

作物地膜覆盖安全期概念和估算方法探讨

严昌荣^{1,2}, 何文清^{1,2}, 刘恩科^{1,2}, 林涛³,

Pasquale Mormile⁴, 刘爽^{1,2}, 刘勤^{1,2*}

(1. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081; 2. 农业部旱作节水农业重点实验室, 北京 100081;

3. 新疆农业科学院经济作物研究所, 乌鲁木齐 830091;

4. Institute of Cybernetics of the Italian National Council of Research, ICIB-CNB, Pozzuoli (Na) 80078, Italy)

摘要: 该研究首次提出作物地膜覆盖安全期的概念, 将其定义为“某一作物在某一区域要求地膜覆盖的最佳天数, 也就是地膜覆盖农田土面能保持膜面完整的天数”, 在此天数之前地膜应该保持基本完整, 维持增温保墒和防除杂草等功能, 此天数之后, 这些功能基本消失。明确作物地膜覆盖安全期有利于作物生产的高效管理, 指导地膜生产者研发出满足农业生产需求和成本较低的地膜产品, 协助农民根据覆盖作物种类和生产条件选择合适的农用地膜。在此基础上, 该研究构建了基于地膜覆盖增温保墒和抑灭杂草等功能测定和农作物郁闭度测定的2种作物地膜覆盖安全期估算方法。第1种方法是通过对作物覆盖地膜条件下土壤温度和水分连续监测, 构建作物地膜覆盖与未覆盖农田土壤温度、水分和杂草控制的时序图, 寻求二者的交汇或者重合点即地膜覆盖的增温保墒功能消失或者基本消失的时间节点, 从覆盖到这个日期的天数分别属于某种作物地膜覆盖的温度安全期和水分安全期。第2种方法是通过系统监测作物全生育期郁闭度和地膜覆盖功能参数, 建立作物郁闭度与地膜覆盖主要功能的关系曲线, 综合研判后确定地膜覆盖功能消失时作物郁闭度, 计算作物地膜覆盖安全期。作物地膜覆盖安全期相关研究可为构建中国地膜覆盖技术适应性评价体系、探明地膜覆盖适宜区域的空间分异规律、以及生物降解地膜生产和应用提供技术支撑。

关键词: 作物; 估算; 地膜; 覆盖; 安全期; 概念提出; 方法

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.09.001

中图分类号: S626.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2015)-09-0001-04

严昌荣, 何文清, 刘恩科, 等. 作物地膜覆盖安全期概念和估算方法探讨[J]. 农业工程学报, 2015, 31(9): 1-4.

Yan Changrong, He Wenqing, Liu Enke, et al. Concept and estimation of crop safety period of plastic film mulching[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(9): 1-4. (in Chinese with English abstract)

0 引言

地膜覆盖技术的发明和应用在一定程度上导致农业生产方式的改变和农业生产力的提高。在世界范围内, 该技术主要应用在高附加值蔬菜和经济作物生产上, 20世纪80年代初该技术引入中国, 并最早在蔬菜上开始试验和应用, 由于其良好应用效果, 迅速在全国范围得到广泛应用, 覆盖作物种类也从最初的蔬菜作物扩大到棉花、玉米、小麦和水稻等经济作物和粮食作物。目前, 地膜覆盖技术的应用使中国玉米、花生、棉花等农作物产量大幅度提高, 对保障中国粮食和经济作物的安全供给做出了重大贡献^[1]。但同时, 地膜覆盖广泛应用也带来了一系列问题, 如技术

泛用和滥用, 地膜残留导致的“白色污染”等^[2]。因此, 地膜覆盖技术合理利用、新型环境友好型地膜产品研发和防治技术研发成为中国现代农业的新需求。

1 地膜覆盖应用概况及发展趋势

统计数据显示, 中国地膜用量从1982年0.6万t增加到2013年达到136.2万t, 覆盖面积从1982年11.3多万 hm^2 扩大到2013年0.25亿 hm^2 ^[3-4]。应用区域从城郊蔬菜地逐渐扩大到北方寒旱区、西南高海拔山区, 并最终在全国所有省(区)得到推广, 其中西北玉米和棉花产区、东北花生产区、华北花生和棉花产区, 西南烟草产区及所有蔬菜集中产区是地膜使用强度较高的区域^[5]。有关专家预测, 未来地膜用量和覆盖面积还会呈现继续增加态势, 地膜年最高用量可能达250万t, 覆盖面积扩大到0.47亿多 hm^2 ^[6]。因此, 地膜覆盖的应用作物和区域都将进一步扩大, 在中国农业生产中地位也将进一步得到强化。从目前发展态势看, 在相对长的时间范围, 地膜覆盖技术将是中国农业生产应用最广泛的技术之一, 具有不可替代性。

