

新疆典型覆膜地区地膜覆盖技术应用及贡献分析

乔迪¹, 鲍龙龙¹, 林涛², 汤秋香^{1*}

(1. 新疆农业大学农学院, 新疆乌鲁木齐 830052; 2. 新疆农业科学院经济作物研究所/农业农村部荒漠绿洲作物生理生态与耕作重点实验室, 新疆乌鲁木齐 830091)

摘要 [目的]为明确新疆地膜覆盖栽培技术的应用及贡献情况。[方法]查询 2000—2018 年《新疆生产建设兵团统计年鉴》和《中国农村统计年鉴》及 1990—2021 年的相关文献。[结果]地膜覆盖在新疆农业生产中具有重要贡献, 2000—2018 年间, 地膜的使用量总体呈现逐年增长的趋势。地膜覆盖变化率与主要作物单位面积变化率呈正相关, 覆膜变化率从 2002 年的 0.127 增加到 2018 年的 1.893, 相应的单产变化率从 0.270 增加到 2.112。此外, 地膜覆盖面积同化学除草、病虫害防治面积相比, 对产量的贡献率达到了 0.534 8, 仅次于化学除草面积, 表明地膜覆盖对产量的提高有积极的作用。在农资投入方面, 与众多农资投入指标相比, 地膜投入费用与主要作物产量的关联度位居第二, 达到了 0.426 4。[结论]综上所述, 地膜覆盖对新疆作物生产的贡献明显, 研究其具体贡献状况有助于对新疆地膜覆盖栽培技术应用提供理论依据。

关键词 地膜使用量; 覆盖面积; 灰色关联法; 产量; 贡献率

中图分类号 F323.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)07-0226-05

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2023.07.052



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis of the Application and Contribution of Mulching Technology in Typical Mulching Areas of Xinjiang

QIAO Di¹, BAO Long-long¹, LIN Tao² et al (1. College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. Institute of Cash Crops, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Crop Physiology, Ecology and Farming in Desert Oasis, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Urumqi, Xinjiang 830091)

Abstract [Objective] To clarify the application and contribution of ground film mulching cultivation technology in Xinjiang. [Method] We queried the Xinjiang Production and Construction Corps Statistical Yearbook and China Rural Statistical Yearbook from 2000 to 2018 and the related literature from 1990 to 2021. [Result] Mulch had an important contribution in agricultural production in Xinjiang, and the use of mulch showed an overall trend of year-on-year increase from 2000 to 2018. The rate of change of mulch cover showed positive correlation with the rate of change of unit area of major crops, with the rate of change of mulch cover increasing from 0.127 in 2002 to 1.893 in 2018, and the corresponding rate of change of yield increased from 0.270 to 2.112. In addition, the contribution of mulch cover area to yield compared with chemical weed control and pest control area reached 0.534 8, second only to chemical weed control. Results indicated that mulching had a positive effect on yield improvement. In terms of agricultural inputs, the correlation between mulch input cost and yield of major crops was the second highest compared with many agricultural input indicators, reaching 0.426 4. [Conclusion] The contribution of mulch to crop production in Xinjiang was obvious, and the study of its specific contribution status provided a theoretical basis for the application of mulch cultivation technology in Xinjiang.

Key words Usage of mulching film; Mulch covered area; Gray correlation method; Yield; Contribution rate

新疆是全国地膜覆盖栽培技术应用面积最大、地膜使用量最多的省区。地膜覆盖栽培技术的推广使用能够对作物的种植起到增温^[1-3]、保墒^[4-5]、抑盐^[6-7]、防草^[8-9]等作用。基于以上优势,我国地膜使用量从 1982 年 0.6 万 t 增加到 2019 年的 137.9 万 t,增长了 220 多倍。农作物地膜覆盖面积也一直保持增长态势,从 1982 年农作物地膜覆盖面积仅为 11.7 万 hm² 到 2019 年农作物地膜覆盖面积达 1 762.81 万 hm²^[10]。为此,研究地膜对农田作物的贡献状况具有明显意义。有研究表明,与常规淹水稻田相比,覆膜旱作可显著降低水稻纹枯病的发生程度。在设施蔬菜栽培中,地膜覆盖也能减轻病害(如黄瓜霜霉病、番茄轮纹病)的发生概率,且黑色或银灰色反光膜在除草和避蚜方面也有较好的效果^[11]。同时地膜还能抑制田间杂草生长,对旱地杂草的防除效果高达 90%且防效稳定,给农户带来了较大的经济效益^[8,12]。通过对比不同地膜对杂草防治效果的研究,结果显

