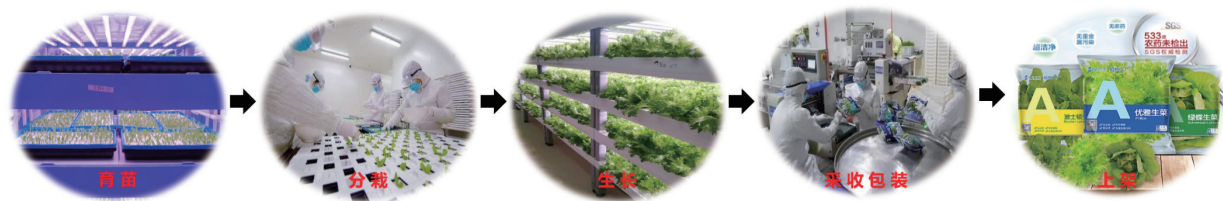


蔬菜生产工艺流程 供图 / 李鹏



植物工厂 高效生产的秘密

撰文
李鹏 李晶

植物工厂生产方式的特点主要体现在人们对植物生长所需要的温度、光照、水、气体、养分全方位的精确控制上。有了精确的环境条件，可谓万事俱备，只欠东风。只有当配套上最适的栽培技术和生产模式时，才能最终获得高产优质的产品。栽培技术包括从播种到收获全过程中使用的种植工艺、处理措施和管理方法。而生产模式是将栽培技术放大到大规模的商业生产中，通过制定规范的生产流程和管理制度，将栽培技术标准化、流程化、工厂化，最终形成植物工厂特有的栽培生产模式。

与自然栽培相比，植物工厂建设投入大，运行过程中能源消耗高，植物工厂栽培技术和生产模式的核心就是通过最大限度地提高产出，

减少投入，实现优质、高产、高效生产。

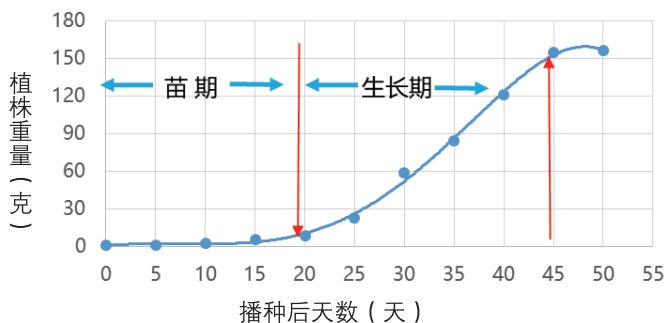
我们不禁要问，如何才能实现植物工厂的较高产出呢？首先，我们需要根据农作物的生长规律，合理地选择采收时间。

以生菜为例，植株的生长动态呈现S形曲线变化。萌芽后20天内，植株生长缓慢，单株重量还不足10克，但之后的20天里进入快速生长期，临近采收时单株的重量增长每天甚至超过10克。随后，生长速度再次减缓。我们通常在植株快速生长期快结束时采收，这时蔬菜产量高。

采收蔬菜的重量是不是越大越好呢？

答案是否定的，因为就像自然界一样，采收时间对蔬菜的品质也有明显的影响。比如，就“优雅”生菜而言，在80克采收时糖含量低，吃起来味道偏苦，而在160克采收时，蔬菜叶片中的粗纤维含量增高，口感偏老。因此，植物工厂合理的采收期应该是兼顾品质和产量的一个综合选择，即保证高品质条件下的最高产量。另外，生产者还可以根据市场需求的短期变化，适当地延长或提前采收，满足消费者的需要。

除了产量，用电、人工、物料的投入都是影响生产成本的重要因素。当我们了解了植物的生长动态曲线之后，就需要根据植物在不同阶段的生长需求，配置最优的生产资源以提高产量，节省成本。这些生产资源通常包括营养液浓度、光照时间、生长空间、温度条件等等。人们发



生菜的生长模式图。从图中可以看出，蔬菜在萌芽后，早期生长很慢，并存在一个快速生长期，快速生长后生长速度又急剧降低，很多栽培措施都与这一生长模式有关系 供图 / 李鹏

现,通过资源配置,尽可能提高植物工厂农作物成苗的个体大小,缩短分栽后的生长时间,是植物工厂重要的措施之一。

在小白菜的生产中,我们设置育苗阶段光照时间为16小时/天,营养液浓度较低,而分栽阶段光照时间为12小时/天,营养液浓度较高。在最后生长的栽培阶段,当把密度由54株/平方米下调到30株/平方米的时候,我们发现相同的生长周期,白菜的单株重量由110克提高到了220克。这样,每平方米栽培面积,我们可以采收到的菜由5.9公斤提高到了6.6公斤。这就意味着,在近乎相同的空间资源和能源的情况下,白菜产量提高了11%,但用苗量却下降了45%,同时节省了近乎相同比例的劳动力。同样地以壮苗技术和优化资源配置为特点的栽培模式,与传统模式相比,植物工厂生产能耗下降了17%。在中草药金线莲的生产中,科研人员通过先进的液体组培技术,提高了种苗的重量,最终使得中药材的产量提高了37%,同时药材的成分、口感、香气等品质指标也得到显著改善。

传统植物工厂栽培模式下,种苗的分栽、移栽、转运等过程需要大量的劳动力,导致了人工成本很高。有没有办法尽可能不分栽,节省劳动力成本呢?

在中科生物,科研人员发明了一种新型的

免分栽设备,蔬菜可以随着时间自动移动,越靠近前端的蔬菜株间距越小,靠近采收时蔬菜株间距越大,每一株蔬菜都能够获得当前生长阶段下最优的空间和生长条件。这样一来,以往蔬菜人工分栽转运的过程就不存在了,在大大节省了人力成本的同时,大幅度地提高了光能利用效率。

中科生物依托先进的栽培技术而形成的独有生产模式,大大提高了大规模商业化植物工厂的能效指标。在10000平方米的植物工厂中,每生产1公斤蔬菜,所耗照明用电仅5.6千瓦时,加上环境控制和动力用电消耗2.4千瓦时,综合平均能耗8千瓦时。这一指标不但为国际植物工厂行业树立了新的标杆,也为植物工厂产品走进千家万户,打下了坚实的基础。

作者简介

李鹏,博士,中国科学院植物研究所助理研究员,福建省中科生物股份有限公司总经理助理,主要从事植物工厂栽培技术研发和植物工厂运营管理。

李晶,博士,中国科学院植物研究所助理研究员,福建省中科生物股份有限公司高级工程师,主要从事植物工厂栽培技术、品种筛选和育苗技术研发。

(责编 桑新华)



左：“优雅”生菜 供图/孙晨光 右：辣椒生产 供图/李生云