

農業氣象的研究及其發展*

呂 炯

我們不能等待自然界的恩賜，要向它爭取，這是我們的任務。

И. В. 米丘林

自然界中一切都是美好的，所有這些農業上的敵人：風、暴風雨、乾旱和熱風使我們彷徨無措，只因為我們不會掌握它們。它們並不是凶惡的，只要我們研究它們和學會控制它們，那末，它們就將為我們的利益而服務了。

В. В. 道庫却也夫

什麼是農業氣象學？根據蘇聯農業氣象學家文子凱維奇（Г. З. Венцкевич）總結的定義是：“農業氣象學是研究氣象、氣候及水文等各種條件而對農業有關係的一種科學，在農業生產的目的上和過程中，有着相互的作用。”這個定義是很簡潔明瞭的。

毛主席在其偉大的著作實踐論中說：“人的認識，主要地依賴於物質的生產活動，逐漸的了解自然的現象、自然的性質、自然的規律、人和自然的關係；……”。農業氣象是一種科學，它的發展，自然也是依賴於物質的生產活動。米丘林、道庫却也夫及李森科等這些偉大的科學家也是為了生產而向自然作鬥爭。

農業氣象既是氣象和農業結合的東西，那它和生物就脫離不了關係。下面我們想先談談生物與外界環境條件的關係。

米丘林的生物學和孟德爾、摩爾根派唯心主義反動的生物學根本不同，米丘林根本否認荒謬的生物遺傳基因學說。孟德爾、摩爾根派的反動學說是從形而上學的觀點出發的，他們的主張一切遺傳性都是由基因產生的，基因是由於生殖細胞代代相傳，基因係由基因傳下去的，性細胞是由性細胞產生的。照他們這些反

*中國科學院地球物理研究所論著第242號，（1953年5月8日在北京大學物理學系氣象專業班上的報告，經略加補充。）

動學派的說法，後天的獲得性是永遠不能遺傳的。那是極端荒謬而反動的論調。

米丘林根本否認在生物體中有所謂某種生殖物質或遺傳物質。米丘林認為生物體是和外界環境條件相統一的，所以生活體始終是和外界環境的變化相一致的。而且遺傳性的改變是有一定的方向，而與外界環境相適應的。米丘林指出：遺傳是有機體每一部份都具有的，每一器官、每一特徵、每一特性，甚至每一小片、每一小滴都是具有的。

所有動植物在它們周圍外界環境條件中，都能根據自己的遺傳性來選擇它們在生長發育上必需的條件。經過很複雜的變化和轉化過程後，外界條件就被生物體所同化，由外界條件轉變為有機體的內部生活條件。由外界條件變為內部條件以後，這些條件就與體內其它器官和部份進行新陳代謝。

就因為米丘林的生物學是從唯物辯證法出發的，他認為生物體決不能和外界環境相隔絕。所謂外界環境就植物而言，最主要的不外乎氣象和土壤。如所周知，土壤在頗大程度內是由氣候來決定的。大氣因子直接透入土壤，成為它的部分，確定它的性質：土壤空氣、土壤水分，土壤溫度和土壤氣候。同時土壤也透入大氣：反射一部分光、發散熱量、蒸發水分、游離了植物根的呼吸和土壤裏微生物活動的氣體狀產品。所以這些問題也可以在農業氣象學內討論。如蘇聯最近出版的“實用農業氣象學”一書裏，全書十二章却有五章討論土壤濕度及蒸發等。根據米丘林的觀點來說，氣象對於農業的關係是何等密切！

前面我們很簡單的介紹了蘇聯對於農業氣象的定義，現在我們來談談氣象和農業生物的具體關係。生物既和自然環境有密切關連，而自然環境中最主要的因素又是氣象。氣象狀態時時變化，有週期的變化，如晝夜的和季節的；此外還有空間的變化，所以各地有各地不同的地方氣候。土質不同，氣候不同，植物的羣落亦不同，因此造成各地特有的植物環境，而這些不同的植物環境又反過來可以影響及於氣候。氣象是自然環境中變化最為顯著的，因此農業就要受氣象的支配。所以農業經營的方式也要受到氣候的約束；氣候還可以決定作物種類和牲畜的分佈。

天氣對農業的影響是非常之大的，譬如冬春之際，來了一次嚴酷的寒流，一朝殺霜，幾省的麥作就會大受損害。因此農業對於氣象問題的處理，實有必要。關於這些問題的研究，就是農業氣象的範圍，研究農業和氣象關係的學問，自然就是農業氣象學。換言之，農業氣象是從氣象和作物的關係上，來研究最合理的