示与裸地相比,覆盖地膜可以使膜间杂草量降低 40.2%~71.7%,膜内杂草量降低 19.3%~36.0%^[13]。地膜的颜色对害虫的防治效果也有影响,与覆盖普通无色膜相比,覆盖特制地膜和银灰色地膜对花生蚜、叶螨、蓟马^[14-15]、棉铃虫发生和为害程度有显著的抑制效果^[16]。此外,地膜覆盖也能提高土壤温度,促进土壤微生物活动,提高作物产量和肥料的利用效率等^[17-19]。综上,许多学者针对地膜覆盖技术、地膜覆盖对作物及农田环境状况的影响进行了大量的研究,但对地膜的具体贡献情况鲜有报道。鉴于此,笔者以新疆典型地膜覆盖地区为例,分析地膜使用现状以及地膜覆盖与作物产量和农业投入的变化关系,旨在客观总结出新疆典型地区地膜覆盖技术对农业生产的贡献情况。

1 材料与方法

1.1 数据收集 通过调查统计年鉴,查找新疆典型地膜覆盖地区的地膜使用量、作物年间化学除草面积、病虫害防治面积、农资投入情况等数据。其中,典型覆膜地区包括阿克苏地区第一师、库尔勒地区第二师农场、喀什地区第三师农场、伊犁地区第四师农场、博尔塔拉地区第五师、昌吉地区第六师、奎屯第七师、石河子第八师、塔城地区第九师以及阿勒泰第十师农场等。涉及的新疆兵团地膜使用量、覆盖面积、化学除草面积、病虫害防治面积数据来源于 2000—2018 年《新

基金项目 国家自然科学基金项目(31960386);新疆维吾尔自治区重大科技专项(2020A01002-4);新疆维吾尔自治区高校科研计划项目(XJEDU2019I012)。

作者简介 乔迪(1998—),女,新疆喀什人,硕士研究生,研究方向:农田生态环境。*通信作者,教授,博士,博士生导师,从事农田生态环境研究。

收稿日期 2022-04-24

疆生产建设兵团统计年鉴》,其他县市地膜使用量、农资投入数据来源于2000—2018年《中国农村统计年鉴》。

1.2 数据分析 通过计算年际间地膜使用量变化率与棉花单产年际变化率来反映地膜使用对产量的贡献。计算公式如下:

$$\text{年际变化率: } m = \left\{ \left(\frac{B}{A} \right) \frac{1}{N-1} \right\} - 1$$

式中, B 是末年数值, A 是首年数值, N =末年年份-首年年份+1。

灰色关联分析(grey relation analysis, GRA)作为一种多因素的统计分析方法而被广泛应用,该分析方法可以弥补数理分析方法对样本容量和样本概率分布的局限性。评价地膜使用的贡献,最直观的指标就是作物产量。依据灰色系统理论将作物产量看成一个灰色系统,将可能影响该系统的要素看成一个因素。通过灰色关联分析法,综合性评价农业生产投入对农业产出的影响程度。灰色关联分析步骤如下:

1.2.1 确定母序列。母序列(参考序列,为新疆维吾尔自治区2000—2018年的作物产量序列)和子序列(比较序列,需要确立顺序的因素序列,即地膜覆盖面积、病虫害防治面积、化学除草面积)。 $x_i(k)$ 表示第*i*个因素的第*k*个数值。第一个因素是地膜覆盖面积, $x_1(1)$ 表示地膜覆盖面积在2000年的取值,也就是470.52, $x_1(2)$ 是2001年的取值,而 $x_2(1)$ 表示病虫害防治面积在2001年的数值,以此类推。 $x_0(k)$ 表示母序列, $i \geq 1$ 的表示子序列,即要分析的要素的序列。 n 为每个向量的维度,即每个元素的特征的数量, n 分别为19和16,因为有2019和2016年的数据,代表十九维和十六维向量。

1.2.2 无量纲化处理。将不同质的指标和初始数值进行无量纲化处理,减少数据绝对数值的差异,将每个统一到近似的范围内,关注其动态变化。选取的归一化处理方法为初值化处理,即把这个序列的数据除以最开始的值,由于同一个因素获得序列的量级差别不大,故处理后即能归一化到1的量级附近。计算公式如下:

$$x_i(k)' = x_i(k) / x_i(1) \quad (i = 1, \dots, m, k = 1, \dots, n)$$

式中, m 为因素个数, n 为每个因素的数据维度, $n = 19, m = 3$ (目标是看3个因素,即地膜覆盖面积、病虫害防治面积、化学除草面积和作物产量的关联,数据维度为19,即19年。计算公式如下:

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \cdot \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \cdot \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

式中, ρ 为分辨系数,一般在0~1范围内取值,通常取 $\rho = 0.5$ 。

1.3 统计分析 采用Microsoft Excel 2019和DPS数据处理软件进行数据整理和分析作图。

2 结果与分析

2.1 新疆地膜使用情况 由图1可知,地膜覆盖量在年际间整体呈现上升趋势。当前,中国农用地膜使用量近 2.41×10^6 t,新疆农田地膜使用量已超过 2×10^5 t,据《中国农村统计年鉴》的数据显示,2019年全国及新疆农田地膜覆盖总面积分别为 1.76×10^7 和 3.55×10^6 hm^2 ,新疆当年农田地膜总覆盖面积约占中国当年农田地膜总覆盖面积的20.17%;2000—2018年间,新疆地膜使用量呈现逐年上升趋势,地膜覆盖栽培技术在新疆得到迅速发展。

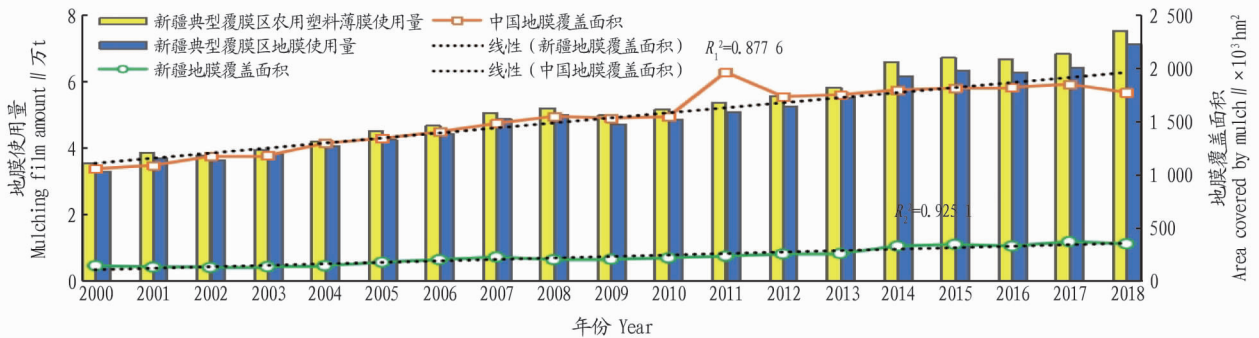


图1 年际间地膜使用情况比较

Fig. 1 Comparison of inter-annual mulch use

农用塑料薄膜主要是棚膜和地膜,地膜依然占有很大的比例。年际间,新疆典型地区的地膜使用量总体呈现上升趋势,目前农用塑料薄膜使用仍以地膜为主,在调查所涉及年际间均占到了地膜总量的60%,最高可达96%。其中,2018年间农用塑料薄膜使用量和地膜使用量较2000年分别增加了约1.13和1.16倍。

2.2 新疆不同地区地膜使用情况与年际变化率变化情况 由图2可知,年际间,新疆地膜覆盖量总体呈现增长趋势。主要地区2009和2014年出现了明显增长,较1999年分别增长了1.43和1.77倍。2000—2018年间地膜总使用量

以一师和八师较多,分别达到了185 960和228 473 t,两地对于调查地区总地膜覆盖的贡献率分别达到了19.54%和24%,其中八师的地膜使用量超过了调查总地区的1/4以上,可见南疆对地膜需求量依然很大,说明地膜在农业生产中具有重要使用价值。

由表1可知,新疆主要地州2018年的覆膜面积中,南疆主要地区总体多于北疆,南疆属阿克苏和喀什最多,分别是60 558和501 970 hm^2 ,分别占到地膜覆盖的20.96%和17.37%。这一差异可能不仅仅是因为南疆地区具有干旱少雨的自然气候特点和独特的地理位置,同时南疆也是棉花的