2 作物地膜覆盖安全期概念的提出

2.1 概念的提出

在中国, 地膜覆盖技术广泛应用一方面得益于其能

收稿日期: 2015-04-10 修订日期: 2015-04-25

基金项目: 国家自然科学基金(31370522); 国家“十二五”科技支撑计划(2012BAD09B01); 农业部公益性行业(农业)科研专项经费项目(201503105)

作者简介: 严昌荣, 男, 湖北荆门人, 博士, 研究员, 博士生导师, 长期从事地膜覆盖及残留污染防治方面的研究。北京 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所农业部旱作节水重点实验室, 100081。Email: yanchangrong@caas.cn。

*通信作者: 刘勤, 男, 山东菏泽人, 博士, 助理研究员, 主要从事作物水分生产力空间分布及影响因素研究。北京 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所 农业部旱作节水重点实验室, 100081。Email: liuqin02@caas.cn。

提高地温、增强作物冠层基部光照强度、保持土壤水分、抑灭杂草和防止肥料流失与提高肥料利用率等功能^[7-11], 另一方面与中国农业生产的自然条件也密切相关, 即在季风气候条件下, 农业生产中面临的高温、低温、干旱和洪涝等自然灾害多, 作物生长所需要的环境要素经常剧烈变动, 而地膜覆盖所具有的功能恰好能够全部或部分应对和解决这些问题, 提高农作物对环境需求的满足度^[12]。与此同时, 中国地膜覆盖技术也存在滥用和泛用的问题, 一些地方在农业生产上采用“一覆了之”的作法, 不分季节、作物和气候条件, 误认为地膜覆盖时间越长, 作用越好, 这不仅没有能够合理利用地膜覆盖种植的功能, 浪费不必要的地膜投入, 增加农业生产成本, 同时, 也导致对地膜要求提高, 增加了地膜生产成本和难度, 尤其是在可降解地膜研究、生产和应用方面。因此, 根据区域农业自然条件、作物对光温和水分需求特点, 采用合理覆盖时间是地膜覆盖技术应用中亟需解决的问题。

基于地膜覆盖技术应用存在的不足和亟需解决问题, 本文提出了作物地膜覆盖安全期的概念。作物地膜覆盖安全期定义为“正常的自然条件和农事操作下, 作物在某一区域要求地膜覆盖营造光温、水肥环境的最佳天数, 并且过了这一天数, 地膜覆盖会对作物生理或农田生态环境产生负效益, 如, 抑制作物的生长发育对作物产量和品质的提升具有生理负效益; 对作物的生理负效益不明显, 但会显著增加残膜回收的成本, 降低回收或降解的效果对农田生态产生潜在危害”。在这个覆盖日数之前农田的地膜应该保持基本完整, 具有增温保墒和防除杂草等功能, 该日数之后, 地膜破裂或者是人工、机械去除地膜对作物生长和最终经济产量不产生影响。

2.2 作物地膜覆盖安全期的作用

明确作物地膜覆盖安全期至少有以下 3 个方面作用和意义。

首先, 有利于作物生产的高效管理。现有研究结果和农业生产实践活动已经证明, 不同作物种类或者同一种作物在不同区域对地膜覆盖的要求存在差异, 在作物生育前期, 大气温度和相对湿度低, 地表覆盖稀疏, 土壤蒸发强度大易于杂草生长, 地膜覆盖实现了增温保墒和抑制杂草的功能, 促进了出苗和生长发育进程的加快, 作物生育后期, 在气温高和作物冠层覆盖大的情况下, 地膜覆盖增温保墒和抑灭杂草功能大为降低或者基本消失, 延长覆盖不仅会抑制土壤微生物和根系呼吸, 降低根系的活性, 抑制土壤养分的活化, 常常使作物产生早衰。而且会增加地膜与土壤的黏附性能, 增加揭膜的机械阻力和破碎化程度。此时农田中地膜存在与否对作物生长促进作用甚小或者没有, 甚至会产生副作用。如在黄淮海平原, 覆膜棉花最好在 6 月底揭膜, 若继续覆膜会导致影响追施花铃肥、无法培土, 使得棉花抗倒伏能力差, 棉花产量降低; 在西南低海拔地区, 覆膜烟草应在覆膜 40~50 d 后揭膜, 以避免长期覆膜土壤表层水分富集, 水溶性和速效养分积聚, 烟株根系集中分布表土层的问题而导致在生育后期抗逆力弱, 易倒伏, 烟草品

