

中国塑料薄膜覆盖农业

陈奇恩

(山西省农业科学院, 太原 030006)

【摘要】 全面论述了塑料薄膜覆盖农业的研究与应用。地膜覆盖对我国传统覆盖技术产生重大突破, 近20年以来, 由于地膜覆盖的应用使我国农业产生了许多重大变革: 扩大了适种区, 调整了作物布局, 提高了复种指数, 促进了干旱、半干旱和盐碱地区的农业发展。地膜覆盖的增产机理是: 提高土壤温度, 保蓄土壤水分, 稳定土壤环境, 提高光、热利用效率和促进作物根系发育。提出了塑料薄膜覆盖的问题与展望。

【关键词】 地膜覆盖; 生产突破; 机理效应

【中图分类号】 TQ320.73 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1009-1742(2002)04-0012-04

传统覆盖农业在我国已有几千年的历史, 但由于传统覆盖材料的性质和来源的局限性, 难以在大面积上推广应用。塑料薄膜作为覆盖材料在中国出现之后, 使传统覆盖农业产生质的变化, 给农业栽培技术带来重大变革, 对我国传统农业技术也产生了深刻的影响, 加速了我国传统农业向现代化农业发展的进程。本文总结了我国塑膜农用覆盖技术产生的突破作用; 分析了覆盖技术原理和效应; 最后提出地膜覆盖技术发展问题。

1 塑膜覆盖技术带动农业生产新突破

塑料薄膜既可以盖天, 如小拱棚、日光温室等, 这种膜也叫棚膜; 也可以盖地, 盖在地上的膜叫地膜(这是本文论述的重点), 它能使土壤产生土壤温室效应。正因为塑料薄膜覆盖所产生的温室效应, 使农业生产出现五大突破^[1]。

1.1 作物种植区域向高纬度推进

由于地膜覆盖对土壤产生温室效应, 有效积温一般可增加200~300℃, 使作物适宜种植区的临界纬度向北推移2~4°。如山西省以往的晚熟杂交玉米种植区多限于北纬35~37°, 覆盖地膜后种植区推移到北纬39~40°; 黑龙江省伊春高寒林区、

陕西省延安地区等过去播种露地花生不能成熟, 采用地膜覆盖后, 每公顷可产花生2250~3000kg; 内蒙古自治区的集宁、商都等牧区, 无霜期仅有95~110天, 采用地膜覆盖栽培后可以种植西瓜。

1.2 品种布局有了突破

我国北方高纬度的一些地区和部分高海拔山区, 春迟秋早, 积温不足, 无霜期短, 过去只能种植生育期短的早熟品种, 产量低, 品质也差, 改种中晚熟优质品种不能成熟。采用地膜覆盖后, 可提早播种, 促进作物生长发育, 中晚熟优种也可以成熟, 产量大大提高。例如, 甘肃酒泉、山西雁北、内蒙古河套等地, 在地膜覆盖条件下, 中晚熟玉米“中单2号”等优种每公顷产量可达到11250kg^[1]。湖北省武陵山区过去使用当地早熟玉米品种, 每公顷只产1500kg, 现在在海拔1200~2400m山地种植地膜覆盖杂交玉米, 每公顷玉米产量可达4500kg。实践证明, 采用地膜覆盖栽培技术可使一些优质高产品种由低海拔向高海拔推进到1000~2000m。1998年国家提出了在全国贫困地区具备条件的地方, 大力推广杂交玉米地膜覆盖栽培技术, 实施“温饱工程”, 为我国扶贫工程做出突出贡献。

1.3 干旱半干旱地区、盐碱地区农业生产进入新的发展阶段

我国“三北”地区干旱少雨，播种保苗难。采用地膜栽培，则能抑制土壤水分蒸发，不仅可以保墒，而且能提高土壤温度，解决春播作物播种出苗与低温和缺水的矛盾。1976年在山西万荣旱地进行棉花试验，覆盖比露地增产皮棉64%；1980年旱地皮棉产量突破1500 kg/hm²。地膜覆盖在一定程度上缓解了农业缺水问题，为我国干旱半干旱地区解决水资源不足开辟了一条新途径。