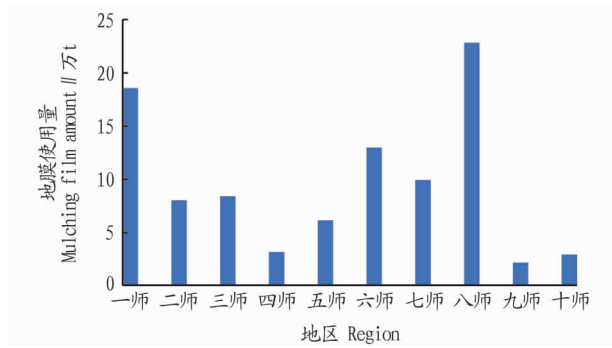


图2 2019年主要地区地膜使用量比较

Fig. 2 Comparison of mulch use in major regions in 2019

主栽区,棉花是南疆最具规模种植优势的经济作物,也是使用地膜最多的作物,覆盖率近100%。

表1 2018年不同地区地膜使用情况比较

Table 1 Change of mulch use in different regions in 2018

新疆各地州 Xinjiang prefecture	新疆生产建设兵团 Xinjiang Production and Construction Corps	地膜覆盖 面积比重 Proportion of area covered with ground cover//%	地膜覆盖 面积比重 Proportion of area covered with ground cover//%
阿克苏 Aksu region	一师	20.96	14.04
喀什 Kashgar region	二师	17.37	7.07
伊犁州 Ili Kazakh Autonomous Prefecture	三师	17.85	6.87
塔城 Tacheng region	四师	13.38	3.64
巴州 Bayin Goleng Prefecture	五师	10.94	6.36
昌吉州 Changji Prefecture	六师	10.45	16.16
博州 Botala Mongol Autonomous Prefecture	七师	5.36	13.03
阿勒泰 Altay prefecture	八师	0.58	26.16
哈密 Hami region	九师	1.47	2.12
和田 Khotan region	十师	1.64	4.55

注:数据来源于《新疆生产建设兵团统计年鉴2018》《中国农村统计年鉴2018》。

Note: Data were from Xinjiang Production and Construction Corps Statistical Yearbook 2018 and China Rural Statistical Yearbook 2018.

主要地区地膜覆盖变化率与产量变化率同样也呈现逐年增长的趋势,总体来看,地膜覆盖对于新疆农业生产来说,已经发挥着越来越重要的作用,在环境相似的同等地力条件下,地膜覆盖变化率与新疆主栽经济作物棉花单量变化率呈正相关,覆膜变化率从2002年的0.127增加到2018年的1.893,相应的单产变化率从0.270增加到2.112。这说明地膜对作物产量提高有巨大的作用,对农业生产也作出了不可忽视的贡献。

2.3 覆盖面积、化学除草、病虫害防治面积与作物产量的灰色关联分析

将初始数据进行灰色关联分析,结果显示在2000—2018年间,对新疆生产建设兵团主要作物产量影响最大的因素是化学除草面积,可见草害的防治效果对于作物产量影响较大(表2)。其次是地膜覆盖面积,对于作物产量的贡献率比病虫害防治面积高出0.0026(表3)。在2016年间,地膜覆盖作物面积对作物产量的贡献率高达0.6669,可能是由于2016年的政策变化,新疆生产建设兵团开始完全

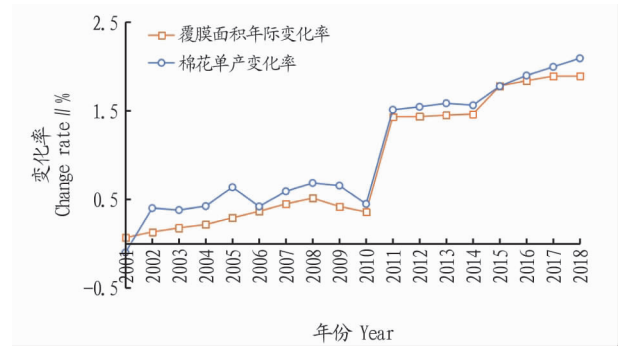


图3 2001—2018年地膜覆盖变化率与棉花单位面积产量变化率比较

Fig. 3 Comparison of change rates of mulch cover and cotton yield per unit area in 2001—2018

