

我国作物收获技术研究应用的现状与前景展望

闫志利, 牛俊义 (甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 从植物学、作物栽培学、农业机械化和农业生态学等角度, 综述了近年来我国作物收获技术研究应用的现状。立足市场经济发展和未来农业生产经营实际需要, 对作物收获技术的研究应用前景进行了展望。

关键词: 作物; 收获技术; 研究; 应用; 现状; 前景

中图分类号: S643.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-1631 (2009) 02-0015-04

Current Situation and Prospect of the Researches and Application of Crop Harvest Technology in China

YAN Zhi-li, NIU Jun-yi (College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The current situation of the researches and application of crops harvest technology in recent years in China were summarized using the theory of botany, agro-ecology, agricultural mechanization and farm system. The prospect of research and application were put forward base on the market growth and practical needs of agricultural production and operation in future.

Key words: Crops; Harvest technology; Research; Application; Current situation; Prospect

收获是作物生产的最后阶段, 要求做到时间适宜、方法科学、手段先进、“颗粒归仓”。作物收获技术包括收获时期、收获方法和产后处理 3 个环节^[1], 涉及到作物生态生理、农业机械、农业环境保护、农产品处理等各个方面, 不仅影响到作物产量, 还会影响到农产品质量和土地经营者的经济效益^[2,3]。近年来, 作物收获技术的研究领域日趋广泛, 涉及到免耕法农作物收获以及作物秸秆处理、残留地膜回收利用、农产品储存及初加工等各个方面^[4~6]。就近年来我国作物收获技术的研究应用现状进行了综合性概述, 立足市场经济发展和未来农业生产实际需要, 对作物收获技术的研究应用前景进行了展望。

1 关于作物收获技术的植物学研究

适时收获是保证作物高产、优质、高效的 1 个重要环节。在生产上, 必须科学确定作物的适宜收获期。滕平^[7]指出, 农作物的适宜收获期 (或称为最佳收获期) 是指作物生长发育完结, 达到生物学成熟, 可以收获的时期。作物在适时收获期收获, 容易进行作业, 籽粒成熟饱满、千粒重高, 能保持旺盛的生命力, 避免不必要的经济损失; 收获过早, 作物茎秆含水量高, 会影响收获作业, 同时由于作物未达到成熟期, 会带来作物产量的下降和农产品质量的变劣; 收获过晚, 往往会因气候条件不适造成茎秆倒伏, 籽粒发芽、霉变、落粒、工艺品质下降等损失, 并影响下茬作物的移栽或播种。因此, 近年来作物收获技术的植物学研究主要集中于确定适宜收获期方面。影响作物收获时期的一些重要因子,

如品种特性与生境等, 也是人们的研究热点^[8~10]。

1.1 以种子、果实为产品的作物最佳收获期研究

一般认为, 禾谷类、豆类、花生、油菜、棉花等作物的生理成熟期即为产品成熟期, 但鲜食产品除外^[11~14]。李长林^[15]综合前人的研究成果, 总结归纳出作物收获的最佳收获期。认为水稻和小麦的最佳收获期为蜡熟期, 高粱为蜡熟末期, 玉米、谷子和芝麻为完熟期, 油菜和大豆分别为黄熟期和黄熟末期。禾谷类作物穗子在植株上部, 成熟期基本一致, 可在蜡熟末至完熟期收获。而大豆、油菜等由于角果部位不同, 成熟度不一, 收获期应适当提前。棉花产品成熟期亦为工艺成熟期, 吐絮后原棉达到最优质量时即可收获, 并力求做到分摘、分晒、分贮和分售^[16]。霍震军等^[17]认为油菜的最佳收获期为黄熟中期; 而王网山^[18]则认为油菜在黄熟后期至完熟期采取分段收获较为理想, 这样可充分利用作物的后熟作用, 延长收割期, 使油菜籽粒饱满, 提高产量。花生的最佳收获期则是生育期已满^[15]。