我国盐碱地面积很大，过去在解决中轻度盐碱地防盐保苗，多采用灌水、压砂、挖沟和育苗移栽等措施，还难以达到出全苗保全苗，而地膜覆盖后，大大减少土壤水分蒸发和盐分的上升，使土壤上层盐分含量比露地相对减少，同时覆盖增温解决了盐碱地土性寒的问题。特别是棉花，地膜覆盖有利于出全苗，促早发，增产效益明显。山西棉花所在晋中平遥盐碱地示范地膜棉，比露地增产160%，在大面积1000 hm²上推广，平均单产888.0 kg/hm²，比露地增产86.5%^[2]；江苏盐城市在1.62 × 10⁴ hm²盐碱地上推广，单产847.5 kg/hm²，增产率为26.85%^[3]。地膜覆盖使盐碱地农作物产量的提高有了新突破，目前这一技术已成为盐碱地利用的基本措施，被普遍采用。

1.4 提高了复种指数

北方一些地区过去一年一季有余，两季不足，应用地膜覆盖后可达到一年两熟。有的地区应用地膜后推动了间、套种的发展，如湖北、湖南、安徽等地地膜覆盖花生同杂交晚稻间套；江苏地膜马铃薯套种花生，地膜小麦套种西瓜；山东的地膜棉花套种大蒜或间作西瓜等，不仅可以大大提高了单位面积产量，而且充分利用和发挥了光温、土地的生产潜力。

1.5 提高产量

地膜覆盖最终产生的效果是提高单位面积产量。例如，地膜植棉较露地植棉，一般增产幅度在30%~50%，有的高达40%~60%，尤其是出现了许多大面积高产典型，并创出了历史最高纪录。1990年新疆地膜棉花29.6 × 10⁴ hm²，皮棉平均产量1110 kg/hm²。农三师45团15连13号地的1.42 × 10⁴ hm²地膜覆盖棉花，每公顷生产皮棉3013.35 kg^[4]。为此，建议在棉花生产上增加新疆棉区，稳定长江流域棉区，调减黄淮海棉区。据

实施“温饱工程”的15个省、自治区和一个计划单列市统计，玉米地膜覆盖栽培平均每公顷产量1989年为5725.5 kg，1990年为6610.5 kg，1991年为6195.0 kg，分别比露地栽培玉米增产73.5%、64.1%和77.8%^[8]，并涌现出一批高产典型。新疆农五师应用高产耐密玉米杂交种SC704进行地膜覆盖栽培，3.33 hm²平均单产15975 kg^[5]。

由于地膜覆盖栽培对发展农业生产的特殊作用，全国地膜应用面积已达到1456 × 10⁴ hm²，设施栽培达到166.6 × 10⁴ hm²，节水灌溉工程面积1530 hm²。我国农作物地膜覆盖技术研究和应用，虽然起步时间较晚，但是在世界上发展最快，应用范围最广，面积最大，被誉为我国农业上的“白色革命”，现已形成具有我国特点的地膜覆盖栽培技术体系。

2 地膜覆盖栽培基本原理

塑料薄膜的出现是现代工业发展的产物；地膜覆盖栽培技术的研究和应用是现代农业发展的结果。长期以来，我国农作物栽培一直沿用露地种植栽培方式，这种传统的方式对于土壤的冷热、干湿悬殊变化的抗逆能力很低，致使单位面积产量难以大幅度提高。地膜覆盖栽培技术的应用，明显解决了四个方面的问题，产生了四个效应——地温对气温的补偿效应、土壤水分环境相对稳定效应、高光热效应、促根效应^[6-9]。

2.1 地温对气温的补偿效应

地膜覆盖具有明显的增温效应，这种效应虽然受地膜自身特性、地理位置、纬度高低、海拔高低以及种植行距和覆盖度等因素的影响，但覆盖增温效应是肯定的。从不同地区观测资料来看（指无色透明膜），地膜覆盖在春季可使5~10 cm土层地温提高2~4℃。如在北方棉区（北纬43度）土壤增温3~4.6℃；在山西（北纬35度）土壤增温2.4~3.7℃；在湖南棉区（北纬27度）土壤增温3.3℃左右。

