

我国蔬菜种业发展现状与趋势

种业在维护国家粮食安全与农产品有效供给中具有基础性与战略性地位。本文在全面总结近年来我国蔬菜产业基本现状、蔬菜种业基本特征、技术发展趋势与存在问题的基础上,提出了我国蔬菜种业发展的政策保障措施建议。

丁海凤^{1, 2} 范建光² 贾长才^{1, 2} 秦成萌² 杨业圣² 张海龙^{2, 3} 张凤兰^{1, 2}
温常龙¹ 于拴仓¹ 许勇^{1, 2, 3*}

(¹北京市农林科学院蔬菜研究中心, 农业农村部华北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 蔬菜种质改良北京市重点实验室, 北京 100097; ²京研益农(北京)种业科技有限公司, 北京 100097; ³京研益农种业研究院, 山东潍坊 262700)

近两年全球种业格局发生了巨大变革, 种业三巨头孟山都、杜邦先锋与先正达在全球范围内完成了大重组, 新的种业三巨头——拜耳、科迪华、先正达集团以全新的面貌出现在国际舞台, 彰显了种业在世界政治经济格局竞争中的基础优先地位, 以及世界各国政府与国际资本在种业竞争布局中的巨大影响力。种业作为农业——人类获得最基本生存资源的产业基础, 本次大重组所带来的后效应将对未来世界种业竞争格局产生深远的影响。2020 年伊始, 一场突如其来的新冠肺炎疫情席卷全球, 目前疫情在全球范围内尚未得到有效控制, 加之中美贸易战所引发的科技竞争与国家利益冲突, 必将给我国农产品生产与供给的重新布局带来重大影响, 再次凸显了种业在维护国家粮食安全与农产品有效供给中的基础性与战略性地位。

丁海凤, 女, 推广研究员, 专业方向: 种子健康与产业化, E-mail: dinghaifeng@nercv.org

* 通讯作者: 许勇, 男, 研究员, 专业方向: 蔬菜育种与分子生物学, E-mail: xuyong@nercv.org

收稿日期: 2020-07-14; 接受日期: 2020-08-14

基金项目: “十三五”国家科技支撑计划项目(2018YFD0100805, 2018YFD0100703)

致谢: 感谢中国种子协会、中国蔬菜协会与国家大宗蔬菜产业技术体系杜永臣首席提供相关数据与信息!

我国是世界人口第一大国, 蔬菜作为我国人民生活传统消费的第一需求, 决定了我国高居全球蔬菜生产总产量与平均消费量第一大国的地位。蔬菜种业是农业高科技战略性产业, 全面提升我国蔬菜种业科技的竞争力, 不仅将引领我国蔬菜产业向高质量高效益转型, 而且将辐射带动贫困地区精准脱贫, 满足人们对美好生活的向往, 并在全面建成小康社会实现百年梦想中发挥更大作用。本文在总结我国蔬菜产业与蔬菜种业发展现状的基础上, 分析了我国蔬菜种业的基本特征与技术发展趋势, 试图为我国蔬菜种业未来发展政策的制定与战略决策提供参考。

1 我国蔬菜产业发展现状

随着改革开放的深入与人民生活水平的提高, 我国蔬菜生产结构不断完善, 消费水平得到快速提升, 蔬菜产业实现了快速发展。蔬菜在保障市场供给、调整农业结构、增加农民收入、扩大对外贸易等方面发挥了不可替代的作用。

1.1 我国蔬菜生产规模世界第一, 生产能力与供给总量有余

2010 年我国蔬菜播种面积与产量增速达到最高值, 随后进入缓慢增长期, 过去 10 年我国蔬菜

播种面积及产量增速大体在 2%~4% 之间 (图 1) (高虹, 2018; 李佩娟, 2020)。2019 年, 我国蔬菜播种面积与产量分别达到 2 087 万 hm^2 (3.13 亿亩) 和 7.21 亿 t。按此数据进行计算, 我国蔬菜人均年消费量达到 500 kg 以上, 超过了实际生活消费量。根据有关专家考证, 扣除统计虚报与误差以及蔬菜产地到消费过程中的损耗等, 我国蔬菜人均日消费量在 1 kg 左右, 这也是全球平均水平的 3 倍以上。按照有关专家推算的人均日消费量 1 kg 来计算, 我国蔬菜实际种植面积应该在 1 333 万 hm^2 (2.0 亿亩) 左右, 产量在 5 亿 t 左右。2019 年, 我国 28 种主要蔬菜批发均价为 4.21 元 $\cdot \text{kg}^{-1}$, 折合我国蔬菜批发价值在 2 万亿元 (人民币) 以上。由此可见, 蔬菜产业在我国种植业中是名副其实的第一大产业。

