

栽培方式对藜麦苗生物量及营养成分的影响

周学永¹ 杨红澎² 付荣霞¹ 肖建中³ 李润青⁴

(¹ 天津农学院食品科学与生物工程学院, 天津 300384; ² 天津农学院农学与资源环境学院, 天津 300384;

³ 天津市黑马工贸有限公司, 天津 301711; ⁴ 山西华青藜麦产品开发有限公司, 静乐 035199)

摘要:藜麦是近年来我国从南美引种的一种新型粮食作物,在苗期也可以当作一种新型蔬菜进行栽培管理。为了探索藜麦苗新型蔬菜的适宜栽培条件,本研究选用大田栽培、大棚栽培、基质栽培3种栽培方式,分析其株高、鲜重、干重以及蛋白质、还原糖、脂肪、粗纤维等营养指标变化。结果表明,大棚栽培可以获得较高的生物量,同时蛋白质、脂肪、还原糖和粗纤维含量与大田栽培较接近,是首选的栽培方法,而单纯基质栽培则存在养分不足的问题;播种后18d藜麦苗中蛋白质和脂肪含量最高,此后随着生长时间的延长含量逐渐降低;藜麦苗还原糖和纤维素含量随着种植时间的延长而逐渐升高;藜麦苗的适宜栽培时间为23~33d,不宜超过38d。

关键词:藜麦苗;新型蔬菜;栽培方式;生物量;营养成分

藜麦自2011年在山西省引种成功后,已经拓展到10多个省种植,目前种植面积已达2万hm²以上^[1-2],按产量2.25t/hm²计算,藜麦原粮总产量4.5万t^[3]。藜麦作为粮食作物对气候条件有严格的要求,不适宜在海拔低、温度高以及雨量充沛的地区种植,因为藜麦籽粒成熟需要90~150d,在高温多雨的气候环境条件下容易发生倒伏、授粉困难以及籽粒霉变。因此,目前我国藜麦的主产区被限定于气候相对冷凉的西部地区。

藜麦除了可以当作粮食作物种植以外,也可以当作蔬菜来栽培^[4-6]。藜麦出苗40d以内可以直接食用,是一种味道鲜美、营养丰富的蔬菜。有研究表明,藜麦苗的蛋白质、氨基酸、糖、矿物质含量均高于菠菜、小白菜等蔬菜^[7]。当藜麦作为蔬菜进行栽培时,随着生长周期的大大缩短,可以解除原本不利气候条件对其生长的影响,可以在我国东部省域广泛种植。此外,藜麦苗的茎叶还可以作为食品原料用于其他食品的加工生产,产生新的附加效益,例如Gawlik-Dziki等^[8]将藜麦叶磨粉后添加到面粉中制作面包,提高了面包的抗氧化性能。因此,开发藜麦苗蔬菜具有广阔的发展前景。然而截至目前,有关

藜麦蔬菜栽培的技术研究相对较少。本研究选用大田栽培、大棚栽培、基质栽培3种栽培方式,探索藜麦苗的适宜栽培条件,以期为新型蔬菜藜麦苗的栽培提供有益参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 藜麦种子由山西华青藜麦产品开发有限公司提供。育苗基质(有机质 $\geq 40\%$, $N+P_2O_5+K_2O \geq 2\%$)购自山东省高唐县亿鑫肥业有限公司。磷酸二铵复合肥料(氮15%、磷5%、钾20%)购自深圳市芭田生态工程股份有限公司,复合微生物肥(有机质 $\geq 30\%$,有效活菌数 ≥ 3 亿/g, $N+P_2O_5+K_2O \geq 25\%$)购自石家庄双联复合肥有限责任公司。

1.2 试验方法 2019年4月20日采用撒播的方式播种,栽培方式有以下3种。(1)基质栽培:将育苗基质放入长50cm、宽30cm、底部带孔的塑料托盘内,基质厚度6cm,每个托盘播种量0.7g,播种后在户外生长。(2)大棚栽培:在大棚内将土地翻耕,每667m²施用复合微生物肥160kg、磷酸二铵复合肥25kg,播种量3000g/667m²。(3)大田栽培:在大棚以外100m处进行,施肥量和播种量与大棚栽培相同。

1.3 测定项目及方法 将以上3种栽培方式的藜麦苗分别于种植后18d、23d、28d、33d、38d采摘,藜麦苗取样时带根拔出,自来水洗净泥土,晾干。株高采用游标卡尺测定藜麦苗地上部分的高度,精确