在不同农田不同生育期，地膜覆盖增温值也不相同，山西张怀仁观测，在玉米苗期平均增温3.9℃，拔节期增温3.3℃，抽雄期日增1.3℃，灌浆期日增温1.1℃，全生育期平均日增2.4℃，共增有效积温307.8~389.4℃。

农作物生长发育与热量密切相联系的是近地面

环境和土壤环境,这两个环境的热量对农作物生育产生直接影响。一般情况下,土壤温度变化受气温所决定,因而通常当地的气温与地温遵循一定的变化规律。如山西运城地区,地温(Y)随气温(X)的变化关系为: $Y = 1.73 + 1.0007X$ 。但地膜覆盖打破了这种变化规律,地膜覆盖较露地土壤温度提高 $2.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (山西运城),甚至更高。这种增温作用能够补偿气温的不足,起到提高气温的同样效果,使农作物生育进程加快 $10\sim 20$ 天,这种现象如果仅用气积温这个热量指标是难以解释的,笔者在研究地膜增产机理时,明确提出了“地积温”,即土壤积温的概念。地积温的增加,能补偿因气积温低而造成农作物所需热量的欠缺。这一发现揭示了农作物生育与热量的关系是通过气积温和地积温两个方面起作用的,在气积温较低的情况下增加地积温能够对气积温产生补偿效应(图1)。

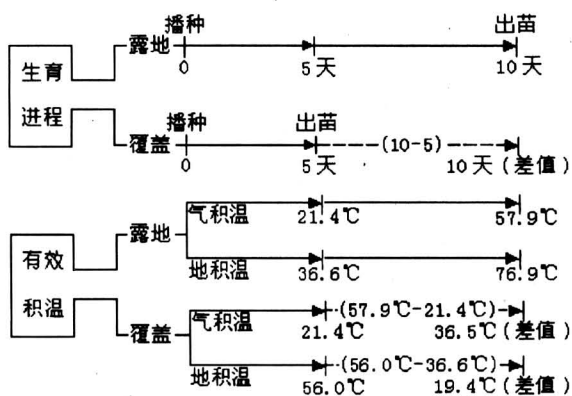


图1 地积温对气积温的补偿示意图
(播种至出苗)

Fig.1 The compensation of accumulated soil temperature to accumulated air temperature (sowing-emergence)

这种效应的大小,与地温、气温比值和地温增值呈正相关关系,与农作物通过生育阶段所需要的天数以及气温为负相关关系。从这个观点出发,似乎可以认为,地膜覆盖栽培条件下作物生育进程与热量的关系,以地积温作为指标,比气积温有可能更接近实际。显然通过地膜调控土壤温度能够起到调控农作物的生育进程,这是地膜覆盖作物之所以高产优质的能量机制。

2.2 土壤水分环境相对稳定效应

地膜覆盖是在地面设置一层非透性的塑料薄膜,直接阻碍土壤水分垂直蒸发和土外水分的垂直

进入。从农业生产应用角度讲,减少土壤水分垂直蒸发,对北方农田的节水农业意义深远,而在多雨地区减少水分进入根区,对稳定土壤水分,护根高产起着特殊的作用。

地膜覆盖使土壤水分蒸发减慢。据模拟试验,露地土壤水分蒸发最快阶段出现在最初 6 h 之内(8月中旬),每小时以减少土重 2.63% 的速度散失,此阶段累积蒸发量高达持水量的 70% ,而地膜覆盖(覆盖度 90%)则不出现高速蒸发阶段,仅以平缓的低速蒸发, 16 h 测其土壤含水量仍高达 20.2% ,而露地土壤含水量仅 4.7% 。在露地土壤条件下,土壤水分干、湿交替频率快而且悬殊,往往使根系形成间歇性生长,不利于农作物高产,地膜覆盖能减少土壤水分变幅,表现出相对稳定性。