质降低等问题^[13-14]。其次, 明确作物地膜覆盖安全期能够指导地膜生产, 覆盖在田间地膜能否保持完整受到多种因素的影响, 其中地膜本身特点是一个非常重要原因, 在环境条件一致情况下, 需要在田间保持完整的时间越长, 地膜耐候期也必须越长, 而地膜耐候期长短与生产成本密切相关。如以聚丁二酸丁二醇酯 (poly butylene succinate, PBS)、聚丁二酸/己二酸-丁二醇酯 (poly butylene succinate-co-terephthalates, PBSA)、聚丁二酸/对苯二甲酸丁二醇酯 (poly butylene succinate-co-terephthalates, PBST)、己二酸丁二醇酯和对苯二甲酸丁二醇酯的共聚物 (poly butylene adipate-co-terephthalate, PBAT) 和聚乳酸 (polylactice acid, PLA) 等完全生物降解材料生产地膜时, 为提高地膜抗拉强度和田间耐候性一般都通过增加地膜厚度来实现, 2011—2014 年, 德国 BASF 公司可生物降解地膜在新疆连续试验结果显示, 在田间地膜耐候性增加 10 d, 厚度需增加 2 μm (以 10 μm 厚地膜为基准), 生产成本将提高 15%~20%。通过明确特定区域和特定作物的地膜覆盖安全期, 地膜生产者就可生产出既能满足作物需求, 又能最大限度降低成本的降解地膜, 这对于未来可生物降解地膜的研究、生产和应用都具有十分重要的意义。第三, 明确作物地膜覆盖安全期, 可以指导地膜销售, 利于农民根据覆盖作物种类和生产条件选择合适的地膜, 避免在可生物降解地膜销售和应用中的盲目性。

3 作物地膜覆盖安全期估算方法

作物地膜覆盖安全期是一个全新的概念, 其估算方法也属空白。由于各地农业生产条件差异大, 地膜覆盖作用发挥的影响因素众多, 如果因素考虑太多太细可能使作物地膜覆盖安全期估算太繁杂而无法应用。因此, 鉴于其核心和实质是地膜对作物生长的增效作用维持天数, 笔者认为只要考虑增温保墒、抑灭杂草等关键要素即可。据此, 初步建立了 2 种作物地膜覆盖安全期的估算方法。

3.1 基于主要功能测定估算法

通过对作物覆盖地膜条件下土壤温度和水分的连续监测, 构建作物地膜覆盖与未覆盖农田土壤温度、水分的时序图, 通过研判 2 个处理地温和水分时序图的变化特点, 寻求二者的交汇或者重合点即地膜覆盖的增温保墒功能消失或者基本消失的时间节点, 从覆盖到这个日期的天数分别属于某种作物地膜覆盖的温度安全期和水分安全期。

图 1 显示了 2011 和 2014 年新疆石河子棉花全生育期棉田土壤 10 cm 处 (每 0.5 h 记录 1 次数据, 计算获得棉田土壤日均地温) 在覆膜和未覆膜裸地 2 种状态下的日均地温。数据表明在棉花播种后 70 d, 2 种处理的地温基本趋近一致, 这说明地膜覆盖的增温功能基本消失, 即可认为新疆石河子棉花地膜覆盖的温度安全期为 70 d。同样, 通过人工揭除地膜, 研究不同揭膜时间农田杂草种类和生物量的变化, 绘制作物不同时段揭除地膜后与一直覆膜农田杂草种类和生物量时序图, 寻找覆膜抑制杂草功能消失的时间节点, 确定作物地膜覆膜控制杂草安全期。最后通过作物多个单因素安全期叠加, 确定某种作物在某