1.2 以块根、块茎为产品的作物最佳收获期研究

甘薯和马铃薯的收获物为营养器官, 地上部茎叶无显著成熟标志。一般认为地上部停止生长并逐步变黄、地下部干物重达最大时为收获适期^[1]。郝英奇等^[19]研究了甘薯不同的收获日期对其淀粉产量的影响, 结果表明甘薯收获期直接影响到甘薯的品质和产量, 提出了具体收获时间指标, 但只能适合研究地域采用; 王钊等^[20]提出, 甘薯的收获期应依据当地日平均气温和市场需求而定, 日平均气温在 12~15 时为最适收获期。张爱芝等^[21]提出, 马铃薯应在叶片枯黄 50% 以上时收获。李湘松^[22]提出甜菜的物候指标, 即应在霜降前收获, 最晚也不能超过霜降。在生产上, 具体收获期应结合产品用途、气候条件、市场需求等综合考虑。甘薯在

收稿日期: 2008-12-15
作者简介: 闫志利 (1963 -), 男, 河北滦南人, 高级农艺师, 博士在读, 主要从事作物栽培学与耕作学研究。

温度较高条件下收获不宜安全储藏。马铃薯在高温时收获芽眼易老化,晚疫病蔓延;低于临界温度收获也会降低其品质和储藏性,商品薯应在收获后晾晒 2~3 h,而后装箱(袋)。

1.3 以茎秆、叶片为产品的作物最佳收获期研究

甘蔗、烟草、麻类等作物的产品也为营养器官,其收获常常不是以生理成熟为标准,而是以工艺成熟为收获适期^[1]。甘蔗是在蔗糖含量最高,还原糖含量最低,蔗质最纯、品质最佳,外观上蔗叶变黄时收获,北方则要在霜降前收获^[23]。同时也要结合糖厂开榨时间准确把握。烟草是由下向上逐渐成熟,当叶色由深绿变成黄绿、厚叶起黄斑、叶片茸毛脱落、茎叶角度加大、叶尖下垂、主脉乳白时为最佳收获期。麻类作物等以中部叶片变黄、下部叶片脱落、纤维产量高、品质好、易于剥制即为工艺成熟期,也是最佳收获期。

2 关于主要农作物的收获方法研究

作物收获方法因作物种类而异,可分为手工收获、半机械化收获和完全机械化收获 3 种方法。作物收获技术机械化是提高劳动生产率、降低农业生产成本的重要手段^[24],但我国由于人多地少,机械化发展较晚,与欧美等发达国家相比,作物收获技术机械化程度仍然不高。实现大宗作物收获技术的机械化,应是我国建立现代农业的重点所在。目前,无论是采用仿生学原理制成的各种作物收获机械,还是人工操作、半人工操作,仍然以刈割、摘取和掘取 3 种方法为基础。

2.1 刈割法

禾谷类作物及牧草多用此方法收获。目前,我国大部分地区禾谷类作物仍以人工收获为主,即人工用镰刀收割,再进行人工脱粒;在机械化程度较高的地区,则采用机械收割后半人工操作机械化脱粒或用联合收割机进行收获。常用的收获机械有联合收割机、割晒机、脱粒机等。禾谷类联合收获机械主要有小型收割机和联合收割机 2 种。对于大面积禾谷类作物应尽力利用联合收割机收获,收割脱粒一次完成,既能保证质量又能保证速度^[25]。小麦为我国目前机械收获水平最高的作物,全国机械化收获率已经达到 70%以上^[26]。近年来,我国经过引进、仿制和自行研制等阶段,已经形成了种类繁多、大中小型并举,基本能够满足我国小麦收获需求的具有中国特色的收获机械体系,某些方面已经接近或达到世界先进水平^[27]。特别是各级政府组织的农机跨区域作业,有效地提高了全国小麦机械化收获作业水平;水稻是我国种植面积最大的农作物,但机械化收获率只有 20%^[25]。由于人工收获水稻劳动强度大、时间长、效率低、损失浪费严重,应大力推广使用水稻联合收割机收获,一次完成收割、脱粒、清洗和装袋过程,可有效地提高收获效率,降低劳动强度,且稻谷损失率只有 1%~5%^[26]。目前,我国北方由于地理条件优于