基金项目:天津市技术创新引导专项(基金)企业科技特派员项目(20YDTPJC00980);天津市科技支撑重点项目(18YFZCNC01270)

通信作者:付荣霞

至 mm;鲜重采用电子台秤测定,精确至百分之一;藜麦苗在 50℃烘箱中干燥至恒重,采用分析天平测定干重,精确至万分之一。

将采摘的鲜藜麦苗在户外晾晒 1d,然后转入电热恒温干燥箱(50℃)中烘干至恒重,使用粉碎机进行粉碎,得到藜麦苗粉,对以下指标进行 3 次重复测定。蛋白质含量测定 称取 0.5g 藜麦苗粉,参考 GB 5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法(第一法),加入 0.4g 硫酸铜,6g 硫酸钾,10mL 硫酸,放入 420℃消化炉中,消化 80min。取出后将消化管室温冷却至常温,使用全自动凯氏定氮仪测定,记录蛋白质含量。

还原糖含量测定 称取 2.5g 藜麦苗粉,参考 GB 5009.7—2016《食品中还原糖含量的测定》中的直接滴定法(第一法),以次甲基蓝作为指示剂,在保持沸腾的条件下,对碱性的酒石酸铜进行滴定,直至蓝色褪去,记录消耗溶液的量,根据公式进行计算。

粗纤维含量测定 称取 1g 藜麦苗粉,参考 GB

5009.10—2003《植物类食品中粗纤维的测定》,进行藜麦苗中粗纤维含量分析。

脂肪含量测定 称取 2.5g 藜麦苗粉,参考 GB 5009.6—2003《食品中脂肪的测定》中的索氏抽提法(第一法),用过滤纸包裹好藜麦苗粉,放入索氏抽提器内,使用沸点为 80℃的石油醚无间断回流抽提 7h,测定脂肪含量。

2 结果与分析

2.1 栽培方式对藜麦苗株高的影响 由表 1 可知,栽培方式对藜麦苗株高有较大影响,其中大棚栽培株高最大,基质栽培株高最小,大田栽培的株高介于二者之间。分析原因主要有以下 3 个方面:(1)大棚内全天温差变化较小,湿度适宜,光照充足,非常有利于藜麦苗的生长;(2)田间栽培的土壤肥力条件虽然与大棚相同,但户外的昼夜温差大,且容易受到刮风、下雨等外界因素影响,故藜麦苗长势受到影响;(3)基质中氮、磷、钾等营养成分不足,不能为藜麦苗提供充足的养分,故生长状态不佳,株高最小。

表 1 不同栽培方式下藜麦苗的株高 (mm)

栽培方式	生长时间				
	第 18 天	第 23 天	第 28 天	第 33 天	第 38 天
基质栽培	65.98 ± 7.43	91.33 ± 10.66	105.68 ± 11.91	181.70 ± 21.71	213.00 ± 33.48
大棚栽培	186.90 ± 23.73	267.60 ± 10.79	409.80 ± 17.55	516.80 ± 20.45	619.20 ± 53.74
大田栽培	101.00 ± 11.94	109.60 ± 11.93	247.10 ± 38.86	429.10 ± 17.00	566.00 ± 24.28

± 前后数值分别为平均值和标准差,下同

2.2 栽培方式对藜麦苗鲜重和干重的影响 由表 2 和表 3 可以看出,在 3 种栽培模式下藜麦苗鲜重和干重均随栽培时间的延长而持续增加,但相对而言,栽培模式对鲜重和干重的增加速度有较大影响。其中

大棚栽培的藜麦苗鲜重和干重值最大,大田栽培次之,而基质栽培最小。因此,在初夏温度不高的季节,大棚栽培可以使藜麦苗获得较高的生物量。如果采用基质栽培,则应适当补充氮、磷、钾等营养元素。

表 2 不同栽培方式下藜麦苗的鲜重 (g/100 株)

栽培方式	生长时间				
	第 18 天	第 23 天	第 28 天	第 33 天	第 38 天
基质栽培	22.51 ± 6.98	39.43 ± 11.39	62.74 ± 9.63	98.27 ± 15.64	183.05 ± 16.85
大棚栽培	57.43 ± 8.62	112.00 ± 10.23	340.60 ± 40.71	655.20 ± 54.36	1337.00 ± 152.78
大田栽培	43.36 ± 7.11	89.65 ± 9.81	276.92 ± 22.63	585.44 ± 47.68	1268.60 ± 131.53