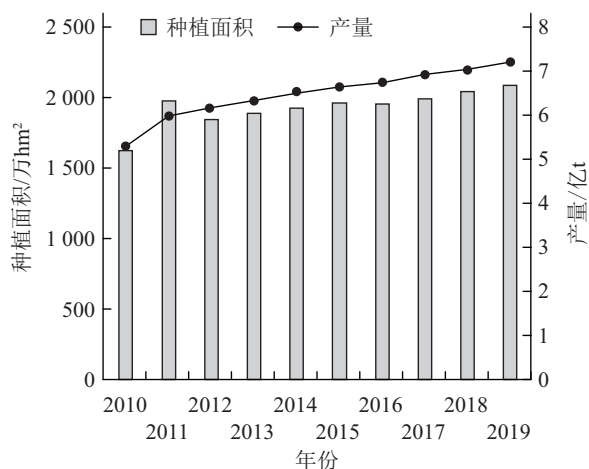


图 1 2010 ~ 2019 年我国蔬菜种植面积与总产量

数据来源于农业农村部信息中心, 下图同。

1.2 我国蔬菜周年基本均衡供应, 年度均衡度尚好

从近 10 年来农业农村部重点监测的 28 种蔬菜批发价来看, 我国蔬菜价格呈现出季节性波动, 年均价格总体呈上涨趋势 (图 2) (李佩娟, 2020)。年度蔬菜价格一般呈现 “W” 形季节性波动规律, 第一、二季度气温低, 处于蔬菜生产淡季, 一般受元旦与春节 “双节” 消费拉动, 蔬菜价格持续上涨; 第三季度进入蔬菜生长合适季节, 蔬菜价格下调; 第四季度进入适宜蔬菜生长季节, 北方秋季蔬菜大量上市, 南方产区叶菜类蔬菜也进入收获旺季, 11 月底蔬菜产地价格整体

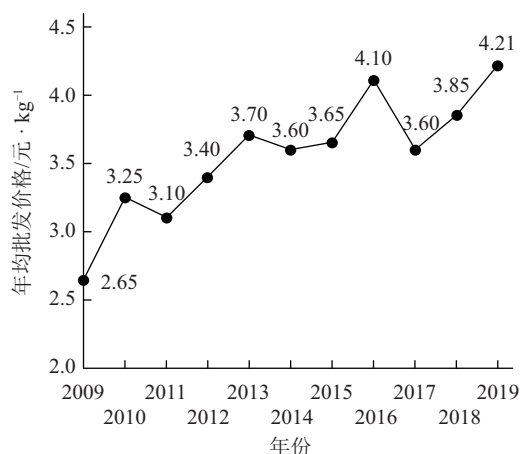


图 2 2009 ~ 2019 年我国蔬菜价格走势

处于低位运行。

1.3 我国蔬菜出口规模世界第一, 贸易顺差长期稳居农产品前列

蔬菜一直是我国第一大出口优势农产品, 出口额占我国农产品出口总额的 20% 左右, 进口占比相对较低, 仅占 0.6% 左右, 蔬菜出口在扩大我国农产品贸易优势方面发挥了不可替代的作用。从表 1 可以看出, 近年来我国蔬菜出口呈波动缓慢上升的态势 (高虹, 2018; 李佩娟, 2020)。2019 年我国蔬菜出口量为 979 万 t, 出口额达 125.67 亿美元, 较 2010 年分别上涨 49.47% 和 57.46%; 2019 年我国蔬菜出口单价为 1 283.7 美元 $\cdot \text{t}^{-1}$, 比 2010 年 (1 218.5 美元 $\cdot \text{t}^{-1}$) 稍有上涨。综合通货膨胀率与汇率等因素, 说明我国蔬菜出口单价还较为稳定。我国蔬菜出口主要集中在沿海省份如山东、广东、江苏、福建等, 东盟、日本、韩国、俄罗斯、美国、欧盟等国家和地区是我国蔬菜的主要出口地。

表 1 2010 ~ 2019 年我国蔬菜出口量、出口额以及出口单价

年度	出口量/万 t	出口单价/美元 $\cdot \text{t}^{-1}$	出口额/亿美元
2010	655	1 218.5	79.81
2011	772	1 211.0	93.49
2012	741	1 020.1	75.59
2013	778	1 156.8	90.00
2014	803	1 221.1	98.00
2015	833	1 286.1	107.08
2016	827	1 486.7	122.95
2017	925	1 421.8	131.52
2018	948	1 330.7	126.15
2019	979	1 283.7	125.67