使用生物降解地膜,表明地膜覆盖对作物产量的贡献较大。

表2 2000—2018年关联系数比较

Table 2 Comparison of correlation coefficients in 2000—2018

年份 Year	主要作物产量 Main crop yield	地膜覆盖 面积 Area covered by mulch	病虫害 防治面积 Pest and disease control area	化学除草 面积 Chemical weed control area
2000	1.00	0.569 6	0.787 9	0.623 9
2001	1.00	0.548 9	0.689 2	0.700 8
2002	1.00	0.615 1	0.630 5	0.800 6
2003	1.00	0.611 5	0.669 6	0.730 3
2004	1.00	0.571 8	0.665 6	0.704 7
2005	1.00	0.582 3	0.655 6	0.646 5
2006	1.00	0.658 3	0.733 9	0.717 1
2007	1.00	0.541 6	0.615 9	0.659 9
2008	1.00	0.381 0	0.460 0	0.477 8
2009	1.00	0.349 4	0.445 1	0.433 7
2010	1.00	0.539 1	0.441 4	0.441 7
2011	1.00	0.481 9	0.401 7	0.401 9
2012	1.00	0.389 3	0.340 5	0.340 6
2013	1.00	0.383 0	0.347 0	0.347 0
2014	1.00	0.381 4	0.333 3	0.339 2
2015	1.00	0.580 7	0.445 8	0.580 7
2016	1.00	0.666 9	0.460 4	0.666 9
2017	1.00	0.647 7	0.481 2	0.647 7
2018	1.00	0.662 2	0.506 6	0.662 2

表3 评价项关联度分析

Table 3 Analysis of correlation degree of evaluation items

评价项 Evaluation items	关联度 Correlation degree	排名 Rank
地膜覆盖面积 Area covered by mulch	0.534 8	2
病虫害防治面积 Pest and disease control area	0.532 2	3
化学除草面积 Chemical weed control area	0.574 9	1

2.4 农资投入与作物产量的灰色关联分析 在2002—2017年的作物产量中,化肥和农膜投入的费用对作物产量的贡献最大,与作物产量指数的灰色关联度分别为0.4509和0.4264(图4)。化肥投入是影响作物产量的关键因素,其余各影响因素表现为农膜费>种子费>农药费,农膜费对产量的

贡献居于第 2 位,是新疆农业生产不可缺少的因素。

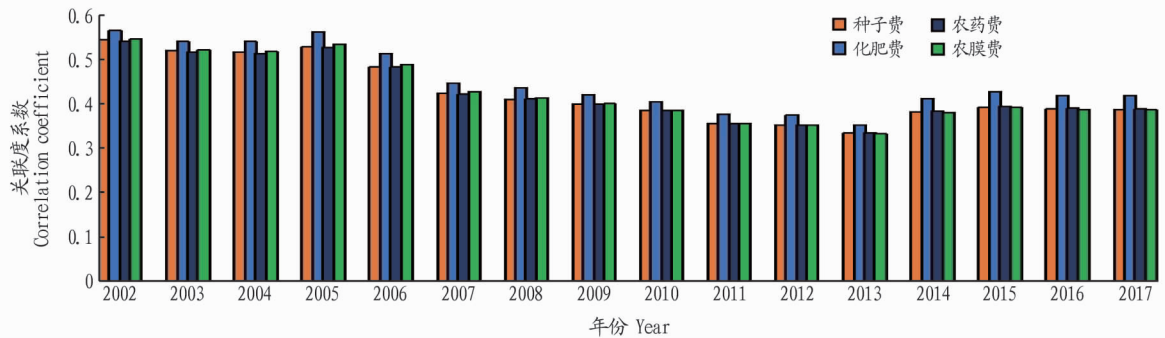


图 4 2002—2017 年农资投入与作物产量的灰色关联比较

Fig. 4 Comparison grey correlation between agricultural inputs and crop yield in 2002–2017

3 讨论

3.1 新疆地膜使用的年际变化率情况 由于新疆独特的地理地质,新疆地膜使用量和变化率总体呈现逐年上升的趋势,成为农业生产中不可或缺的生产资料。已有前人证明,采用地膜覆盖栽培措施,能够有效降低土层的盐碱化程度,使得宜耕面积增加^[20-21]。新疆地膜使用趋势也与地膜本身的增温保墒对种植业的效应有关,覆膜能够有效提高土层温度、作物冠层气温等^[22]。地膜的保墒抗旱性能可以降低土壤水分的蒸发,提高农作物的水分利用率,促进其生长^[23]。此外,地膜覆盖能起到很好的阻雨防渍作用,使膜外的雨水难以进入膜内,防止不良天气可能引起的农业灾害^[24]。在我国北方,覆膜也能促进种子早发,有效减少低温冷害带来的损失^[25],这可能也是新疆地膜使用量不断增加的原因所在。随着工业技术的发展,地膜在原有的基础上也发展出了许多不同的类型,以满足农业生产和生态保护的需求。在新疆不同地区分布上,南疆使用量要多于北疆,因为南疆是棉花的主要种植区域,棉花的需膜量较大,也可能是因为南、北疆不同的作物布局 and 不同作物的生理特征而引起的差异,这与周明冬等^[26-27]调研结果一致。综上所述,地膜在新疆农业中的地位十分重要。但该研究只考虑了新疆典型的主要覆膜地区,因此数据不够全面,存在一定的局限性。