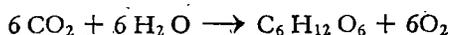
農業技術。

農業氣象學又是應用氣象學的一個分支，它和各種農業的基礎科學都有密切的關係。因為農業氣象和各種農業基礎科學有關，所以農業和氣象關係的問題，應該綜合的研究。根據米丘林生物學的基礎，生物既和外界環境條件為一個統一體，則農業氣象的研究，並不是農業加上氣象的混合物，而是農業和氣象的化合物。

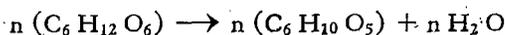
過去的農業氣象或多或少有農業加上氣象的偏向，即在先進的蘇聯，過去也曾發現過這個缺點。最近回國的伊萬諾夫專家曾和我談過一次話，他說：“過去蘇聯農業機關招收農業氣象人才，不容易招到研究生，原因是氣象人才沒有農業生物的知識，因此對農業氣象沒有興趣。就是招到了氣象人才，讓他們懂得一些普通農業生物的常識，也得要二、三年的工夫。但是他們寫出來的報告和文章還不能適應農業生物方面的要求。”所以蘇聯在 1949 年改革了氣象方面的學制，除氣象專業和氣候專業外，另外設立了農業氣象專業，加入了不少農業和生物方面的課程來彌補這個缺陷。

農業氣象工作者為什麼除了一般的氣象訓練以外，還要學習生物學甚至農業方面的課程呢？我這裏舉出幾個例子來說明氣象和植物生理學、遺傳學、生態學以及病蟲害等方面具體的關係。

大家知道植物的同化作用是經由日光的能把二氧化碳和水合成碳水化合物，這是植物營養上最重要的作用。光合作用（即同化作用）最初製成的碳水化合物為葡萄糖：



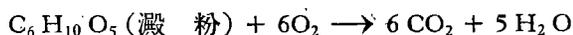
少數植物，其光合作用所產生的葡萄糖不再轉變，但大部植物產生的葡萄糖可再轉變而成澱粉：



影響光合作用最重要的外界因子是溫度。光合作用中受溫度影響的有二：此二者多少同受文霍夫 (Van't Hoff) 氏定律的支配，但它們對於光合作用的影響則適相反。其一，為二氧化碳的分解，其二，為葉綠體的破壞或呆化（活動力減低的意思）。當溫度很低時，葉綠體的呆化作用不顯著，而二氧化碳的分解則隨溫度而加速，所以光合作用的進行受文霍夫氏定律的支配。等到溫度增高至 20—25°C 時，葉綠體的呆化作用漸形顯著，及至 30—35°C 時，呆化作用增進的程度大於

二氧化碳的分解，所以光合作用的曲線就急劇的下降了。一般言之，植物的光合作用大致在 25—30°C 時最為旺盛，如溫度更高，超出 35°C 以上時，則同化作用驟形減退。

植物的另一重要作用為呼吸。呼吸作用實為一種緩慢的燃燒。是一種釋放能量的作用。呼吸作用是吸收氧而放出二氧化碳和水，這和光合作用恰恰相反，它的化學變化如下：



光合作用是製造養料，呼吸作用是破壞養料；光合作用是增加植物體重，呼吸作用是減輕植物體重；光合作用是貯積能力，呼吸作用是放出能力。

同化作用通常在 10°C 以上急劇增加，至 30°C 光景，達最高點；如溫度更高，則因同化作用而驟然減弱。呼吸作用亦復如是，一般在 0°C 附近，呼吸微弱，由 0°C 以至 20—25°C，溫度每上升 10°C，呼吸能力增加到 2—3 倍，迨溫度增加到 35°C 以上，呼吸作用就突然減低了。為了使植物獲得的營養物質多多積貯，少少消耗，尤其在秋天結實的時候。那末，最好是氣候溫暖、陽光充足而無風的秋季，白天光照充足，使植物積極進行同化作用，並且夜間溫度降低，就可以大大的減少營養物質的消耗，從而由同化作用所獲得的營養物質即可以超過植物消耗的營養物質，這就保證了碳水化合物得以逐漸積累。

這樣的氣候，一般在華北、西北都是有的，所以華北、西北的果實一般要比長江流域以南的要大一些，例如玉蜀黍、柿子、桃子、李子、棗子、蘋果、西瓜等就是如此；不但果實如此，就是植物的葉片，北方的亦要厚一些。當然這裏還有品種、土壤、肥料等等關係，但南北氣候的不同，確是重要條件之一。因此秋季陽光充足與否和溫度日較差的大小對果實的大小是一個重要的條件。

天氣的良好或惡劣對植物的遺傳也有極重要的作用。伊萬諾夫曾謂：從雜種種胚開始發生時，以及在受精過程的一瞬間，外界條件就已經對於雜種植物的特性和特徵的繼續發育有了很大的影響。