注: 表中数据来源于农业农村部信息中心, 下表同。

1.4 劳动力成本上升不断压缩菜农收益空间，蔬菜产业比较效益呈下降趋势

根据农业农村部信息中心统计数据，我国蔬菜产业的成本利润率呈现出波动下降的趋势，蔬菜行业利润率从2006年的76.00%下降到2018年的40.09%，12年间下降36个百分点。蔬菜生产、加工和流通等全产业链均属于劳动密集型产业，以劳动力成本为主的蔬菜行业成本上升是利润下降的主要原因。在精品优质蔬菜尚未成为市场主流时，流通与批发商主导市场价格，价格成为主要的竞争方式。全产业链劳动力成本不断攀升，蔬菜地头价格不能优质优价，市场的批发价格却不断上涨，从而导致从事蔬菜生产的菜农收益不断走低，菜农成为蔬菜产业链收益最小的群体。如何利用科技创新与政策扶持提高菜农生产效益将是未来蔬菜产业发展的主攻方向。

2 我国蔬菜种业的市场价值、基本特征与存在问题

2.1 我国蔬菜种业的市场价值

我国蔬菜种业市场价值一直难以测算，目前官方数据估算在120亿~150亿元，占中国整个农作物种业市场价值的1/5~1/4。但这是10年前的数据，随着近些年蔬菜种子价格上涨，特别是农民对高质量品种及种子高价位的认可度提升，蔬菜种子的单价在不断攀升。按照目前我国播种面积超过2 000万 hm^2 （3亿亩），以20个主要蔬菜作物播种面积（合计播种面积占比为67%）与用种量及市场价格测算（表2），我国蔬菜年用种量将达到5万t，市场价值超过300亿元。此外，如果从蔬菜产值的角度来测算，我国蔬菜总产值在2万亿元以上，按照种子占产值2%~3%

表2 2019年我国20个主要蔬菜作物种子的市场价值

蔬菜种类	种植面积/万 hm^2	用种总量/t	终端价值/亿元	终端均价/元 $\cdot\text{kg}^{-1}$	每667 m^2 用种量/g	每667 m^2 种子费用/元
辣椒	178.42	1 071	32.12	3 000	40	120
大白菜	160.54	2 408	6.02	250	100	25
西瓜	151.79	1 138	22.77	2 000	50	100
普通白菜	121.12	9 084	9.08	100	500	50
番茄	110.91	166	66.55	40 000	10	400
黄瓜	107.63	1 614	19.37	1 200	100	120
萝卜	104.27	3 910	11.73	300	250	75
茄子	78.01	176	8.78	5 000	15	75
结球甘蓝	70.09	315	6.31	2 000	30	60
菠菜	53.61	12 063	12.06	100	1 500	150
花椰菜	48.98	147	8.82	6 000	20	120
甜瓜	37.61	423	12.69	3 000	75	225
胡萝卜	37.20	1 395	13.95	1 000	250	250
冬瓜	30.03	676	4.05	600	150	90
西葫芦	26.38	989	5.94	600	250	150
南瓜	25.87	388	3.88	1 000	100	100
蕹菜	18.84	4 238	1.70	40	1 500	60
丝瓜	15.31	115	0.92	800	50	40
苦瓜	14.51	218	2.18	1 000	100	100
洋葱	10.84	325	6.50	2 000	200	400

注：表中种植面积数据来源于农业农村部农情项目统计数据，价格数据来源于京研益农（北京）种业科技有限公司市场统计分析。

计算，蔬菜种业市值应该在400亿元以上；如按照发达国家种子成本占产值6%~7%计算，市值将达到1 200亿元，成长空间巨大。考虑到蔬菜种子大多需要2~3级批发，价格上涨1倍以上，育种企业的销售总额为150亿~200亿元，我国

蔬菜育种（生产）企业的毛利润至少100亿元。

蔬菜种业是我国种业中对外开放最早的产业，目前几乎所有的跨国蔬菜种业公司均在我国设立了独立的研发基地或者营销机构，规模化开展品种研发、示范推广与营销。据农业农村部统

计数据,国外蔬菜品种的市场份额在13%~20%之间。这些企业在管理机制、育种技术、营销模式上均有国内民族蔬菜种业企业可学习借鉴的地方。分析2019年度我国蔬菜种业20家信用骨干企业2014~2018年的平均销售额与利润(表3),企业的平均利润为1428万元,其中部分蔬菜种子企业经营的其他大田作物或鲜食玉米种子也纳入计算,尽管销售额达到3亿元,但利润率并不高,平均利润率仅为16%,不符合蔬菜种业高利润的行业基本特征。我国蔬菜种子企业仍以中小企业为主,企业规模与竞争力亟待提升。