3.2 地膜覆盖、化学除草、病虫害防治面积对作物产量的影响 在地膜覆盖面积、化学除草、病虫害防治面积对作物产量的影响中,化学除草的防治效果对主要作物的产量起关键作用,其影响要大于覆膜面积和病虫害防治面积。农田杂草对于农业生产极其不利,特别是在新疆,杂草种类丰富且复杂,严重危害作物的正常生长,而对于杂草的防治,人工除草不仅费时费力,用工成本也很高,故化学除草技术被广泛应用,可以在保证作物产量的同时节省人工除草的投入成本,对农业生产有着积极的作用^[28]。徐亚秋等^[29-30]也指出,地膜也能够改变杂草的适宜生存环境从而达到除草效果,这与张德玉等^[31-32]的研究结果相悖,即覆膜反而会滋生杂草且对除草时间要求较严格。地膜覆盖面积对作物产量的关联度仅次于化学除草面积,表明地膜对作物产量的贡献巨大。前人研究表明,与平作不覆膜相比,全覆盖和半覆盖的方式均能提高土壤表层温度,促进夏玉米生长和地上部生物量的积

累,从而提高玉米产量^[33]。在地膜覆盖对小麦的增产机制上,Zhu 等^[34]认为覆膜对作物根际微环境有改善作用,包括土壤水热状况、养分状况等,从而提高作物产量。陈利军等^[35]通过大量的文献调查并结合 Meta 分析,指出与不覆膜相比,地膜覆盖对棉花、玉米、小麦等 6 种作物产量变化呈显著正相关。此外,该研究还从农资投入方面考虑,对比表明地膜投入费用与作物产量的关联程度要强于种子和农药投入费用,表明地膜使用对作物生产的贡献较大。但是由于该研究仅选取了新疆典型的覆膜地区进行分析,并且数据较为宏观,故难以从试验尺度进行说明。

3.3 地膜覆盖对杂草防治的影响 随着当前农业对地膜栽培环境的需求,结合一些先进的高分子生物化学技术,不同功能的新型地膜也屡见不鲜,在农业生产中也得到了一定的认可。高旭华等^[36]通过研究证明了玉米专用除草地膜能有效防治田间一年生杂草,覆膜后 60 d 对杂草的防效均可达到 80%,同时覆盖该地膜能有效提高玉米籽粒的产量。同样,添加了改性除草母粒的地膜在花生覆膜后 60 d 内对双子叶和单子叶的杂草有效防除效果可高达 90%^[37],但除草地膜的效果也会因为杂草种类和地膜的颜色与材质的原因而各不相同,黑膜和灰黑膜透光率低,致使膜下杂草缺少阳光,具有较好的除草作用,但是在切实考虑农资情况来说,该类地膜较厚、用量较大、成本较高,将会导致栽培经济效益较低。随着对地膜种类和实际应用需求的不断增加,结合大田生产的效益评估地膜在农业生产实际贡献的方法体系有待完善。此外,地膜覆盖带来巨大贡献的同时,也带来了诸多生态环境问题,残留在土壤中的农用薄膜碎片成为污染土壤的重要因素,解决地膜污染问题也成为未来工作的重点。

4 结论

(1) 该研究系统梳理了 2000—2018 年新疆主要地区地膜栽培覆盖情况,分析了地膜覆盖年际间变化和新疆不同地区地膜使用情况,从新疆覆盖大趋势来看,年际间的覆盖量总体呈现逐年增长的趋势。

(2) 利用灰色关联度分析法,将地膜覆盖、化学除草、病虫害防治面积及农资投入情况对作物产量的影响程度进行分析,指出农业地膜投入情况与作物产量的关联度较强,具有一定的积极作用,对于新疆农业生产也作出了极其重要的