表 3 不同栽培方式下藜麦苗的干重 (g/100 株)

栽培方式	生长时间				
	第 18 天	第 23 天	第 28 天	第 33 天	第 38 天
基质栽培	2.1640 ± 0.3425	3.6470 ± 0.3182	5.9230 ± 0.5077	10.1700 ± 0.9324	25.0300 ± 2.7420
大棚栽培	5.2210 ± 1.2040	9.9160 ± 1.0760	30.9300 ± 2.8610	64.9000 ± 7.1510	181.8000 ± 20.3300
大田栽培	3.8100 ± 0.3256	7.7810 ± 0.8243	24.1700 ± 2.7634	58.2100 ± 6.1060	170.7000 ± 18.0400

2.3 栽培方式对藜麦苗中蛋白质含量的影响 山西藜麦种子的蛋白质含量为 14.1%,由图 1 可知,3 种栽培模式条件下,随着生长天数的增加,藜麦苗干粉中蛋白质含量初期快速增加,至 18d 第 1 次取样时,大田栽培条件下蛋白质含量最高(28.26%),而基质栽培条件下蛋白质含量最低(25.71%),这可能与基质中氮元素不充足有关。随着生长天数的增加,藜麦苗干粉中蛋白质含量呈缓慢下降趋势,至 38d 采收时,大田栽培、大棚栽培和基质栽培 3 种栽培模式下蛋白质含量分别下降至 17.44%、16.14% 和 20.66%。

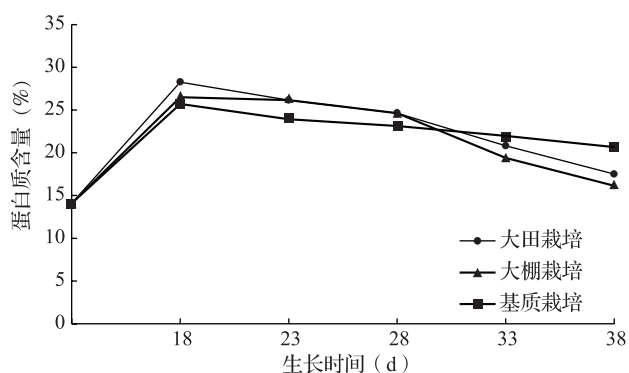


图1 栽培模式和生长时间对藜麦苗蛋白质含量的影响

在大田和大棚栽培模式中,藜麦苗粉蛋白质含量的下降与生物量快速增加有关,通过一元线性回归分析发现,在大田和大棚栽培条件下藜麦苗干重(表3)与蛋白质含量呈显著负相关关系($r_{\text{大田栽培}} = -0.9181$, $r_{\text{大棚栽培}} = -0.9556$),表示生物量越高,蛋白质含量越低。这是因为随着藜麦苗生长速度加快,蛋白质消耗速度增加,进而导致含量逐渐下降。基质栽培条件下藜麦苗干粉质量与蛋白质含量之间未达到显著水平($r_{\text{基质栽培}} = -0.7745$),而且蛋白质含量下降程度也低于大田栽培和大棚栽培,这可能与基质栽培条件下生物量增加迟缓有关。

2.4 栽培方式对藜麦苗中还原糖含量的影响 由图 2 可知,随着生长时间的延长,藜麦苗中还原糖含量持续增加,生长至 38d,藜麦苗干粉中还原糖含量与种子相比增加了 0.6~0.7 倍。栽培方式对藜麦苗干粉中还原糖含量有一定影响,总体影响趋势为大田栽培 > 基质栽培 > 大棚栽培。

在生长过程中藜麦苗还原糖含量不断增加的原因主要与淀粉酶活性增高有关^[9-10]。藜麦种子在

生长发育的过程中淀粉酶的活性不断升高,使种子内难以分解的淀粉大分子物质被水解,进而转化为糊精以及小分子水溶性糖类,提高了还原糖的含量。此外,光合作用也是会导致藜麦苗还原糖含量升高的一个原因。由于大田栽培阳光照射充足,且昼夜温差相对较大,故有利于糖分的积累。