表3 我国蔬菜种业信用骨干企业2014~2018年
年均销售额与利润情况

企业编号	年均销售额/万元	年均利润/万元
企业1	30541	1780
企业2	18979	3043
企业3	14286	625
企业4	11106	4080
企业5	10671	3214
企业6	9912	295
企业7	9392	2104
企业8	8671	699
企业9	8514	1212
企业10	7649	3937
企业11	7483	953
企业12	7374	1794
企业13	6870	514
企业14	5726	233
企业15	4213	725
企业16	3496	612
企业17	3247	845
企业18	3143	1087
企业19	3130	523
企业20	2714	280
平均	8856	1428

注:表中数据来源于中国种子协会蔬菜种业信用骨干企业评估报表;为保护企业商业秘密,未将企业名称列入。

2.2 我国蔬菜种业与经营管理方式的基本特征

蔬菜生产本身的特殊性以及我国“小农户”为主的生产方式,决定了我国蔬菜种业具有以下基本特征:①蔬菜涉及的作物种类多,几类主要蔬菜作物的市场价值已远远超过部分大田作物,小作物也常有大作为;②蔬菜栽培茬口与栽培形式多样,各地气候及消费习惯不同,决定了蔬菜品种类型极其繁多;③蔬菜品种选育目标多样,产量并非唯

一或主要指标,要求育种者经验丰富;④蔬菜品种更新换代快,市场变化无常,营销机制要求十分灵活;⑤尽管大部分单一蔬菜作物的种子产业规模有限,但蔬菜种业的利润率远远高于大田作物;⑥蔬菜品种推广销售的前期示范孵化工作量大,品种真正价值较难准确判断。我国蔬菜种业的基本特征既是由蔬菜作物本身的特殊性所决定的,同时更多的是我国基本国情所赋予的,随着蔬菜生产方式的变革以及全国乃至全球蔬菜大市场的形成,其基本特征也在不断演变。

鉴于我国蔬菜种业的基本特征,我国蔬菜种业的经营管理方式也有别于其他大田作物,表现出以下特征:①完全靠资本运作组建的庞大经营团队很难成为一个成功的蔬菜种业公司,即使是跨国公司依然需要将蔬菜种业以单一蔬菜作物或同类作物为单元,构建一个以育种家为核心,紧密联系市场,快速反应的研发、生产、营销队伍;②育种家在蔬菜种业中的作用要大于大田作物,即使在跨国公司的流程式育种中,蔬菜育种家的作用以及育种材料的累积效应要远远高于资本的重要性,保持稳定的一流育种家队伍是蔬菜种业企业发展的第一创新要素;③收买品种权方式(技术转移或套购)在大田作物种业中可能会成功取得企业发展的第一桶金,但以此方式经营蔬菜种业是难以为继的;④蔬菜品种在生产中的再创新与产业链效益倍增作用明显,良种需要推广者来挖掘其特性,与生产方式、销售形式、市民消费需求等结合,最大限度发挥品种的效益,良种的售后服务与终端产品销售拉动,是蔬菜品种推广最好的营销方式。

2.3 我国蔬菜种业发展中存在的问题

自2000年我国颁布新的《种子法》以来,国务院就我国种业发展出台了《国务院关于加快推进现代农作物种业发展的意见(国发〔2011〕8号)》与《国务院办公厅关于深化种业体制改革提高创新能力的意见(国办发〔2013〕109号)》,推动了以企业为主体的商业化育种发展,企业在大田作物育种创新与市场化营销方面取得了长足进步,我国民营蔬菜种业企业发展也取得了可喜的成绩。但从整体发展态势上看,蔬菜种业发展的“四梁八柱”尚未构建,依然存在以下问题。

2.3.1 机制不畅,“育繁推”脱节 蔬菜种业的公

公益性研究体系与商业化育种体系尚未完成顶层设计,不能做到相互补充、相互支撑、取得“双促双赢”的效果。

2.3.2 蔬菜种业龙头企业弱 蔬菜种业龙头企业少、研发实力弱,带动中小企业发展的能力差,引领产业升级能力弱。

2.3.3 知识产权保护不得力 整个行业知识产权保护环境差,“仿育”“盗育”“山寨版”以及套购种子充斥市场;产权保护取证难,查处难,处罚轻。

2.3.4 从业人员素质相对较低 蔬菜种业以中小企业为主,人员队伍素质相对较低,售后服务尚不到位。

2.3.5 行业纠纷问题多,从业环境差 蔬菜种业质量纠纷事件影响产业良性发展,蔬菜种子质量、生态适应性以及包装标签等导致的质量纠纷处理方式与方法尚未得到产业认可。