2.3 高光热效应

地膜覆盖对近地面光照环境的调控效应是明显的。农作物由于叶片相互遮阴,下层叶片的光照条件一般较差。覆膜后,由于地膜自身及其膜下水珠对光有一定的反射能力,从而增加近地面空间的光量,使植株尤其下层叶片能获得较好的光照。东北农学院的试验表明,玉米地膜覆盖 100 cm 行距的光照强度,比露地增加 $16.7\%\sim 33.3\%$;穗部光照强度增加 $14.3\%\sim 27.7\%$ 。晴天中午距地面 15 cm 处,普通透明膜的反射率为 14% ;而露地的反射率只有 3.5% 。据辽宁棉麻研究所测定,当棉株高 $5\sim 6\text{ cm}$ 时,地上 10 cm 处的反射光,地膜覆盖田比露地高 147% , 30 cm 处高 95% ;与此同时气温也有所提高,苗期地上 3 cm 处气温提高 $0.6\sim 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 5 cm 处提高 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2.4 促根效应

农作物要早发,必须先发根。地膜覆盖在日本认为是护根栽培,而我们认为地膜覆盖是促根栽培,更符合实际。例如,棉花苗期根系生长对地温十分敏感,此阶段主根生长比主茎生长快 $4\sim 5$ 倍,而且可以促进主茎生长点早分化,多分化,早现蕾。地膜覆盖提高地温后,促使根系生长迅速,不仅根量增加而且体积扩大。初花期测定,地膜覆盖的单株根干重较露地的多 36.6% ,根系体积较露地棉株高 45.5% 。

另一方面,地膜覆盖加剧了上层土壤热梯度的差异,促进了根系上移(主要是侧根),改变了根系的“倒圆锥体”状况,形成了“伞状”,使根系

多数分布在肥沃而水热状况较好的上层，为高产创造了条件。据测定，地膜覆盖棉根系分布在0~10 cm土层占总根量的33.3%，露地上占14%，分布在10~20 cm土层占48%，而露地棉花占35.45%。

根系生长和分布的变化，影响根系生理功能的强弱。地膜覆盖条件下，根系对硝态氮的吸收增加了35.1%，呼吸强度提高了19.1%，核糖核酸和脱氧核糖核酸分别较露地棉花根系提高了17.9%和38.3%。另据伤流量测定，在蕾期地膜覆盖的根系高达0.362 g/h·株，较露地棉花的0.054 g/h·株，增加了6倍。这些根系生理功能的增强促进了棉花地上部光合生产力的提高。

3 地膜覆盖栽培技术展望

3.1 加大地膜覆盖技术推广力度

我国目前农业面临资源相对不足和人口增长、土地减少的严峻形势。人均占有耕地只有0.086 hm²左右，不足世界人均占有量的1/3；人均占有淡水资源仅2 600 m³，只相当于世界人均占有量的1/4，属于世界上贫水国家之一。农业生产的物质和技术基础薄弱，抗灾减灾能力不强，旱、涝、风、雹、低温、冷害、霜冻以及盐碱、水土流失和沙漠化等自然灾害威胁大，尚未摆脱靠天吃饭的境地。今后人口仍在不断增加，耕地每年都在减少，全国粮、棉、油、糖等四大农产品总需求量及质量远不能满足需求。我国农业必须有一个大发展，才能保证农产品供需基本平衡；同时，还必须帮助占总人口80%的农民增加收入，才能使全国人民生活水平达到富裕。因此，我国农业将进一步合理调整产业结构和种植结构，从过去的产品数量增长型，转向高产、优质并重的综合效益型。地膜覆盖栽培发展的20多年来的历史证明，这项技术对我国实施“两高一优”农业发展战略具有十分重要的地位和作用：有利于提高单产，增加收入；有利于合理开发利用国土资源；有利于节约灌溉用水，缓解水资源不足；有利于提高农产品品质；有利于扩大作物适栽区，增加复种指数；有利于增强抗灾减灾能力等。因此，地膜覆盖栽培对发展高效农业将继续发挥着不可代替的作用^[1]。