一区域的地膜覆盖安全期。但为了适应生产实际,笔者认为可以将这个安全期确认为一个时间段,形成一个区间。

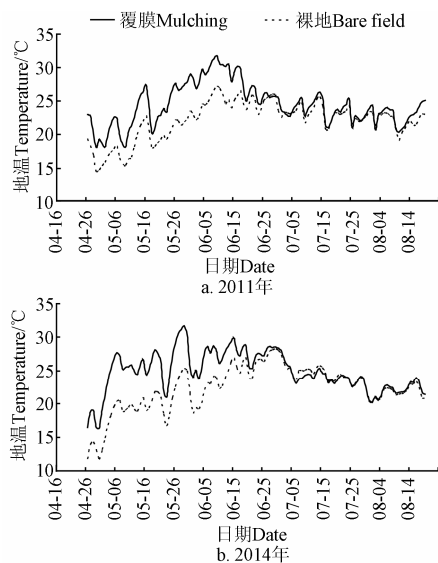


图1 新疆石河子棉田覆膜与裸地土壤温度比较图

Fig.1 Comparison chart of soil temperature for mulching and bare cotton field in Shihezi station, Xinjiang

3.2 基于农作物郁闭度估算法

采用既简单又准确的方法估算某一参数一直是科学研究追求的目标,作物地膜覆盖安全期也不例外。因此,借用森林科学中郁闭度的概念,用郁闭度来指示地膜覆盖功能变化状况,确定某一作物在某一区域地膜覆盖的安全期。在森林科学中,郁闭度是指森林中乔木树冠遮蔽地面的程度,它是反映林分密度的指标,它是以林地树冠垂直投影面积与林地面积之比,完全覆盖地面为1或100%^[15]。在本文中,作物郁闭度是指农作物冠层垂直投影面积与其生长农田面积之比。

利用郁闭度来确定作物地膜覆盖安全期包括以下步骤:1)系统测定作物郁闭度,并同时监测地膜增温保墒和抑灭杂草功能,建立作物郁闭度与地膜覆盖主要功能的关系曲线;2)通过对作物郁闭度与地膜覆盖主要功能关系曲线的研判,确定覆盖地膜功能消失时作物郁闭度,并将此值确认为该作物在该地区地膜覆盖功能消失的阈值;3)计算从作物覆膜起到作物郁闭度达到地膜覆盖功能消失的阈值的日数,以此确定作物地膜覆盖安全期。

由于是借用林学上郁闭度的概念,测定方法也同样如此,郁闭度有多种测定方法^[16]。可以采用仪器进行直接测定,获得作物郁闭度值,如用作物冠层仪可直接测定作物冠层开度,计算作物郁闭度直接用。考虑到测定方便,也可以采用样点法对作物郁闭度进行估算,具体是通过在农田内设置样点,判断样点是否为作物冠层遮盖,统计被遮盖样点数,计算郁闭度,即某种作物郁闭度为作物冠层遮盖样点数与样点总数的比值。该方法具有需要的工具少、作业方便、快速实用等特点。

通过系统监测作物全生育期郁闭度和地膜覆盖功能参数,建立作物郁闭度与地膜覆盖主要功能的关系曲线,综合研判后确定地膜覆盖功能消失时作物郁闭度阈值。

作物不同,或者同一种作物的种植区域环境存在差异,郁闭度阈值会存在差异,但总体上,某一具体区域的某种作物,其地膜覆盖功能消失时郁闭度阈值应基本一致和达到稳定,这个值大小主要与地膜覆盖对作物生长的增效作用密切相关,如北方寒旱区域,增温保墒是地膜覆盖的主要功效,抑灭杂草的作用相对较弱,对该地区大部分作物而言,在其增温保墒功能消失后,作物已经封垄,郁闭度较大,作物冠层下光照的不足使得杂草没法生长。而在南方热带、亚热带地区,作物生长所需要的温度和水分不是主要限制因子,抑灭杂草就成为了地膜覆盖的主要功能,在确定地膜覆盖功能消失郁闭度阈值时就要重点考虑这一点。已有研究结果显示,在新疆灌溉棉区,当棉花郁闭度达80%~90%时,地膜覆盖的增温和抑灭杂草功能基本消失,如果将棉花郁闭度达80%~90%与其生育期联系起来,大约在棉花盛花期,即7月初,此时冠层基部光截获率接近单叶光补偿点阈值,冠层覆盖度高,作物行间土壤无效蒸发占总蒸散的比例很小,据此可以进行棉花地膜覆盖安全期的估算。因此,可根据某一区域某一种作物地膜覆盖功能消失郁闭度阈值,确定作物地膜覆盖安全期,在实际应用中为了进一步简化操作,还可以将作物地膜覆盖功能消失郁闭度阈值与作物生育期进行关联,这样就可以用作物生育期来指示其地膜覆盖安全期。