2.3.6 风险较高 蔬菜种业与种植业的行业保险制度尚待启动,外来资本与金融尚未进入“快车道”。

3 我国蔬菜种业技术创新取得的成效及发展方向

我国蔬菜育种技术与与时俱进,选择育种与杂交育种等常规育种技术正在与细胞工程育种、分子育种技术相结合,逐步改变过去基本上靠育种人员经验的传统育种状态(方智远,2018)。然而,我国蔬菜育种的组织管理模式仍处于“个体户模式”——以育种家自己手上的育种材料为导向,课题组无分工,小批量研究,混合运行,这种现象在小型民营企业中较为普遍。近年来,随着育种技术的进步,一些科研院所的育种组织管理模式正在向“作坊式”转变,即以市场与项目共同导向,组内人员有分工,大批量研究,集团化运行。但由于利益与目标的多元化,在育种投入上受到项目经费与项目任务的要求所限,育种规模十分有限。未来需要向“工厂化”先进育种组织管理模式转变,即以市场化为导向,专业化分工,规模化研究,集约化运行。这些转变需要在育种理念上加以改进,将过去落后的育种理念,即主持人设计、临时性分工、个性标准选择、混合作业,逐步向先进的育种理念转变,即课题与企业联合设计,组内明确分工,课题组内性状描述规范,分工作业的方式。同时需尽快普及现

代商业化育种管理组织模式,即科学设计、明确分工、标准规范、流水作业(丁海凤等,2015)。上述育种理念与育种管理组织模式需要在商业化企业内运行,才能有效提高效率,同时需要高效行政管理体系。世界种业巨头蔬菜种业管理部门或多或少存在部门之间相互掣肘、决策慢、效率低下等问题,不能适应我国蔬菜种业快速变化的市场规律,需要在管理中不断加以改进。为实现上述育种理念与育种管理组织模式变革,我国在以下管理体系与技术平台建立中取得可喜进步,同时也存在一些问题,在未来发展中仍需要不断摸索改进。

3.1 我国蔬菜育种信息化管理和数据分析系统框架基本建立,尚待加快实际应用

育种信息化管理是跨国公司提高育种效率、加快育种进程的重要途径。国际上跨国种业公司均开发了各自的育种信息管理系统,数据可共享、可积累,建立了流程化、高通量、规模化的商业化育种体系。其中 AGROBASE 和 PRISM 等功能比较齐全,使用最为广泛。国内目前仅有 2 款专业的育种软件,分别为北京市农林科学院研发的“金种子”和北京中农博思科技发展有限公司开发的“农博士”育种专家软件。“金种子”是为育种企业及科研院所量身定制的一款智能化、信息化的育种信息管理系统,国内龙头种业企业袁隆平农业高科技股份有限公司、北大荒垦丰种业股份有限公司等以此为基础成功上线了商业化育种信息平台,实现了种质资源管理、亲本组配、品种筛选、品种评比鉴定、田间性状采集、系谱档案管理、试验数据分析等育种环节全程信息化管理。一些“育繁推”一体化的专业蔬菜种业企业,如京研益农(北京)种业科技有限公司等还引进 PRISM 等系统,通过优化改良建立了企业自身的育种信息管理系统,开始在蔬菜育种中规模化应用。但由于国内蔬菜种业企业以中小型企业为主,绝大多数蔬菜种业企业“小而散”,研究的作物种类多、类型丰富,“小作坊”和“经验”育种方式,以及育种规模小,使得育种信息系统很难在短期内发挥作用。

3.2 我国主导完成了主要蔬菜的基因组测序,基因组信息规模化利用尚需各方推进

截至 2018 年底,全球已完成 44 种蔬菜作物的全基因组测序(Chen et al., 2019),到目前为止已

测序的蔬菜作物超过 50 种, 其中我国科学家主导完成了黄瓜、西瓜、白菜、甘蓝、芥菜、辣椒、茄子、菠菜、南瓜、冬瓜、丝瓜、苦瓜和芹菜等主要蔬菜作物的基因组测序, 并通过规模化重测序建立了蔬菜作物变异组数据库, 为物种进化、功能基因挖掘、全基因组高通量分子标记开发及各类组学研究提供了全视角、高效的技术方案, 奠定了我国在蔬菜基因组研究领域的国际领先优势。科学家利用比较基因组、进化选择分析、全基因组关联分析等挖掘了控制白菜抱球与开花时间、西甜瓜糖分积累、黄瓜苦味和类胡萝卜素积累等重要性状形成的关键基因, 为分子育种平台的建立提供了基因资源。加强主要蔬菜作物的基因组信息数据库和应用平台建设, 充分挖掘基因组大数据的利用潜力, 从全基因组规模化挖掘控制重要性状的功能基因, 解析重要性状形成的基因调控网络, 从群体遗传、基因组进化、“再进化”等角度, 研究核心种质的商业化利用途径, 并利用全基因组选择和基因编辑技术实现蔬菜种质的定向改良将是我们亟待突破的重点研究领域。科技部与农业农村部在蔬菜基因组研究上给予了大力支持, 目前正处于生物大数据在产业中发挥作用的关键时期, 一方面需要政府给予科研院所更高强度支持, 一方面也要求公益性研究机构更加紧密结合产业实际, 与企业合作, 开展有针对性的技术转化, 形成合力与技术优势, 真正将理论研究成果变成品种创制的高技术。

