

间混套作的研究方向和研究方法*

北京农业大学 王 容 德

世界各国很早就研究间混套作的问题，由于牵涉面广，关系又很复杂，所以许多问题至今还没有解决。为了更好地为农业生产服务，为提高粮食产量提供可靠的科学依据，有必要讨论一下间混套作的研究方向和研究方法。

光能的利用

首先从间混套作是我国农民充分用地的传统经验谈起。大家都知道，间混套作能够提高土地利用率，充分利用生长季节。为什么间混套作能够提高土地利用率？这就关系到日光能的利用，也就是农民经常谈的通风透光，许多试验研究报告都涉及到这个问题。但是这里面的实质性问题，目前还不十分清楚。究竟通风透光后给作物带来了一些什么好处？在间混套作的小气候条件下，引起植物什么样的生理变化还不清楚。这里涉及到植物生理学上的许多理论问题，如光合作用、群体结构和群体生理等。换句话说，也就是如何提高日光能的利用，增加光合作用的效率。所以在间混套作的研究中，日光能的利用应该是一个重要的研究方向。

根据现有的材料，在这个方向有五方面的问题值得深入研究。

第一是光的数量，第二是光的质量。目前很多报告，仅谈到光的数量，即间混套作增加了直射和漫射的光量，光照强度大。但是要想更好地提高光合作用的效率，还必须知道种植各种作物最适于进行光合作用的波

长。根据最近的研究，光质（波长）对植物的生长发育是有决定性的作用。过去认为光周期（光量）对植物的生长和发育具有决定性作用，认为长日照植物需要长日照，短日照植物需要短日照，现在认为长日照植物需要一定量的长光波，短日照植物需要一定量的短光波。根据苏联的研究，一天之中不同时间的光质也不一样。早晚的光，长光波多，短光波少；中午的光，短光波多，长光波少。根据一些材料，间套作地里早晚的光照多。因此间混套作在改变光质上，也起着一一定程度的作用。同时植物遮荫以后，也引起光质的变化。所以高秆植物遮荫以后，不仅不会恶化矮秆作物的光照条件，配合得好也许还会为它创造一个最适宜的光照条件。根据厦门大学植物生理教研组的研究，南方栽培一叶天竺葵到夏天由于日光强烈，短光波多，特别是紫外光多会破坏这种植物的叶绿素。所以一般这种植物不能在夏天栽培。但是他们通过与玉米间作，给它遮荫以后，就能使这种植物在夏天也能成功地栽培，这就是由于间作之后改变了光质。这也许是热带和亚热带地区普遍盛行间混套作的原因之一。由此看来，在间混作物的搭配上，也许高秆长日照植物与矮秆短日照植物能够进一步提高光合作用的效率。

第三、从植物本身来看，不同部位的叶片利用日光的能力也不同，据研究中上部

* 本文系1962年写成，1979年5月作了增补，在山西省农学会耕作改制学术讨论会上发表。

片的吞光能力最强，下部最弱。高秆作物中上部叶片与矮秆作物中上部叶片组成间混套作就能够提高下部叶片对光能的利用。所以间混套作能够构成比单作更为良好的田间群体结构，即增加叶面积系数，减少消光系数，提高单位面积上的光合强度。

第四、要提高光合效率还必须给植物的正常生理活动创造条件。现在看来，通风很重要。首先通风条件保证为光合作用提供 CO_2 。在不通风的条件下，近地面大气层中的 CO_2 因被植物利用，不易得到土壤中 CO_2 的补充，容易发生亏缺，因而也就影响到光合作用的进行。其次，通风后可以降低湿度调节体温。大家知道植物是通过蒸腾水分来调节体温，维持正常的生理活动，从而提高光合作用的效率。在单作温度高、湿度大的条件下，不易蒸腾，不能保持正常的体温，维持正常的生理活动。也就是群众所说的庄稼怕“蒸热”。

第五、群体结构。以上还是从个体生理来分析间混套作后可能存在的一些生理现象和问题。但是不同植物所构成的混合群体实际的光合作用效率如何？这是值得很好研究的。我们绝不能把不同作物个体生理中的一些现象和问题机械地加在一起以后就去等同或代表间混套作的群体生理问题。因为植物本身还有一定的调节能力，特别是不同作物各自的调节能力也不相同。根据国外的研究，不同混播条件下，地上各层叶片的分布和它的光合强度都与单作条件不同。所以要开展间混套作群体生理的研究，只有把以上的问题搞清楚了，间混套作通风透光增产的实质问题才能解决，同时也只有这样，才能把农民经验提高到一定的科学水平。当然，这个方向的研究，最好是搞植物生理的和农业气象的同志们共同协作来搞。至于具体的研究方法，也需要这方面的同志来帮助解决。这里我只简单地说一下间混套作群体