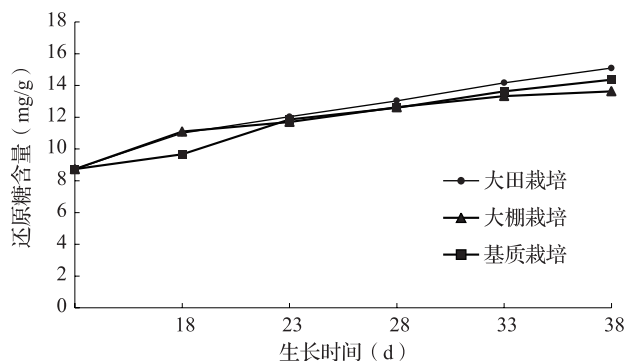


图2 栽培模式和生长时间对藜麦苗还原糖含量的影响

2.5 栽培方式对藜麦苗中脂肪含量的影响 藜麦种子中脂肪含量为 6.82%,由图 3 可知,萌发成苗后脂肪含量迅速下降,至 18d 第 1 次取样时,藜麦苗干粉中脂肪含量在 1.72%~2.42% 之间,此后脂肪含量下降的趋势变缓。栽培方式对藜麦苗干粉中脂肪含量有一定影响,其中大棚栽培藜麦苗脂肪含量最高,基质栽培藜麦苗脂肪含量最低。

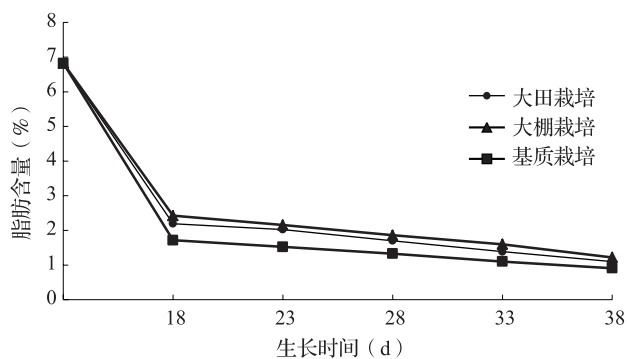


图3 栽培模式和生长时间对藜麦苗脂肪含量的影响

藜麦种子萌发后脂肪含量降低主要是由于脂肪作为能源物质被消耗所致。研究表明,种子生长发育后,脂肪分解成为甘油和脂肪酸,脂肪酸转化为氨基、羧基和糖类物质,促进植物的生长发育^[11],而甘油则可转化为磷酸二羟基丙酮进入糖酵解途径^[12],被进一步代谢消耗。本研究发现,基质栽培的藜麦苗脂肪含量低于大棚栽培和大田栽培的藜麦

苗,这可能是由于基质养分不足,加剧了脂肪消耗以补充藜麦苗生长发育之需的缘故。

2.6 栽培方式对藜麦苗中粗纤维含量的影响 如图4所示,随着生长天数的增加,藜麦苗的粗纤维含量均呈增长的趋势。生长至18d,藜麦苗干粉的粗纤维含量与种子相比增加了5.5~8.9倍;生长至38d,藜麦苗干粉的粗纤维含量与种子相比增加了11.64~17.00倍。栽培方式对藜麦苗干粉中粗纤维含量有一定影响,其中基质栽培藜麦苗粗纤维含量最高,大田栽培藜麦苗粗纤维含量最低。

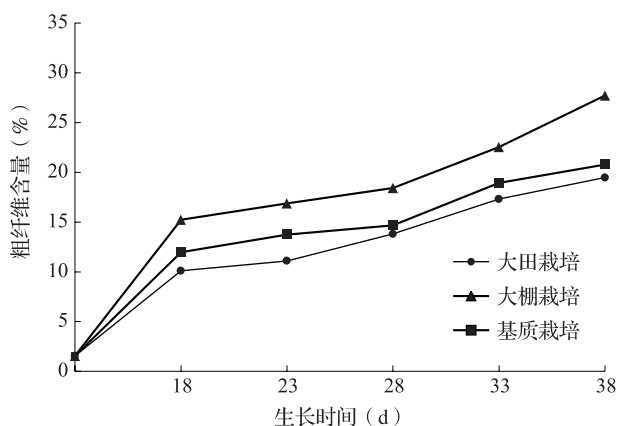


图4 栽培模式和生长时间对藜麦苗粗纤维含量的影响

粗纤维是由10个或以上单体链节的碳水化合物组成的,是植物细胞壁的成分之一,常与半纤维素、木质素及果胶质等成分共存^[13],纤维素的合成是以二磷酸尿苷葡萄糖(UDPG)为底物,通过纤维素合酶的催化而形成葡聚糖链^[14]。随着生长时间的延长,藜麦苗植株内糖分积累增加,为粗纤维的合成创造了条件。当藜麦苗进入孕穗期后,其茎秆已有一定程度的木质化^[7]。本研究发现,生长天数达到38d时,藜麦苗中纤维素含量已超过19%,口感变差。因此,栽培天数不宜超过38d。