3.3 我国蔬菜种业的高通量分子标记辅助育种平台基本建成, 需要加大在育种实践中的普及应用力度, 发挥高技术对产业的引擎作用

高通量基因型检测平台的发展是分子标记辅助育种技术规模化应用的关键 (Singh & Singh, 2015)。建立以全基因组 SNP 为基础的全基因组选择技术平台是目前蔬菜育种的核心技术。近年来, 我国先后引进 20 多套 SNP 高通量分型平台, 主要包括 Douglas Array Tape 和 LGC SNpline。北京市农林科学院蔬菜研究中心基于 LGC 平台, 在高通量 DNA 提取、高通量 SNP 分型、数据分析与管理系统研发等共性关键技术集成创新; 开发了结球白菜、西瓜、黄瓜等主要蔬菜的背景选择与重要抗病优质基因的前景选择标记, 构建了国内首个蔬菜高通量分子育种公益服务平台, 引领了国内蔬菜育

种技术的升级; 北京通州国际种业研发中心基于 Douglas 系统, 开发了番茄和西瓜等蔬菜作物的抗病优质性状选择标记, 为国内蔬菜种业企业和育种科研单位提供了技术服务。总体而言, 自动化、规模化、高通量、低成本的标记检测方法已开始在蔬菜育种上应用, 在一定程度上推动了蔬菜育种从“经验育种”向“精准育种”过渡; 分子育种的目标性状也逐步从简单的质量性状向多基因聚合和数量性状位点过渡。目前, 我国分子育种技术在创新性、集成性、系统性、规范性以及检测效率上与发达国家还存在较大差距, “作坊式”的育种模式也极大地限制了新技术的广泛普及应用效率, 分子育种技术应用规模与发达国家之间至少存在 5 年差距, 需要政府推动分子辅助育种技术在企业中普及应用, 检测机构要面向产业实际与企业需求, 企业应主动参与技术对接及成果转化。

3.4 我国蔬菜种业基因编辑技术已抢占了制高点, 但需要全面推动基因编辑技术向纵深发展, 基因编辑产品的管理政策应尽快明确

以 CRISPR/Cas 为代表的基因编辑技术连续突破, 为实现精准、高效、省时、省力和安全的农业育种技术革命提供了新契机, 也为蔬菜作物育种赶超跨国公司、实现弯道超越提供了新的技术。基因编辑技术目前已成为蔬菜作物的研究热点, 自 2013 年基因编辑在甘蓝中成功报道, 该领域的研究论文逐年增长, 截至 2019 年 5 月蔬菜作物基因编辑领域的研究论文有 96 篇 (Xu et al., 2019)。我国已经在番茄、西瓜、甘蓝和黄瓜等多个蔬菜作物的基因编辑上率先实现了技术落地。番茄作为模式作物, 基因编辑最早取得突破, 先后在果色、雄性不育等基因的编辑上取得成功; 北京市农林科学院在国际上首次将 CRISPR/Cas9 技术应用于西瓜基因编辑, 发表了首篇西瓜基因编辑的研究论文, 创制了抗除草剂的西瓜新种质; 近期, 大白菜和辣椒等蔬菜作物的基因编辑技术也相继取得重要进展, 获得了一批生产上急需的蔬菜新种质。我们必须清醒地认识到, 基因编辑是新一轮分子生物学技术带动产业变革的主要引擎, 是农业领域的 5G 技术, 这一技术的全面应用必将对蔬菜产业产生深远的影响。在技术上必须跟进前沿, 更广泛地向纵深发展, 不断创制满足蔬菜产业发展需求的抗除草剂、雄性不

育、持久抗病、营养强化等新种质,推动蔬菜育种技术跨越式发展。确定合理的目的性状、阐释性状的功能基因和提高编辑效率仍然是分子育种面临的挑战(Xu et al., 2019)。据悉,美国、日本和以色列等国对基因编辑作物品种给予了与常规育种品种同等市场准入条件,包括瑞典、芬兰、俄罗斯、巴西、阿根廷在内的许多国家,也都认同基因编辑植物产品为非转基因产品,这为基因编辑产品实用化提供了市场化空间。因此,我国相关部门急需在基因编辑育种上明确政策,加大对技术研发的支持,尽快推进基因编辑成果的全面应用转化,引领我国蔬菜种业创新技术更新换代。