贡献。

参考文献

- [1] 高真伟,王冬梅,展广军,等.水田覆膜对稻作生长的影响[J].垦殖与稻作,2001(2):11-13.
- [2] WU Y, HUANG F Y, ZHANG C, et al. Effects of different mulching patterns on soil moisture, temperature, and maize yield in a semi-arid region of the Loess Plateau, China[J]. Arid land research and management, 2016, 30(4):490-504.
- [3] 张俊丽,索龙,景鹏娟,等.生物降解地膜的增温保墒及增产效应研究进展[J].农业与技术,2021,41(15):113-115.
- [4] 严小峰,刘艳军,黄俊轩,等.冰灯玉露松散型胚性愈伤组织的诱导方法[J].天津农业科学,2017,23(7):21-24,36.
- [5] 杨晓东.地膜覆盖技术探讨[J].农业科技与装备,2016(3):49-50,53.
- [6] 王雅琴,刘洪光,朱拥军.重盐碱地膜下滴灌土壤盐分运移规律研究[J].灌溉排水学报,2010,29(3):58-60.
- [7] 邓方宁,林涛,何文清,等.生物降解地膜覆盖对棉田土壤水-热-盐及产量的影响[J].生态学杂志,2020,39(6):1956-1965.
- [8] 陈明周,黄瑶珠,杨友军,等.花生除草地膜对田间杂草防除及花生产量的影响研究[J].广东农业科学,2008(6):35-38.
- [9] SHILPA, SHUKLA Y R, BIJALWAN P, et al. Mulch cover management for improving weed control in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) production[J]. Journal of experimental agriculture international, 2020, 42(8):37-43.
- [10] 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,1982-2012.
- [11] 王金山,刘涛.设施蔬菜病害绿色防控技术[J].现代农村科技,2020(10):31-33.
- [12] 徐军,刘中新.地膜花生的气象效应和经济效益[J].湖北农业科学,2020,59(S1):155-157,160.
- [13] 门洪文,黄庆银,陆广梅,等.不同地膜覆盖对谷子产量及田间杂草防除影响[J].农业科技通讯,2022(3):117-120.
- [14] 杨军章,龚林,马岩,等.有色地膜覆盖对烟草番茄斑萎病毒病发生的影响[J].贵州农业科学,2022,50(2):38-43.
- [15] 王路伟.有色地膜对蒜田主要害虫种群动态和大蒜生长的影响[D].泰安:山东农业大学,2019.
- [16] 夏楠楠.有色地膜对花生田害虫优势种和花生生长的影响[D].泰安:山东农业大学,2018.
- [17] 国家统计局农村经济调查司.中国农村统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2018.
- [18] 代亚妮,卫引菊,王海燕.降解地膜是农用塑料膜发展的必然趋势[J].陕西农业科学,2003(6):32-34.
- [19] 新疆统计局.新疆农业统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2005.
- [20] 赵永敢,王婧,李玉玉,等.秸秆隔层与地膜覆盖有效抑制潜水蒸发和土壤返盐[J].农业工程学报,2013,29(23):109-117.
- [21] 付恒阳,朱拥军,王雅琴.干旱区大田膜下滴灌对土壤盐分的影响[J].灌溉排水学报,2013,32(2):19-22.
- [22] ZHOU L M, LI F M, JIN S L, et al. How two ridges and the furrow mulched with plastic film affect soil water, soil temperature and yield of maize on the semiarid Loess Plateau of China[J]. Field crops research, 2009, 113(1):41-47.
- [23] DENG X P, SHAN L, ZHANG H P, et al. Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China[J]. Agricultural water management, 2006, 80(1/2/3):23-40.
- [24] 曾红远,熊路,吴佳宝,等.农作物覆膜栽培研究进展[J].湖南农业科学,2012(11):32-34.
- [25] 银敏华,李援农,申胜龙,等.中国可降解膜覆盖对玉米产量效应的Meta分析[J].农业工程学报,2017,33(19):1-9.
- [26] 周明冬,侯洪,董合干,等.新疆农用地膜应用与残留污染现状分析[J].浙江农业科学,2015,56(12):2058-2061.
- [27] 刘超吉,侯书林,甄健民,等.南疆棉田残膜污染现状及防治途径[J].农业工程,2018,8(3):45-51.
- [28] 朱懿.不同除草剂对机直播稻田杂草控制及水稻生长和产量的影响[D].雅安:四川农业大学,2015.
- [29] 徐亚秋,廖文君.地膜对土壤环境的影响[J].现代农业科技,2014(10):229.
- [30] 越亚丽.马铃薯地膜覆土除草试验与示范效果初探[J].中国农技推广,2019,35(9):88-90.
- [31] 张德玉,王松,陈昆,等.邳州市地膜大蒜草害发生特点及综合防治技术[J].现代农业科技,2006(10):80.
- [32] 李宪生,刘留,孙光天.地膜大蒜草害发生特点及综合防治技术[J].现代农业科技,2010(20):214.
- [33] 王锐,郭怡婷,王乃江,等.地膜覆盖对夏玉米籽粒灌浆过程及产量的影响[J].节水灌溉,2021(9):71-76.
- [34] ZHU Y, CHEN Y L, GONG X F, et al. Plastic film mulching improved rhizosphere microbes and yield of rainfed spring wheat[J]. Agricultural and forest meteorology, 2018, 263:130-136.
- [35] 陈利军,宝哲,林涛,等.基于Meta-analysis的新疆主要作物地膜覆盖产量及水分利用效率分析[J].生态学杂志,2022,41(4):661-667.
- [36] 高旭华,黄健,黄瑶珠,等.玉米专用除草地膜田间应用效果研究[J].农学学报,2014,4(3):11-13,34.
- [37] 谢东,杨友军,潘东英,等.聚乙烯除草地膜的制备及其结构与性能研究[J].塑料科技,2015,43(2):65-68.