4 结 论

总而言之,虽然过去30多年来地膜覆盖在全球范围得到了广泛应用,尤其是在中国,其应用面积和作用是其其他单项农业技术所难以企及的,但作物地膜覆盖安全期还是第1次被提出,其定义以及概念的内涵、外延都还需要进一步研究和明晰。笔者提出了基于主要功能测定和农作物郁闭度等2种估算方法,虽然这2种方法在新疆棉花、东北玉米、西南烟草种植中显示出一定的实用性,但尚处于起步阶段,需进行更加广泛研究、应用和完善。但无论如何,这一概念提出对于地膜覆盖技术合理利用具有十分重要的现实意义,它能为构建地膜覆盖技术适应性评价体系,明确中国地膜覆盖适宜区域的空间分异规律,形成中国地膜覆盖技术区域适宜性等级提供技术支撑,能够为生物降解地膜生产和应用提供直接技术支持。

[参 考 文 献]

- [1] 严昌荣,何文清,梅旭荣,等.农用地膜的应用与污染防治[M].北京:科学出版社,2010:76-86.
- [2] Liu Enke, Yan Changrong, He Wenqing 'White revolution' to 'white pollution'—agricultural plastic film mulch in China[J]. Environmental Research Letters, 2014, 9, 091001.
- [3] 中华人民共和国农业部,中国农业统计年鉴[M].北京:中国农业出版社,1983
- [4] 严昌荣,刘恩科,舒帆,等.我国地膜覆盖和残留污染特点与防控技术[J].农业资源与环境学报,2014,31(2):95-102. Yan Changrong, Liu Enke, Shu Fan, et al. Review of agricultural plastic mulching and its residual pollution and prevention measures in China[J]. Journal of Agricultural Resources and Environment, 2014, 31(2): 95-102. (in Chinese with English abstract)
- [5] Yan Changrong, He Wenqing, Neil C Turner, et al. Plastic-film mulch in Chinese agriculture: Importance and problems[J]. World Agriculture, 2014, 4(2): 32-36.

- [6] 中国农用塑料协会. 中国农用塑料薄膜市场深度研究及发展趋势预测报告(2012—2015 年)[R]. 中国行业报告网, 2014.
- [7] Chen Yanlong, Liu Ting, Tian Xiaohong, et al. Effects of plastic film combined with straw mulch on grain yield and water use efficiency of winter wheat in Loess Plateau[J]. *Field Crops Research*, 2015, 172: 53—58.
- [8] Candido V, D' Addabob T, Miccolisa V, et al. Weed control and yield response of soil solarization with different plastic films in lettuce[J]. *Scientia Horticulturae*, 2011, 130(3): 491—497.
- [9] Tiwari K N, Singh A, Mal P K. Effect of drip irrigation on yield of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata) under mulch and non-mulch conditions[J]. *Agricultural Water Management*, 2003, 58(1): 19—28.
- [10] Tiwari K N, Mal P K, Singh R M, et al. Response of okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench.) to drip irrigation under mulch and non-mulch conditions[J]. *Agricultural Water Management*, 1998, 38(2): 91—102.
- [11] Qin Ruijun, Gao Sudan, Jason A McDonalds, et al. Effect of plastic tarps over raised-beds and potassium thiosulfate in furrows on chloropicrin emissions from drip fumigated fields[J]. *Chemosphere*, 2008, 72(4): 558—563.
- [12] 杜少平, 马忠明, 薛亮. 不同覆膜方式对旱砂田西瓜土壤温度及产量和品质的影响[J]. *土壤通报*, 2011, 42(2): 325—330. Du Shaoping, Ma Zhongming, Xue Liang. Influence of different approaches of plastic film mulching on soil temperature, yield and quality of watermelon in gravel-mulched field[J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 2011, 42(2): 325—330. (in Chinese with English abstract)
- [13] 肖汉乾, 何录秋, 王国宝. 烤烟地膜覆盖栽培的负效应及其调控措施[J]. *耕作与栽培*, 2002(3): 16, 57. Xiao Hanqian, He Luqiu, Wang Guobao. The negative effect and control measures of mulching cultivation for flue-cured tobacco[J]. *Tillage and Cultivation*, 2002(3): 16, 57. (in Chinese with English abstract)
- [14] 杨峰钢, 陈益银, 高致明, 等. 不同时间揭膜对烤烟生长发育和品质的影响[J]. *安徽农业科学*, 2007, 35(29): 9283—9284, 9306. Yang Fenggang, Chen Yiyin, Gao Zhiming, et al. Effect of film uncovering time on the development and quality of flue-cured tobacco[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2007, 35(29): 9283—9284, 9306. (in Chinese with English abstract)
- [15] 余冬立, 刘营营, 邵明安, 等. 黄土坡面不同植被冠层降雨截留模型模拟效果及适用性评价[J]. *农业工程学报*, 2012, 28(16): 115—120. She Dongli, Liu Yingying, Shao Ming'an, et al. Simulated effects and adaptive evaluation of different canopies rainfall interception models in Loess Plateau[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2012, 28(16): 115—120. (in Chinese with English abstract)
- [16] 李永宁, 张宾兰, 秦淑英, 等. 郁闭度及其测定方法研究与应用[J]. *世界林业研究*, 2008, 21(1): 40—45. Li Yongning, Zhang Binlan, Qin Shuying, et al. Review of research and application of forest canopy closure and its measuring methods[J]. *World Forestry Research*, 2008, 21(1): 40—45. (in Chinese with English abstract)