结构的研究方法。根据文献介绍，就是从一定面积的样方上，从地面割取植株，然后把割下的植株从下到上每隔10—20厘米的距离（决定于植株的高矮）剪开，然后再把分层植株的茎叶和果实分别测定它们的体积、重量和叶面积，重复3—4次。同时分层测定田间的光照强度和光合作用强度，其次是采用人工气候室搞模拟试验。

最后在这方面向农业气象的同志提点要求：希望能在各种作物正常生长所需要的光量和光质方面进行一些研究。为间混套作的研究提供一些初步的理论数据，这对于选择间混套作的作物很有帮助。

作物之间的根系营养

间混套作不仅是充分用地的增产措施，而且也是一个积极养地的措施。各地农民的经验 and 国外文献材料，都说明间混套作有改良土壤、提高土壤肥力、改善植物营养的作用。许多地方玉米豆类间作长期连作能保持一定的肥力水平，这就说明间混套作，特别是间混套种绿肥和饲料作物，具有轮作的好处，所以国外有人把它叫做“同时期的轮作。”因此，第二个研究方向就是间混套作的养地作用，中心是根系相互作用和营养问题。在这个方向上，有五方面值得深入地研究。

首先一个是根系的氮素营养。例如豆科与非豆科间混套作，非豆科作物能够获得豆科作物的氮素营养。而且豆科与非豆科之间的氮素营养关系，还有着共生的关系，即在间混套作的条件下，禾本科作物或非豆科作物能够促进和增强豆科作物的固氮作用，豆科作物能供给非豆科作物氮素。因为禾本科作物把豆科固定的氮取走后，刺激和促进了根瘤菌的固氮作用，就如同一个化学反应的继续进行，必须把生成的产物取走，不然化

学反应就会停止一样。证明非豆科作物获得豆科作物氮素营养的方法，就是分析非豆科作物的蛋白质含量。根据许多的报告，间混套作时禾本科作物，无论茎叶或籽粒中的蛋白质含量均比单作时高。同时在生长过程中，非豆科作物的蛋白质含量就有增加。

第二是难溶性营养元素的相互交换。不同作物利用难溶性营养元素的能力不同，例如，根据国内最近的材料，萝卜菜和苕子利用难溶性镁的能力强，紫云英次之，小麦较低。紫云英利用难溶性磷的能力最强，萝卜菜和油菜次之，苕子再次之，小麦最差。紫云英利用难溶性钾的能力较强。因此，间混套作通过根系的相互影响，不仅改善氮素营养，而且还能改善其他营养元素的状态，显著地改善间混套作中作物的营养。但是为什么间混套作时能够改善彼此的营养，根系营养的机制如何？这就牵涉到第三个问题。

第三是分泌物的研究。根据最近的研究，间混套作时，根系营养的改善与根分泌物有关。当植物根细胞和土壤溶液中溶解物质的浓度不同时，就会发生营养元素从植物活根中流出。同时另一种作物的根系或者直接地吸收这种营养元素，或者经过土壤微生物的利用，促进土壤微生物的发育，因而进一步促进营养物质的分解间接地供给其它的植物利用。根系分泌的营养物质是有机物质，根能不能吸收利用？根据最近的研究，根系除了具有吸收无机营养物质的能力外，也能吸收有机营养物质。分泌物不仅与改善根系营养有关，而且还有促进土壤中有益微生物和抑制有害微生物的作用，因此分泌物还有消灭病虫害的作用。所以间混套作时病虫害减少的原因，除与田间小气候的改变有关外，就是与地上和地下的分泌物有关。分泌物除以上的作用外，还决定间混套作作物的组合。根据国外的研究，某些作物之所以不能长在一起，重要原因之一就是与分泌物有

关。例如，根据苏联切尔诺布里文科的试验，在保证蓖麻水肥光照需要的条件下，鹰咀豆和蓖麻间作，蓖麻的生长仍然受到抑制。这就是由于根分泌物和茎叶分泌物的影响。

第四是根系的研究。在间混套作下，根系营养的关系是这样复杂，而且主要是通过根系的活动来实现的。美国和苏联科学家用同位素进行研究，证明营养元素能通过根系从一个植物跑到另一个植物里去。同时由于根系营养的改善，间混套作作物的根系特别发达，根量多，特别是具有吸收能力的细根多。我们的试验，也证明这个问题，同时还发现玉米根在接近豆根的一边，特别发达，有倾向于接近豆科作物根的趋势。

