

DOI:10.16861/j.cnki.zggc.2025.0412

不同黄瓜品种涩味性状差异分析

许心田¹,任思铃¹,朱雪云¹,孔维良²

(1.河北科技师范学院园艺科技学院·河北省特色园艺种质挖掘与创新利用重点实验室 河北秦皇岛 066004;

2.天津科润农业科技股份有限公司黄瓜研究所 天津 300192)

摘要:涩味是影响黄瓜口感品质的重要性状。为了在黄瓜涩味品质研究与育种中筛选出理想的研究材料,采用口感评价的方法,系统分析比较了6个黄瓜品种商品瓜的涩味强度、稳定性及果实不同部位涩味强度分布等。结果表明,不同品种涩味强度存在差异,H-1和H-4涩味强度较高,O-1涩味强度相对较低。此外,春茬栽培的黄瓜涩味指数(表示黄瓜涩味强度)普遍高于秋茬。对涩味指数极差、标准差和变异系数的分析显示,6个品种涩味极差最低为37.5(春茬)和47.5(秋茬),标准差最低为11.49(春茬)和11.46(秋茬),绝大多数品种的变异系数大于20%。其中H-3的3个变异指标总体表现较高,说明其涩味性状稳定性较低。春茬除O-1和N-1外,5月的平均涩味指数与6月没有显著差异,秋茬各品种10月和11月的平均涩味指数均无显著差异,但是每间隔3~5 d采收的单瓜间涩味指数存在不同程度的波动,尤以H-3波动更为剧烈。除H-4外,黄瓜花冠段涩味指数显著低于果梗段,且两段涩味指数呈显著正相关。综上,不同黄瓜品种的涩味强度、稳定性及变异程度存在显著差异,在本试验条件下,O-1与N-1表现为较稳定的低涩味特性,H-1与H-4具有较稳定的高涩味强度,而H-3的变异性最为突出。本研究结果为黄瓜涩味品质评价及育种中涩味材料的选择奠定了基础。

关键词:黄瓜;涩味;口感评价;变异系数

中图分类号:S642.2

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2026)01-094-08

Comprehensive analysis of astringency traits in different cucumber cultivars

XU Xintian¹, REN Siling¹, ZHU Xueyun¹, KONG Weiliang²

(1. College of Horticulture Technology, Hebei Normal University of Science and Technology/Hebei Key of Horticultural Germplasm Excavation and Innovative Utilization, Qinhuangdao 066004, Hebei, China; 2. Cucumber Research Institute of Tianjin Kernel Agricultural Science and Technology Co., Ltd., Tianjin 300192, China)

Abstract: Astringency is an important trait affecting the tasting quality of cucumber. To identify ideal research materials for cucumber astringency, this study employed a sensory evaluation method to systematically analyze and compare the astringency intensity, stability of astringency traits, and spatial distribution of astringency intensity across different fruit regions in six cucumber cultivars. The results demonstrated significant variations in astringency intensity among cucumber cultivars, with H-1 and H-4 exhibiting higher levels of astringency compared to O-1, which showed relatively lower astringency. Furthermore, cucumbers cultivated in the spring season consistently displayed a higher astringency index (the intensity of cucumber astringency) than those grown in autumn, as evidenced by the measured values. The analysis of the range, standard deviation, and coefficient of variation (CV) of the astringency index revealed that the lowest range was 37.5 (spring) and 47.5 (autumn) among the six cucumber cultivars, with the lowest standard deviation observed at 11.49 (spring) and 11.46 (autumn). Most cultivars exhibited coefficients of variation exceeding 20%. Among them, H-3 had consistently high value for all three variability parameters, suggesting low stability of its astringency trait. In the spring season, except for O-1 and N-1, no significant differences were observed between the mean astringency indices of May and June. In the autumn season, the mean astringency indices of all cultivars also showed no significant differences between October and November. However, single fruits harvested at 3-5 days intervals displayed varying degrees of fluctuation,

收稿日期:2025-06-07;修回日期:2025-08-30

基金项目:河北省自然科学基金(C2024407019)

作者简介:许心田,女,在读硕士研究生,研究方向为蔬菜作物遗传育种和种质创新。E-mail: xxt111yx@163.com

通信作者:朱雪云,女,副教授,主要从事蔬菜作物遗传育种和种质创新研究。E-mail: zhuxueyun1981@163.com

孔维良,男,副研究员,主要从事黄瓜良种繁育研究。E-mail: kongweiliang2002@126.com

with H-3 showing particularly pronounced variation. Except for H-4, the calyx segment astringency index of cucumbers was significantly lower than the peduncle segment, and the indices at the two segments were positively correlated. In summary, substantial differences exist among cucumber cultivars in astringency intensity, stability, and variability. Under the conditions of this study, O-1 and N-1 exhibited stable low-astringency characteristics, H-1 and H-4 showed consistently high astringency, while H-3 displayed the highest variability. These findings provide a foundation for evaluating cucumber astringency quality and selecting materials for astringency-related breeding.