南方,水稻联合收割机推广速度较快。而南方由于田块小且落差大、雨水多泥脚深烂等原因,水稻联合收割机推广速度较慢。现阶段我国水稻联合收割机按行走方式可分为自走式和背负式 2 种,按底盘结构可分为轮式、履带式 2 种,按喂入结构可分为全喂入式、半喂入式和疏脱式 3 种,我国南北方应根据当地特点选择适应本地的机型^[28,29]。与小麦、水稻相比,玉米收获机械化虽然总体上推广面积不大、区域不广,但近年来呈现较好势头^[26]。目前生产上应用的牵引式玉米收获机体积较大,只适合我国北方一些种植面积较大的农村使用;自走式玉米收获机技术含量高,结构复杂,但整体功能相对较好,应大面积推广应用;悬挂式玉米收获机价格较低、结构简单,适于小面积收获作业;此外,玉米割台是玉米收获机发展的主流,除可以收获玉米外,还可以收获小麦、水稻等农作物,实现一机多用。

2.2 摘取法

主要为棉花等一些成熟期比较长的作物所采用。由于棉花植株上不同部位的棉铃成熟时间往往差异较大,为防止产量损失和品质下降,应尽可能做到随熟随收,从生物学角度看比较适合于人工采摘。但随着劳动力紧缺和价格的不断上涨,推广机械化采收技术亦是大势所趋。到 20 世纪末,世界主要产棉国,如美国、澳洲、南美等棉花机械收获面积已经达到 100%,其他棉区也已经达到 80%以上。而我国机械采棉技术仅在新疆生产建设兵团有少量应用,其他大部分棉区仍然是手工收获^[30]。新疆经验表明,我国适宜的采棉机作业效率应在 12 hm²/d 以上、采净率应在 95%以上,总损失率应在 5%以下。目前,新疆生产建设兵团引进的美国拉姆斯公司生产的大型采棉机已经获得成功,该机极适合棉花种植较大的区域使用^[31]。

2.3 掘取法

主要用于甘薯、甜菜、马铃薯等地下块根或块茎等作物的收获。小面积收获时可采用人工方法,一般先将地上部分用镰刀割去,然后用镐头挖掘。大面积栽培时可用犁翻出块根或块茎或采用机械收获。块根或块茎类收获机械分为拔取式和挖掘式 2 种。拔取式收获机是先将茎叶扶起,从土壤中拔出块根,然后分离块根上的茎叶和土壤;挖掘式收获机是先切掉茎叶,然后再挖出块根,并将土壤和夹杂物与块根分离^[32]。人工收获费时、费工、费力,破碎多、疏漏多,机械收获效率高、块根或块茎损伤率低、田间收获进度快、成本低。目前,我国推广的适用于甜菜、马铃薯收获的挖掘类机械多为小型机械,成本较低,符合农民购买力,今后应进一步加大推广力度。

3 关于作物收获后的处理技术研究

当前,随着我国工业化和农产品市场化进程的逐步加快,与之相适应的作物收获后的处理技术也逐步成为

专家、学者研究的重点。一般认为，收获后的农产品要根据其用途及时进行处理，以便产品的保管、贮藏和销售，实现种田收益的最大化。总的原则是，农产品收获后的处理要依据其商业用途来进行，依据市场或是工厂的需要来操作。