Concept and estimation of crop safety period of plastic film mulching

Yan Changrong^{1,2}, He Wenqing^{1,2}, Liu Enke^{1,2}, Lin Tao³, Pasquale Mormile⁴, Liu Shuang^{1,2}, Liu Qin^{1,2*}

(1. *Institute of Environment and Sustainable Development in Agricultural, CAAS, Beijing 100081, China;* 2. *Key Laboratory of Dryland Agriculture, Ministry of Agriculture, Beijing 100081, China;* 3. *Economical Crop Research Institute, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China;* 4. *Institute of Cybernetics of the Italian National Council of Research, ICIB-CNR. Pozzuoli (Na) 80078, Italy*)

Abstract: Plastic mulching film plays an important role in development of agriculture. However, a series of problems such as pollution of plastic film residue left in the field occur. It is required to make a reasonable assessment on film mulching and rationally utilize it. Based on its application, this study proposed a concept of crop safety period of plastic film mulching, and its estimation methods. Crop safety period through plastic film mulching means the appropriate choice of a photo-selective mulch film according to the transplant season, to the pedoclimatic conditions of the area under cultivation and, finally, to the type of crop. In the days before the transplant, the plastic mulching film should be basic whole, and it works to decrease soil moisture evaporation, to warm soil and to prevent weeds. Successively, these functions almost reduce. The selection of crop safety period of plastic film mulching is helpful to manage agricultural activities efficiently; guiding film makers to produce both meet the demand of production and lower cost of plastic products; to help farmers due to the types of crop and production conditions choosing appropriate plastic mulch film. Based on measurement of function of plastic film mulching, and crop canopy density, 2 kinds of method were established. The first one is to continuously monitor soil moisture, temperature and weed control, to build relationship between the function of soil temperature, moisture, weed suppression and mulching treatments, with that to seek the intersection of them. The coincidence point means functions disappear of plastic mulching and the days from starting mulching to this date is a certain crop safety period in a certain site. The second is crop canopy density to determine crop safety of plastic film mulching period, which includes 2 steps: to measure the change of crop canopy density, and the functions (soil temperature and moisture etc.) of mulching under no mulching and mulching at same time, to establish the curve of crop canopy density and the main function of plastic film in order to cross the best condition between crop canopy density and the contribute of mulch films aimed to the determination of the ideal crop safeguard period. All in all, plastic mulching film has been widely used in global, especially in China, in the past 30 years, and its application area and efficacy works better than any other agronomic practices. Concept of crop safety period of plastic film mulching has been firstly proposed in this paper, and further research in the connotation and extension of its definition still need to be developed. Moreover, the mentioned estimation methods around crop safety period of plastic film mulching showed some usefulness in cotton in Xinjiang, corn in Northeast and tobacco in southwest planting, but more extensive research, application and improvement were needed by far. The findings from this research provide an important information base for improving adaptability evaluation system of plastic mulching film, investigating the spatial pattern of plastic mulching film utilization, and biodegradable plastic film production and application.

Key words: crops; estimation; plastic films; mulching; safety period; concept definition; methods