3.5 我国蔬菜种业的种子处理与检测技术得到各方高度重视,但在技术创新与应用及其装备研发上尚未取得实质性进展

种子是种业科技进步的重要载体。2017年全国种子质量监督抽查结果显示,蔬菜种子合格率仅为88.3%,种子质量整体上缺乏竞争力,种子真实性、活力和健康度等问题突出(张力科和金石桥, 2019)。随着蔬菜产业集约化的推进,以种子为载体的技术整体化方案成为种业企业推广良种的一种重要选择,种子预处理、包衣、丸粒化、自动化播种与嫁接育苗,以及种子健康度、种传病害检测等技术越来越受到蔬菜种业企业的重视。但由于原始创新不足以及技术集成不够,尚未在提升种业竞争力中发挥应有的作用。近年来,在国家科技部和农业农村部重大项目的支持下,蔬菜种子处理与检测技术的研究也取得了重要进展,自主研发的种子引发、包衣、丸粒化技术逐步实现商业化应用;针对瓜类细菌性果斑病、番茄细菌性病害、黄瓜绿斑驳病毒病等种传检疫病害,建立了快速检测和处理的规范,并逐步制定或修订相关的行业标准或国家标准;基于基因组测序和全基因组序列变异大数据,在结球白菜、甘蓝、番茄、辣椒、西瓜、黄瓜、甜瓜等主要蔬菜中,鉴定了代表全基因组遗传多样性的核心SNP和SSR标记,研制了品种真实性和纯度鉴定的技术标准,这些标准的审批与发布将为种子质量监控和知识产权保护提供“利器”,并将有力支撑我国民族蔬菜种业的健康快速发展。但上述技术尚未全面在种业企业及种业管理中得到应用,有关蔬菜种子质量的行业标准与国家技术标准

颁布严重滞后于产业需求,尚未在行业管理、知识产权保护以及企业产品质量提升等方面得到有效应用。在种子检测与处理的装备研发制造上,相关企业实力有限,不能支撑种业发展需求,亟待得到各方面重视与扶持,以高效推进我国蔬菜种业种子质量检测与提升技术的全面提高。

4 我国蔬菜种业发展的政策保障措施

4.1 构筑分工合理、机制高效的以科研院所为主的公益性基础研究与以企业为主体的商业化研发协同创新机制

《中华人民共和国种子法》与国务院《关于加快推进现代农作物种业发展的意见》8号文件在法律法规层面确定了农作物种业是国家战略性、基础性核心产业,种子生产企业享受与粮食企业同等的贷款、免税、保险等扶持政策。对国家有关种业的重大科研项目 and 基础设施项目,蔬菜种子企业与科研单位应有同等申报资格。明确国家种质资源保护与育种基础性研究的公益性地位,需保障开展工作所需经费和配套条件,明确品种权人、基因专利拥有者对其资源占有的权属属性,在不改变所有权权属的情况下,鼓励其种质资源与品种权的市场化经营,打通公益性研究与商业化育种之间创新要素的有序正常互动。需制定进一步政策措施加强公益性的蔬菜育种技术创新体系与种质资源前育种创新体系建设,强化与企业的蔬菜育种工厂化流程与营销集成化管理体系协同创新,实现公益性研究与商业化育种两轮驱动,两者互为补充、相得益彰。

4.2 完善蔬菜种业企业的扶持政策,建立以企业为主体的商业化蔬菜育种技术体系与现代企业制度的营销体系

我国蔬菜种业企业占全国种业企业数量的70%以上,需要扶优扶强,进一步强化我国蔬菜种业健康发展的政策投入与扶持显得十分重要。一是重点对涉及蔬菜育种、种子生产、加工销售等环节的优势企业给予持续性支持。二是在各个主产区成果展示与示范基地的建设与推广中给予指导和资金扶持,做到让菜农选择到最合适的品种,要让菜农在地头看得见、摸得着、用得上、见实效。三是加强种业市场信息及产品销售服务,及时提供产销信息,引导蔬菜种业繁种行为有序运行。四是建立蔬