3.1 及时晾晒

禾谷类作物收获后，应立即进行脱粒和干燥。因季节、劳动力等原因不能立即脱粒时，应将作物捆好堆垛覆盖，待收获结束后集中脱粒。种子脱粒后，必须尽早晒干或烘干扬净，去除残叶、断茎、虫体等，否则容易因霉变、发芽、病虫为害而降低使用价值或品质^[33]。粮食要严格按贮藏标准要求确定晾晒时间；棉花必须分级、分晒、分轧，以提高品质，增加经济效益；豆类籽粒中含有大量的蛋白质和油分，不耐贮存，为防止营养物质大量消耗和种皮变色，更应注意入库前的水分检测工作。

3.2 产品保鲜

目前，农产品的保鲜方法可分为常温保鲜、气调保鲜、速冻保鲜和加热保鲜 4 种方式。薯类作物主要以食用鲜薯为主，保鲜极为重要，大多采用窖藏保鲜（气调保鲜的一种具体方式）。薯类保鲜要注意 3 个环节，一是在收、运、贮过程中尽量不要破皮；二是在入窖前要严格选择，剔除病、虫、伤薯块；三是加强贮藏期间的管理，特别要注意调节温度、湿度和通风。玉米保鲜中 4 种方法均有应用^[34]，生产上要根据市场需求和其经济价值来确定具体的保鲜方法。

3.3 初级加工

甜菜、甘蔗、麻类、烟草等经济作物的产品，一般需要初加工后才能出售。甜菜收获后，块根和根头特别是着生叶子的青皮，含糖量低，制糖价值小，必须切割。同时，切除干枯叶柄以及不利制糖的青顶和尾根，然后尽早向糖厂交售。甘蔗的蔗茎在收获前应先剥去蔗叶，收获后再切去根、梢，而后打捆装车抓紧交售^[4,35]。麻类作物收获后，应先进行剥制和脱胶等加工处理，然后晒干、分级整理，即可交售或保存。烟草因晒烟、烤烟等种类的不同，其处理方法也不同。晒烟在收获后，通过晒、晾使鲜叶干燥、定色，有的还需发酵调制后，才能作为卷烟原料或直接吸用。烤烟则需要通过烤房火管加热调制后，才可作为卷烟原料出售。对初级加工，要注意其产品安全问题。如小麦面粉加工添加增白剂问题已经引起人们的高度重视。

4 关于作物收获技术的生态学研究

随着生态文明建设的逐步推进，近年来人们对作物收获技术的生态学研究也逐步深入，在作物收获的秸秆处理、残膜的回收利用等方面均取得较大成果。

4.1 作物的秸秆处理

秸秆指小麦、玉米、水稻、棉花等农作物收获子实

后的剩余部分。我国农业投入的 50% 左右转化为秸秆，年产秸秆总量约占世界秸秆生产总量的 30%^[36]。因此，做好秸秆处理是作物收获技术发展研究的 1 个重要方面。农作物秸秆的价值极其丰富，如果白白地烧毁于田间，既会造成环境污染，也会大大地浪费了资源。目前秸秆处理有用作燃料、用作粗饲料、堆积沤制农肥、交售到造纸厂做原料等途径，今后应在秸秆还田利用、能源化利用、饲料化利用、工业化利用、建材化利用、秸秆包装材料利用以及秸秆加工成食用菌栽培基质等方面加强研究^[37]，以此实现作物秸秆的综合利用和多元化利用。

4.2 残膜的回收利用

田间残膜会造成土壤环境污染，并直接影响到种子的萌发和根系生长，导致作物减产减收。小面积地膜覆盖栽培可由人工清收，大面积可采用回收机械进行。目前，世界发达地区已经开始使用残膜集条、集堆或拾捡收集的机器，辅以人工清漏、装运作业。我国通过鉴定的残膜回收机主要有 ISQ-2.0 型塑料清除机、东农 -88 型弹齿式垄作残膜收集机等，但由于目前农民大量使用的地膜较薄，耐老化性及强度相对较低，覆盖时间长，加上田间管理和作物收获时人为的机械损伤，地表残膜破碎零乱并与残茬、残叶和杂草相混，给残膜的捡拾、收集、分选带来诸多不便，作业效率和收净率一般较低^[1]。应该说，我国农田残膜回收机研究与应用仍处于起步阶段。

参考文献：

[1] 董 钻，沈秀英．作物栽培学总论 [M]．北京：中国农业出版社，2000.