3 结论与讨论

藜麦苗作为一种新型蔬菜具有生长周期短、营养价值高、适应环境强的优点,具有广阔的开发前景。本研究对基质栽培、大棚栽培和大田栽培的藜麦苗进行比较分析,为藜麦苗栽培技术的推广提供了更加实用的借鉴。研究结果表明,大棚栽

培可以获得较高的生物量,同时,蛋白质、脂肪、还原糖和粗纤维含量与大田栽培较接近,是首选的栽培方法。大田栽培具有成本低的优势,但受季节影响较大,是初夏和夏秋季节栽培藜麦苗的可行方法。基质栽培由于养分不足,不适合藜麦苗的长期培育,如果采取基质栽培,则应配合土壤营养的补充手段。藜麦苗的适宜栽培时间为23~33d,不宜超过38d。

参考文献

- [1] 刘正杰,李玉平,张盟,张玉敏,林春. 云南省藜麦引进栽培及产业发展现状研究. 现代农业科技, 2021 (10): 4-9
- [2] 陈学琴. 高原藜麦栽培技术. 农业科技与信息, 2021 (13): 62-63, 65
- [3] 崔宏亮,邢宝,姚庆,张琴萍,杨修仕,么杨,任贵兴,秦培友. 新疆伊犁河谷藜麦产业发展的SWOT分析. 作物杂志, 2019 (1): 32-37
- [4] 魏志敏,和剑涵,裴美燕,李顺国,吕玮. 特色蔬菜之藜麦苗. 蔬菜, 2020 (4): 62-64
- [5] 周学永,付荣霞,李航,杨喆,刘艳美,肖建中. 藜麦苗蔬菜设施栽培新技术. 北方园艺, 2019 (10): 176-178
- [6] Le L, Gong X, An Q, Xiang D, Zou L, Peng L, Wu X, Tan M, Nie Z, Wu Q, Zhao G, Wan Y. Quinoa sprouts as potential vegetable source: nutrient composition and functional contents of different quinoa sprout varieties. Food Chemistry, 2021, 357 (30): 129752
- [7] 周彦航,陆明海,姜悦,赵明珠,陈光,张美萍,王义. 不同采收期藜麦苗营养成分分析. 吉林农业大学学报, 2020, 42 (3): 261-268
- [8] Gawlik-Dziki U, Dziki D, Swieca M, Sęczyk Ł, Różyło R, Szymanowska U. Bread enriched with chenopodium quinoa leaves powder—the procedures for assessing the fortification efficiency. LWT - Food Science and Technology, 2015, 62 (2): 1226-1234
- [9] 胡洁,陈树俊,庞震鹏,刘晓娟,徐晓霞,仪鑫,石玥,李乐. 藜麦萌发过程中营养物质变化规律及藜麦芽乳制浆工艺研究. 食品工业科技, 2016, 37 (19): 136-141
- [10] 付荣霞,周学永,肖建中,崔艳,吴海清, Rajasab A H. 萌发温度与萌发时间对藜麦营养成分的影响. 食品工业, 2020, 41 (5): 341-345
- [11] 吴海波,杨树昌,齐宝坤,江连洲. 萌发对不同品种大豆胚芽品质影响. 东北农业大学学报, 2019, 50 (11): 32-43
- [12] 王金胜,王冬梅,吕淑霞. 生物化学. 北京:科学出版社, 2007
- [13] 宋东亮,沈君辉,李来庚. 高等植物细胞壁中纤维素的合成. 植物生理学通讯, 2008, 44 (4): 791-796
- [14] 程曦,郝怀庆,彭励. 植物细胞壁中纤维素合成的研究进展. 热带亚热带植物学报, 2011, 19 (3): 283-290

(收稿日期: 2021-08-26)