(上接第203页)

参考文献

- [1] 司晓喜,汤建国,朱瑞芝,等.两种抽吸模式下电加热不燃烧卷烟烟气溶胶的粒径分布[J].烟草科技,2018,51(8):47-52.
- [2] 刘广超,刘鸿,张玮,等.调节湿度对国外两款市售加热卷烟烟气主要成分逐口释放行为的影响[J].烟草科技,2021,54(9):40-47.
- [3] 郑绪东,李志强,王程娅,等.不同加热温度下电加热不燃烧卷烟烟气释放特性研究[J].安徽农业科学,2018,46(36):168-171.
- [4] 周慧明,刘鸿,刘广超,等.自制研究平台不同加热温度下电加热卷烟主要成分的释放行为[J].烟草科技,2021,54(6):50-57.
- [5] 韩敬美,张明建,尚善斋,等.不同滤嘴结构的电加热烟草产品烟气主要成分逐口释放规律研究[J].中国烟草学报,2021,27(1):1-7.
- [6] 王珂清,秦艳华,吴洋,等.加热卷烟烟气中氨释放特性研究[J].中国烟草科学,2021,42(6):74-78.
- [7] 何红梅,尤晓娟,刘献军,等.8种中心电加热卷烟烟气释放特性分析[J].食品与机械,2021,37(11):44-49.
- [8] 龚淑果,刘巍,黄平,等.加热不燃烧卷烟烟气主要成分的逐口释放行为[J].烟草科技,2019,52(2):62-71.
- [9] 王乐,王亚林,李志强,等.电加热卷烟烟芯段温度分布和烟气关键成分逐口变化:第1部分 实验[J].烟草科技,2021,54(3):31-39.
- [10] 王乐,王亚林,李志强,等.电加热卷烟烟芯段温度分布和烟气关键成分逐口变化:第2部分 模拟[J].烟草科技,2021,54(6):58-64.
- [11] 李超,崔柱文,蔡洁云,等.不同长度、圆周、切丝宽度卷烟主流烟气常规指标释放量及其变化[J].烟草科技,2021,54(3):40-49.
- [12] 芦昶彤,王丁众,李鹏,等.短支卷烟烟气香味成分逐口释放分析[J].烟草科技,2021,54(12):64-72,94.
- [13] 刘琪,马梦婕,龚珍林,等.烤烟型细支与常规卷烟烟气中9种主要成分的逐口释放量比较[J].食品与机械,2020,36(7):39-44.
- [14] 潘广乐,张二强,巩佳豪,等.烟支规格对卷烟物理、烟气、燃吸特性及感官质量的影响[J].烟草科技,2022,55(1):91-98.
- [15] 邓其馨,林艳,黄延俊,等.不同圆周、不同滤嘴通风率卷烟主流烟气酸性成分的逐口释放[J].烟草科技,2021,54(12):35-45.
- [16] 刘欢,王乐,胡少东,等.卷烟燃烧动态吸阻研究[J].食品与机械,2017,33(5):83-86.
- [17] CORESTA. Determination of nicotine in tobacco and tobacco products by gas chromatographic analysis; CORESTA No. 62[S]. CORESTA, 2021.
- [18] CORESTA. Determination of 1,2-propylene glycol and glycerol in tobacco and tobacco products by gas chromatography; CORESTA No. 60[S]. CORESTA, 2019.
- [19] CORESTA. Determination of water in tobacco and tobacco products by gas chromatographic analysis; CORESTA No. 57[S]. CORESTA, 2018.
- [20] ISO. Cigarettes-Routine analytical cigarette smoking machine-Definitions and standard conditions with an intense smoking regime; ISO 20778:2018[S]. ISO, 2018.
- [21] CORESTA. Determination of glycerin, propylene glycol, water, and nicotine in the aerosol of e-cigarettes by gas chromatographic analysis; CORESTA No. 84[S]. CORESTA, 2021.