[2] 姜 萍，杨占烈，余显权．不同收获时期对稻米品质的影响 [J]．贵州农业科学，2006，34（1）：62 - 63.

[3] 邵凤武，赵居生，王春敏，等．青贮玉米不同生育期营养成分、生物产量和适宜收获时期研究 [J]．天津农业科学，2007，13（4）：26 - 29.

[4] Cerdeira A L, Domelas-Desowza M, Bolonhezi D, et al. Effects of sugar cane mechanical harvesting followed by no-tillage crop systems on leaching of Triazine Herbicides in Brazil [J]. Environmental Contamination and Toxicology, 2005, 75: 805 - 812.

[5] Simon J, Richard S. The influence of defoliation date and harvest interval on the quality of potatoes for French fry production [J]. Potato Research, 1998, (32): 431 - 438.

[6] Albert-Jan B. Guest editorial: Agricultural robotics [J]. 2002, (13): 5 - 7.

[7] 滕 平．为什么要适时收获农作物 [J]．新农业，2007，（8）：55.

[8] 赵 峰．河南省冬小麦气候适宜性变化研究 [D]．郑州：河南农业大学，2002.

[9] 闫 峰，史培军，武建军，等．基于 MODIS-EVI 数据的河北省冬小麦生育期特征 [J]．生态学报，2008，

- 28 (9): 4381 - 4387.
- [10] Kulwal P L, Singh R, Balyan H S, *et al.* Genetic basis of pre-harvest sprouting tolerance using single-locus and two-locus QTC analyses in bread wheat [J]. *Funct Integr Genomics*, 2004, (4): 49 - 101.
- [11] 赵晓环, 甄志高, 孙 惠. 花生适时收获与贮藏 [J]. 中国农村小康科技, 1997, (7): 28 - 29.
- [12] 王玉堂. 小麦适时收获产量高 [J]. 农村财务会计, 2008, (5): 42.
- [13] 段继贤, 段文卿. 玉米适时收获产量高 [J]. 湖南农业, 1999, (8): 14.
- [14] 王正球. 大豆的适时收获与贮藏 [J]. 湖南农业, 1997, (7): 3.
- [15] 李长林. 作物的最佳收获期 [J]. 新农业, 2004, (9): 43.
- [16] 王长水, 唐文周. 提高棉花质量途径的探讨 [J]. 现代农业科技, 2008, (4): 150.
- [17] 霍震中, 刘维中, 邱凤林. 油菜丰收的关键一环——适时收获 [J]. 现代农业, 1994, (9): 16.
- [18] 王网山. 油菜收获机械化技术初探 [J]. 农业开发与装备, 2007, (10): 40 - 41.
- [19] 郝英奇, 齐 新, 温长文, 等. 甘薯的不同收获日期对其淀粉产量的影响 [J]. 粮油加工与食品机械, 2001, (9): 34 - 36.
- [20] 王 钊, 刘明慧, 樊晓中, 等. 甘薯收获与安全贮藏 [J]. 中国种业, 2008, (5): 72 - 73.
- [21] 张爱芝, 王书治. 马铃薯收获与贮藏技术 [J]. 农业技术与装备, 2007, (7): 48 - 49.
- [22] 李湘松. 甜菜的收获与田间贮藏 [J]. 吉林畜牧兽医, 1998, (9): 35.
- [23] 程绍毅. 旱作甘蔗的收获与贮藏 [J]. 中国农学通报, 1985, (4): 21 - 22.