菜良种繁育基地生产性保险机制, 增强农户抵御自然风险的能力, 保护农户从事蔬菜良种繁育的利益。

4.3 完善健全蔬菜种业市场质量监管法律法规, 构建我国现代蔬菜种业质量管理制度

进一步完善我国蔬菜种子市场质量监管制度, 推进蔬菜种子质量检验监测体系建设。全面落实国务院《关于加快推进现代农作物种业发展的意见》8号文件, 建立蔬菜种业研发与种子生产的规范体系。目前实行的全国蔬菜品种登记注册制度中存在部分缺陷与问题, 需要完善修订全国蔬菜品种登记注册制度, 统筹并规范全国开展蔬菜品种鉴定验证的方法。在借鉴国际相关的品种保护法律法规的基础上, 及早修订和完善我国的品种知识产权鉴定、评价、保护体系, 尽早出台相关法规。进一步提高品种评价、登记的相关技术和设施、设备的水平, 在全国建立蔬菜品种标准种子库与核酸指纹库, 启动蔬菜栽培品种的真实性分子检测与监管, 规范种子公司的经营行为, 为蔬菜新品种保护提供有力依据。加强蔬菜种传病害检测与防控技术研究, 修订与完善蔬菜检疫性种传病害的检疫办法与标准, 尽快解决现有的检疫条例管理办法中与实际生产不符合, 以及与品种权保护和企业商业秘密保护相冲突的问题。开展种子活力与种子包衣及活力提升技术标准的制定与技术普及。

4.4 进一步加大蔬菜种业知识产权保护力度, 建立以知识产权保护为基石的我国蔬菜种业高效发展的管理机制

将蔬菜种业知识产权保护作为各级种子管理部门的第一要务, 也是鼓励外来资本参与蔬菜种业发展的第一要素, 建立从资源引进与利用、品种创制、良种繁育、品牌营销全产业链的知识产权保护体系与基层执法流程管理制度。制定蔬菜种业种质资源及良种进出口政策, 既要严格保护我国特有的蔬菜种业种质资源, 又要解决因保护所产生的国外资源进出口难的问题, 尽早建立蔬菜种质资源科研利用的绿色通道。要将种业知识产权保护提升到国家蔬菜种业竞争力提升的战略高度, 制定具有国际视野的知识产权保护战略以及适合我国国情、能落地的

具体管理办法与措施。明确繁种企业责任, 强化基地管理, 严厉打击制种基地无证或侵权生产、“抢购”“套购”等违法行为。加大对品种侵权案件的惩罚力度, 不但要对侵权企业和单位予以重罚, 还要对实施侵权的直接责任人和企业法人给予相应处罚, 列入个人诚信档案记录, 做出禁止从业的规定。对涉嫌侵权的田间繁殖物, 明确受害人可申请公安机关、种业管理部门实施证据保全或强制性销毁。强化有资质种子检验机构出具的检测报告严肃性与公正性, 有关管理部门应肩负起法律与行政赋予的责任与担当, 破除地方保护, 及时对侵权行为予以相应行政与法律处罚。

未来 20 年, 将是我国从蔬菜种业大国转变为蔬菜种业强国的关键时期。我国不仅具有蔬菜产业的巨大市场, 而且具备蔬菜产业与蔬菜良种繁育所需要的丰富生态气候带, 又拥有全球人数最多、致力于我国蔬菜种业发展壮大的种业人才与队伍, 只要客观正确地面对并解决我国蔬菜种业发展中的“症结”, 团结一致, 积极推进蔬菜种业改革开放, 全面调动创新驱动, 中国必将建设成为世界蔬菜种业的强国。

参考文献

- 丁海凤, 于拴仓, 王德欣, 贾长才, 张凤兰, 许勇. 2015. 中国蔬菜种业创新趋势分析. 中国蔬菜, (8): 1-7.
- 方智远. 2018. 中国蔬菜育种科学技术的发展与展望. 农学学报, 8 (1): 12-18.
- 高虹. 2018. 2019~2025 年中国蔬菜种植行业市场需求与投资战略规划分析报告. 北京: 北京华研中商研究院.
- 李佩娟. 2020. 2019 年中国蔬菜行业运行发展现状分析及 2020 年市场展望. <https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/200413-656b59e0.html>.
- 张力科, 金石桥. 2019. 我国农作物种子质量现状与质量提升策略分析. 中国种业, (3): 3-6.
- Chen F, Song Y F, Li X J, Chen J H, Mo L, Zhang X T, Lin Z G, Zhang L S. 2019. Genome sequences of horticultural plants: past, present, and future. Horticulture Research, 6: 112.
- Singh B D, Singh A K. 2015. High-throughput SNP genotyping// Singh B D, Singh A K. Marker-assisted plant breeding: principles and practices. Heidelberg: Springer: 367-400.
- Xu J M, Hua K, Lang Z B. 2019. Genome editing for horticultural crop improvement. Horticulture Research, 6: 113.