13 至 12 世纪小麦作为河南北部的的主要粮食作物外，《诗经》中多处提到小麦的文字，涉及的春秋时期，一些当时的封建割

据王国就在华北大地上。“魏风”中的“毋食我麥”以晋、冀为背景。许多古农书和文献中涉及小麦的资料及农事活动有不少源于华北。有的农书专门辑录华北的农事和麦事，如《马首农言》。还有许多反映麦事的古代农家谚语也出在华北地区。

二、分布范围广泛

从河南省南部到内蒙古自治区最北部，为北纬 30°以北到北纬 50°以南。从海拔高度看，从海拔数十米到冀西北坝上高原海拔 1 600 米以上，皆有麦田分布。

再从大的麦区分布看，包括在东北春麦区、北部春麦区、西北春麦区、北部冬麦区和黄淮冬麦区范围内，仅内蒙古自治区就地跨了三大春麦区。

在崔读昌、曹广才等（1991）的中国小麦气候生态区划中，全国的小麦分布在由小麦生态区、小麦生态带、小麦生态地区组成的三级区划里。华北小麦的分布范围是：

春麦区春性特晚熟特长光照带半湿生态地区，包括内蒙古自治区东北部；春麦区春性特晚熟特长光照带半干生态地区，包括内蒙古自治区东北部和中部；春麦区春性特晚熟特长光照带干生态地区，包括内蒙古自治区中部；春麦区春性特晚熟特长光照带过干生态地区，包括内蒙古自治区西部；春麦区春性晚熟长光照带半干生态地区，包括内蒙古自治区东南部、河北省和山西省北部；北方冬麦区强冬性晚熟中光照带半干生态地区，包括河北省、北京市、天津市、山西省中部；北方冬麦区冬性晚熟中光照带半湿生态地区，包括河南省及山西省南部。

三、品种类型多

以小麦物种而论，除普通小麦广泛分布外，内蒙古自治区、河北省、河南省有圆锥小麦分布；山西省、河南省有密穗小麦；内蒙古自治区、河北省有硬粒小麦。

在普通小麦中，拥有众多的品种。类型多样。除从其他角度划分的类型外，气候生态型中，有从强春性经过渡类型到强冬性，春性逐渐减弱到冬性逐渐增强的品种系列。在一定的种植地区选用适宜的品种类型，就有了有种有收的前提，再选用优质、高产、抗逆的具体品种，协调基因型和环境及生态条件的关系，发挥品种和环境两方面的潜力，就能有理想的生产效果。

四、种植面积大

华北地区是小麦的主产区，面积之大非其他地区可比。1995—1999年，河南省小麦种植面积为 488.42 万~504.24 万公顷；河北省冬小麦种植面积 266.67 万公顷左右；山西省冬小麦约 100 万公顷，加上北部地区春小麦，共约 133.33 万公顷左右；内蒙古自治区近五年来，春小麦种植 116.67 万公顷；京、津地区也有数十万公顷面积。华北常年总种植面积约占全国小麦年种植面积的 1/3 弱。

五、播期多样

主要是冬小麦秋播，北部冬麦区内一般以秋分节气前后为适宜播种期，如在多熟制中倒茬，也可适当晚播；黄淮冬麦区内，一般在寒露前后播种。