- [24] 秦 贵, 沈 翰. 适应农业结构调整的农机化新技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [25] 湘、鄂、赣、桂、琼、粤农业中专教材编审委员会. 作物栽培 [M]. 北京: 气象出版社, 2004.
- [26] 贺俊林, 佟 金. 我国玉米收获机械的现状及其发展 [J]. 农机化研究, 2006, (2): 29 - 31, 36.
- [27] 魏宏安. 我国小麦收获机械的发展与研究现状 [J]. 甘肃农业大学学报, 2001, 36 (2): 195 - 200.
- [28] Toshio, Tabuchi. Improvement of paddy field drainage for mechanization [J]. *Paddy Water Environ*, 2004, 25 (10): 5 - 10.
- [29] 欧 洲. 我国水稻联合收割机的现状与前景 [J]. 中国农机化, 2002, (5): 9 - 11.
- [30] 周亚立, 李生军, 刘向新, 等. 棉花收获机械化在兵团的应用及推广前景 [J]. 新疆农机化, 2006, (6): 6 - 8.
- [31] 韩 勇. 推广扩大棉花机械化采收势在必行 [J]. 农业技术与装备, 2008, (9): 42 - 43.
- [32] Milne F. The canon of potato science: 34. Potato harvesting [J]. *Potato Research*, 2007, 50 (3, 4): 347 - 349.
- [33] Rajaram S. Prospect and promise of wheat breeding in the 21st century [J]. *Euphytica*, 2001, 119: 3 - 15.
- [34] 尹小琴. 鲜食甜玉米的保鲜 [J]. 农村新技术, 2008, (16): 77 - 78.
- [35] Yadav R N S, Sandeep Y, Tejra R K, *et al.* Labour saving and cost reduction machinery for sugarcane cultivation [J]. *Sugar Tech*, 2003, (5): 7 - 10.
- [36] 张风英, 张英珊. 我国秸秆资源的利用现状及其综合利用前景 [J]. 西部资源, 2007, (1): 6 - 8.
- [37] 郝素琴, 刘 燕. 我国农作物秸秆综合利用概况 [J]. 中国管理干部学院学报, 2007, 17 (1): 65 - 69.

(上接第 11 页)

多采用旋耕机旋耕, 易造成土质疏松和麦田透风, 小麦不能正常越冬。应浇越冬水。浇后及时划锄, 防止地面龟裂。

4.2.2 返青水 小麦返青后要根据情况进行管理。对播种晚、冬季气温低、年前分蘖少的麦田, 可采用先划锄提高地温、晚浇水的办法, 最大限度地促进春季分蘖; 对正常播期、冬天气温较高、年前分蘖较多的麦田, 返青后要及时浇返青水, 结合浇水追施尿素 150 kg/hm^2 。

4.2.3 拔节—孕穗水 拔节后小麦生长速度加快, 需肥水较多, 结合浇水追施尿素 450 kg/hm^2 。

4.2.4 灌浆水 小麦进入灌浆期后要浇灌浆水, 结合浇水追施尿素 150 kg/hm^2 。

4.3 防治病虫害

当百株蚜量超过 800 头时, 可用 40%氧化乐果乳油或 50%甲胺磷乳油 1 500 倍液喷雾防治。当白粉病发病率达 10%, 锈病发病率达 1% 时, 可用 20%粉锈宁 750 mL/hm^2 对水 750 kg/hm^2 喷雾防治。对纹枯病和根腐病, 可在小麦返青拔节时用多菌灵、甲基托布津喷浇小麦基部防治。

4.4 施叶面肥

可在拔节期、孕穗期和灌浆期, 喷施绿风 95 或农大 120 等, 促进植株健壮生长, 提高植株的抗病、抗旱及抗干热风能力。

5 适时收获

聊麦 18 籽粒进入蜡熟末期要及时收获, 防止籽粒养分流失。