米丘林指出：當地品種與國外品種（產自較溫暖的氣候條件的品種）雜交，如果是在濕度適中、氣候溫暖而無強風的春季日子裏進行的，那麼，在雜種中，將具有絕大多數的國外品種的特性和特徵；如果是在多雨和寒冷的季節中進行的話，那末，絕大多數雜種的果實品質都是很壞的，也就是說，雜種已傾向地方品

種方面發育了。

生態方面受氣候的影響也很多。例如中國櫻草在普通室溫（約 15°C 左右）條件下，花冠是紅色，但在高溫（ 30°C 左右）下和微暗光線情形下培育時，花冠便成爲白色。

又如蘇聯阿瓦江（A. A. Авакян）院士的試驗中確定了：假如玉米植株在出苗後馬上在短日照條件下，那末，它們不形成雄性花而形成雌性花序或兩性相混的花序。大麻栽培在短日照條件下，同樣也能見到兩性形成方面的混亂現象。在同一植株上形成雌性花或雄性花。也就是說，由雌雄異株變爲雌雄同株。

以上的例子指出了，外界環境條件非常強烈地影響着植物器官發生的過程。例子毋須多舉了，讓我們來看看昆蟲和其它病害方面的情形。

昆蟲的實際繁殖力主要依賴於外界環境條件。因爲外界環境條件的不同而有很大的差異。外界環境條件最重要的因素爲溫度、雨量、空氣濕度和土壤條件。我們知道每一種昆蟲都有一定合適的溫度。在這個溫度，它的繁殖能力最強和最快，同樣也有一定的完全終止昆蟲發育最低和最高限度的溫度。因爲昆蟲的種類不同，這種最低的、最適合的和最高限度的溫度條件也是不同的。

中國的蝗蟲祇限於蘇北、安徽、河南、河北等省，此外則在新疆北部。高溫乾燥，蝗的繁殖就盛。所以在上述地區，乾旱的年份常常和蝗患同來。又如三化螟蟲在長江下游的發生，呈週期性。如果本年冬季溫暖，明年又逢春旱，則可使此蟲明年發生增多。若再繼續數年，即可釀成凶年。反之，冬季寒冷，春末多雨，則過冬的幼蟲死亡率高，因此爲害亦極輕。所以三化螟在長江下游爲害之消長全視歷年氣候之差別而有所不同。

如果我們掌握了各種昆蟲發育和氣候的規律，我們就可以根據當前氣候的狀況來預測將來害蟲的分佈。

觀察證明，空氣相對濕度不足，在沒有露水、雨水少以及日光強烈的時候，能夠大大地阻礙或削弱小麥銹病的發展。所以進行銹病接種，在植株葉上必須有水滴或露水或濛濛細雨，但在雨點大或急雨的時候，却能把銹病孢子從植株葉上洗去，因此就削弱了銹病的發展。

今年（1953年）華北農業科學研究所小麥植株密植的試驗田裏發現銹病祇限於麥田四圍邊上的小麥植株葉上，稍向麥田內部幾十厘米距離處，銹病就很少發現。這事實引起了植物病理學家的注意，經我們研究之後，其中的原因也就明瞭

了，茲述之如下：

植株密植的麥田內部，因不易受風吹日曬的影響，所以土壤濕度和貼近地層的空氣濕度必然較麥田四周邊上為高，但這不等於說麥田內部較四周邊上凝成露水的機會也較多。因為水氣在植物葉子上能否凝結成露，還須視夜間冷卻的程度而定。密植的麥田內部，水氣雖略多，但因夜間輻射散熱不易，溫度降至露點以下的機會，反不如麥田外圍的多，所以銹病發生於麥田的邊緣而不發生於麥田的內部。這是耕作技術引起農作物內外面小氣候的變異而影響及於銹病的發展。

小麥密植在華北不但可以減少或防止銹病，而且還可以減少凍害。今春因霜凍關係，豫、皖、蘇、晉等地小麥頗受損失。經多方調查發現密植的地區受害較輕，這也是因為密植的小麥植株能削弱夜間地面熱量的放射。同時外面的冷空氣，因密植的關係，侵入麥田也較緩，所以密植還可以增強抗寒的功能。這也是農業技術和小氣候的關係。

現在讓我們再轉換論點，談談農業氣象的研究工作及基本任務。根據全蘇聯植物栽培研究所農業氣象部門工作的範圍和蘇聯農業氣象會議的決議，大致可總結為下列十一點：

(1) 研究農作物和品種的空間分佈，並根據農業氣象的條件，研究各個氣候區域的特殊出產。

(2) 紀錄天氣情況，並進一步將蘇聯版圖再按天氣劃分區域，以便更合理地佈置農業生產（農作物或畜牧），並保證農產品有大量而穩定的收穫和牲畜的增產及勝利地栽植防護林。