3.2 挖掘地膜覆盖栽培技术的潜力

从地区上看，已开发应用的老区将进一步稳定并提高地膜应用的经济效益；广大新区将进一步开发利用。长江以南，东南沿海地区，随着冬闲田的开发利用以及提高农产品品质需求，地膜覆盖栽培将有较大的发展；“三北”旱地节水农业将有进一步突破；西南、中南的高山、半高山区耕作制度改革，内陆及沿海地区的盐碱地和东北地区涝洼地的开发利用等等，都将把地膜覆盖栽培作为重要技术措施来实施^[2]。从应用作物来看，根据我国国情，覆盖作物将仍以粮、棉、油三大作物为主，蔬菜、糖料和烟草将继续扩大发展。栽培技术将向区域化、标准化、定量化、配套化发展，并把它纳入各大农业工程开发项目来实施^[1]。

3.3 解决地膜覆盖技术中存在的问题

我国地膜覆盖栽培面积将以较大幅度继续向前发展。在发展过程中应注意和解决的问题有：地膜残留污染环境，地膜原料不对路和地膜价格偏高等问题，国家应将其列入重点攻关研究，使地膜覆盖栽培更快地发展，为我国农业发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 王耀林,陈奇恩,郑静睦,等.新编地膜覆盖栽培技术大全[M].北京:中国农业出版社,1998
- [2] 陈奇恩,尹戒三,等.盐碱地棉花地膜覆盖效应的研究[J].土壤通报,1989,20(1):1~4
- [3] 陈奇恩,吴云康,秦灿石,等.中国棉花地膜覆盖栽培[M].山东科学技术出版社,1988
- [4] 陈奇恩,田明军,吴云康.棉花生育规律与优质高产高效栽培[M].北京:中国农业出版社,1997
- [5] 黄珍埠,张石城,梁志杰,等.旱粮作物地膜覆盖栽培技术[M].北京:农业出版社,1992
- [6] 陈奇恩,南殿杰.耕层土壤积温与棉花生育关系研究初报[J].土壤学报,1983,20(1):92~96
- [7] 陈奇恩,南殿杰,王清汉,等.地膜覆盖的耕层土壤效应与棉花生长关系[J].棉花学报,1986,(2)37~44
- [8] 陈奇恩,南殿杰,马良吉,等.棉田塑料薄膜地面覆盖的环境效应[J].中国农业科学,1982,(1)43~50
- [9] 陈奇恩,南殿杰,王清汉,等.棉花地膜覆盖栽培的原理与技术[M].上海:上海科学技术出版社,1986

(下转第21页)

- 航天报,1998-09-30(3)
- [2] Wang Liancheng. Engineering system theory—a new engineering meta-discipline[J]. Journal of System Engineering and Electronics,1999,10(1):1~3
- [3] 王连成. 工程 工程系统 工程系统论与工程科学体系[J]. 中国工程科学,2001,3(6):15~18
- [4] 王连成. 试论航天工程系统人员的地位、作用与资格[N]. 中国航天报,1999-03-30(4)

A study on Role and Function of Technology Integration Organizations in Engineering

Wang Liancheng

(Second Academy of Astronautics Mech. & Elec. Group, Beijing 100854, China)

[Abstract] Along with scale expanding and complexity enhancing of engineering object system, technology integration organizations which are of new style organizations come forth in engineering technology organization. This paper summarizes the historical significances of their emergence, discusses their architecture, roles and functions, working objects and contents, and describes the theoretical basis that they should know well and dominating methodologies and aids that they. Finally, the paper analyses the structure of their personnel and the normal relationship between them and the technological speciality organizations.

[Key words] engineering; engineering system; engineering system theory; engineering organization; system integration organization

(cont. from p. 15)

Mulching Agriculture Using Thin Plastic Film in China

Chen Qien

(Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030006, China)

[Abstract] This article reviews studies and applications of mulching agriculture using thin plastic film in China. Plastic film mulching makes great effects on traditional mulching techniques of China. Over past 20 years with application of thin plastic film, some great changes have taken place in agricultural production of China, such as expanding suitable cultivated regions, regulating cropping distribution, increasing cropping index and promoting agricultural development in arid, semi-arid and salinized soil regions. Main mechanisms of yield increasing by plastic film mulching are: raising soil temperature, protecting soil water from evaporation, steadying soil environment, improving light and energy utilization efficiencies and promoting crop roots development. Problems and prospects of mulching agriculture using thin plastic film are reviewed at the end of the article.

[Key words] plastic film mulching; agricultural technique changes; mechanisms and effects