第五是根系对土壤理化性质的影响。间混套作是混合群体密植增产的措施。因此间混套作时，单位面积上的根比单作多。加之间混套作根系发达，根量比单作多。所以留在土壤中的有机质多，具有提高土壤肥力和改善土壤性质的作用。苏联最近在棉花苜蓿轮作中实行苜蓿玉米混种后，由于根量增加具有显著地提高土壤肥力的作用。大家知道，苏联利用豆科和禾本科牧草混种，有形成水稳性团粒结构的作用，显著地提高土壤肥力。所以豆科和禾本科作物间混套作，不仅在提高粮食产量上具有重要的作用，而且还有很重要的农业技术意义，不仅能充分用地，而且还能够培养地力保证持续增产。

目前大家对间混套作充分用地方面的研究较多，对于间混套作的养地作用还注意得不够。甚至有的同志把间混套作看作是一种单纯的用地措施，认为它会消耗地力，把间混套作与培养地力对立起来。我个人认为这种看法是不正确的。特别是豆科和非豆科作物间混套作的养地作用不能忽视。根据国外材料，豆科和禾本科牧草混种的地力水平保持在纯种豆科和单种禾本科之间。同时各国

的间混套作主要是豆科和非豆科作物。我们初步统计,我国间混套作的类型有一百多种,豆科和非豆科间混套的占70%;苏联有68种,豆科和非豆科占91.2%;日本25种,占60%;印度50多种,占82%;美国有15种,占73.3%。所以绝不应该把间混套作与提高土壤肥力和培养地力对立起来。特别是在我国条件下间混套作绿肥作物和饲料牧草培养地力的作用更大。这也是我国农民“以田养田”、通过用地来养地的宝贵经验。同时间混套作时地上部分通风透光生长繁茂,复盖地面严,时间长,地下的根量多,具有良好的水土保持作用。所以南方丘陵和西北水土流失的地区,间混套作应是农业生产上的基本措施之一。

关于这个方向的研究方法问题,主要是采用土壤农化方面的研究方法:植物和土壤的养分分析,土壤微生物的测定和根量观察测定等。这里我仅根据文献材料谈谈根分泌物的研究方法。(一)盆栽试验,用带孔和不带孔的隔板插入盆中,把花盆分隔成两部分,然后分别种植不同作物。或者是将一种作物的茎叶或根研碎施入土中。也有的用根、茎叶的浸出液进行灌溉,或从根部土壤中获取浸出液进行灌溉;(二)水培试验,提取栽培某种作物的水培液进行化学分析,鉴定分泌物的化学成分和性质,然后再用这种水培液去栽培另一种作物。分泌物一般都是有机化合物,多为各种各样的氨基酸。所以一般常用色层分析法进行鉴定;(三)同位素测定营养元素的移动;(四)田间棋盘小区栽培试验观察记载分泌物对生育状况的影响。

以上两个方向的研究,不仅能阐明间混套作增产的实质问题,弄清间混套作的理论基础,而且也为间混套作的进一步发展提供可靠的依据。如间混套作物的搭配和田间的配置和结构等。同时对于植物生理学和耕作学的发展都有好处,也可以解决生物科学中

的种间关系问题。所以间混套作的研究,无论在实践上和理论上都具有非常重要的意义。

除了以上两个理论基础的研究外,间混套作的栽培技术和机械化问题也应该加以研究。不过这方面的研究,除了进行田间试验外,更重要的是总结农民经验,这样收效更快。

参考文献

- [1]余彦波,从光对植物发育的影响看播种行向问题,科学通报,23—27页,9(1961)。
 - [2]沈允钢,植物的光能利用问题,科学通报,41—50页,10(1960)。
 - [3]殷宏章等,水稻田的群体结构与光能利用实验生物学报,6卷3期,1959年12月。
 - [4]北京农业大学耕作教研组,间作套种大有可为,人民日报,1961年3月1日。
 - [5]北京农业大学刘翼浩、郭湘玲等,间套复种的作物竞争、光能利用与产量分析,1979年2月。
 - [6]C·И·切尔诺布里文科,植物分泌物的生物学作用和间作中的种间相互关系,科学出版社,1961年。
 - [7]R·克纳普,实验植物群落学,科学出版社,1974年。
- (国外参考文献17篇略)

名词解释

短日照作物:每天光照时数在8—12小时范围内,光照愈短,开花愈早的作物。如:水稻、玉米、谷子、高粱、大豆等。

长日照作物:每天光照时数大于14小时才能促进开花的作物。如:小麦、豌豆、甜菜等。

消光系数:当叶面积系数为1时的漏光量。