(3) 除使用相應的農業技術外，要確定最後和最適宜的播種時期，保證收穫的成熟和豐產。

(4) 作出一定的農業技術的經驗，進一步改良農業技術。

(5) 作出各地區各縣的收穫預告，從而估計基本產量。

(6) 研究氣象條件，特別對農業有害的天氣現象（如早期、乾燥、霜凍等），充實對於有害氣象鬥爭的經驗，以便在蘇聯各種不同的自然地理區域內有效地利用有利於農業生產的天氣條件和氣候條件，並克服不利的條件。

(7) 繼續不斷的報告各種作物播種的狀況，並估計收穫的時期。

(8) 研究作物的氣候變化，有計劃的選擇親本，以培育所需要的當地品種。

- (9) 研究並改善農業天氣預報及通訊的技術。
- (10) 改進農業氣象的觀測及研究工作並使費用節省。
- (11) 保證斯大林改造大自然計劃的實現。

上面可說就是蘇聯現今農業氣象的基本任務。

農業氣象不但有時間性，而且有空間性。譬如過去的農業氣象只注意大氣候，現在的農業氣象除觀測大氣候外，還要注意小氣候和土壤氣候。又如過去人們只注意農作物，因此農業氣象亦僅注意在農作物上面。自從蘇聯草田輪作制實行以來，於是對牧草的栽培亦列為被注意的對象了。

至於地域性的表現，更為明顯。蘇聯地區一般雨量少、溫度低，所以對於乾旱和凍害特別注意，尤其是土壤的氣候，首先是土壤的濕度和溫度。因為這和播種有密切的關係，土壤濕度和土壤溫度過低，就不好播種，因此對保墒問題很為重視。中國方面在華北、西北及東北春寒和春旱也很常見，例如今年前後幾次寒潮，很多地區的小麥凍死不少。所以華北、西北、東北等地的農業氣象，也必須把土壤氣候作一個重點。但到了長江以南，氣候溫和，雨水亦比較調勻，對凍害和乾旱的問題比較小。到了華南，防旱的問題比較簡單，而防水問題，却勝於防旱了。

華北有畜牧，東北有大豆高粱，沿海有漁鹽之利，台灣兩廣產蔗糖，福建、江西、廣東和四川等地則產柑橘，太湖流域有蠶桑之利。所以各地區的農業氣象，除一般農作物外，另有特殊對象。蘇聯的農業氣象因此也不能原封不動搬來，機械地到處引用。有些地區必須斟酌情形，另行研究，方為合用。雖然如此，蘇聯的先進經驗和工作方向，毫無問題，是很值得我們學習的。

農業氣象過去在反動統治時期，不予重視，但在人民革命勝利以後，在共產黨和毛主席領導下，已經有了足夠的條件，必須發展。而且條件太好了，使得我們手足無措，不知先做那一樣好。自然農業氣象的目的，在於結合農業增產。將來的發展必須結合改造大自然，這是蘇聯農業氣象所走的道路，我們無疑的也將跟着它走去。

像中國這樣地大物博，地勢又極複雜，各地農業氣象的對象和方法，自然也不能一致，將來需要大量的農業氣象工作者，分工合作，為各個地區各色各樣的農業服務。

氣象工作者現在面臨着新的任務，新的方向，新的道路。農民在土地改革以

後，有了土地，有了種籽，有了耕牛，他們說“唯一缺乏的是龍王廟”，這對氣象工作者來說，是一種諷刺。米丘林說過：“我沒有其它的願望，除了和成千成萬熱心的人們繼續復土壯地的工作，這是偉大的列寧號召我們的”。讓我們從預測天氣來進一步控制自然，改造自然吧。

今年大規模的生產建設開始了，讓我們響應毛主席的號召，使氣候工作者也有機會直接參加生產的工作。讓我們從物理的領域開始走進生物的領域，把物理科學和生物科學結合起來。我們要研究小氣候；同時要改造小氣候，以求適應農作物的需要；我們還要研究大氣候，同時也準備改造大氣候，使全部社會生產不斷增長，這是偉大的科學巨匠、天才的共產主義建築師斯大林同志論證了從社會主義逐漸過渡到共產主義先決條件之一。米丘林要把他的祖國變成一個美麗的大花園。我們的地理環境在某些方面說來，有的是比蘇聯優越。我們更有條件使我們的錦繡山河，分外美麗，沒有理由使我們不能把新中國變成一個五穀豐登的糧食倉庫，讓我們來參加這個偉大的行列勝利前進罷！