Key words: Cucumber; Astringency; Sensory evaluation; Coefficient of variation

黄瓜(*Cucumis sativus* L.)为葫芦科黄瓜属一年生草本蔓生攀缘植物,起源于喜马拉雅山南麓,并在世界多个地区广泛传播,其栽培历史可追溯至古埃及时期^[1]。黄瓜因爽脆的口感和清新的气味,适宜生食、烹饪及腌渍,在全球市场上深受欢迎。黄瓜还富含挥发性化合物、糖类、有机酸及其他次生代谢产物^[2-3],不同黄瓜品种通常呈现酸、甜、苦、涩等不同的风味特征。适宜生食的黄瓜品种应具有鲜脆的口感、微甜的风味且无苦涩感的特性。

涩味是园艺产品中常见的一种口感特征,表现为口腔中持续的收敛、皱缩、粗糙或干燥之感。涩味也通常被理解为口腔润滑度降低,导致摩擦和粗糙感增强的反应^[4]。目前已知的涩味物质有多酚、有机酸、无机酸、多价金属阳离子盐、蛋白质、脱水剂(乙醇和丙酮)等^[5]。涩味的形成机制十分复杂,是味觉与口腔触觉机制协同作用的结果^[6]。研究表明,涩味是涩味物质与口腔中唾液蛋白产生络合物以及沉淀物形成的^[7]。

黄瓜涩味是影响食用品质和商品价值的重要感官性状,降低涩味强度已成为现代黄瓜品质育种的关键目标之一。目前,有学者发现,黄瓜涩味可能与多酚类物质(儿茶素等)的积累有关^[8],也有学者认为与甲酸有关^[9]。可见,黄瓜涩味产生的物质来源尚未明晰,制约了黄瓜种质资源涩味性状的评价、筛选以及相关品质育种。此外,传统的化学分析技术(液相色谱技术)虽然能够精确测定已知化合物的含量,但由于其检测周期长、设备成本高、操作复杂等局限性,难以满足大规模种质资源筛选的需求。而感官评价是一套通过视觉、嗅觉、味觉等感知通道,科学测量与分析产品特性的成熟方法^[10]。口感评价作为食品感官评价中的一种,能直接、便捷地反映消费者对涩味强度的真实感知,是黄瓜育种中高效的资源筛选手段。该方法在食品风味与质地等品质评价中已被广泛应用并验证有效^[11-12]。

笔者采用标准化口感评价法对不同类型的6个黄瓜品种进行涩味特性分析,探索涩味强度、稳

定性以及涩味在果实中的分布规律,以期为黄瓜涩味种质资源评价、筛选及去除涩味品质育种提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料

本研究选取6个具有代表性黄瓜品种作为试验材料,包括华南型(H-1、H-2、H-3和H-4)、华北型(N-1)及欧洲温室型(O-1),所有材料均由河北省特色园艺种质挖掘与创新利用重点实验室提供。

试验于2024年2—11月在河北科技师范学院园艺实验站华夏大棚内进行。采用随机区组试验设计,每个品种定植25株,株行距为35 cm×20 cm,按常规措施进行田间管理。春茬参试材料于2024年2月26日播种育苗,3月16日盆栽定植,4月25日至6月20日期间采收;秋茬参试材料于2024年9月1日播种育苗,9月16日盆栽定植,10月22日至11月20日期间采收。于盛果期选取健康、无病虫害的商品瓜作为试验材料,每个品种设置10次重复。春茬在授粉后7~9 d取样,秋茬在授粉后9~12 d取样。

1.2 口感评价方法

本研究采用任思玲等^[13]建立的黄瓜涩味感官评价体系,按照GB/T 16291.1—2012^[14],选拔、培训成立感官评价小组,小组由10位身体健康的本课题组成员组成。在黄瓜果实涩味口感评价前学习感官分析理论,进行识别与使用标度等感官描述性分析培训,每次评价时有6位评价员参与。评价员根据涩味评价标准(表1),采用以1为增量的1~6的评分尺度进行黄瓜涩味强度定量评分,其中0表示不涩,1~2表示微涩,3~4表示涩,5~6表示很涩。

将黄瓜果实从中部横切成等长的两段,带有花冠的一段称为花冠段,带有果梗的一段称为果梗段,先将花冠段的瓜段以横切面圆心为中心纵切成6个等体积扇形瓜条,评价员用舌尖舔舐黄瓜扇形横截面果皮处渗出液并用舌头与上颚轻轻摩擦,然后感知舌尖收缩感,依据评分标准给予评分。果梗

表1 黄瓜涩味感官评价标准
Table 1 Sensory evaluation criteria for cucumber astringency

评价标准 Sensory description	分数 Score
舌尖和上腭没有任何收敛、干燥或粗糙的感觉 No astringency perceived; neither the tongue tip nor the palate shows any sensation of constriction, dryness, or roughness	0
舌尖有微弱的收敛感觉 Faint constriction sensation detected only on the tongue tip	1~2
舌尖和上腭有明显的收敛、干燥感觉 Distinct constriction and dryness felt on both the tongue tip and the palate	3~4
舌尖、上腭甚至嘴唇有强烈的干燥、皱缩和粗糙感觉 Intense dryness, wrinkling, and roughness extending to the tongue tip, palate, and even the lips	5~6

段的瓜段用同样方法切分和评价。每评尝完1个果实,评价员用清水漱口,间隔2 min进行下一个果实的评价。

每位评价员给出各自的涩味分数,根据公式分别计算每个黄瓜果梗段与花冠段涩味指数(astringency index, AI),二者平均值作为其最终涩味指数。

$$AI = \frac{\sum(SI \times NI)}{6N} \times 100$$

式中, AI 为涩味指数; SI 指涩味分数; NI 指给出相应涩味分数的评价员人数; N 指评价员总数。

1.3 数据分析

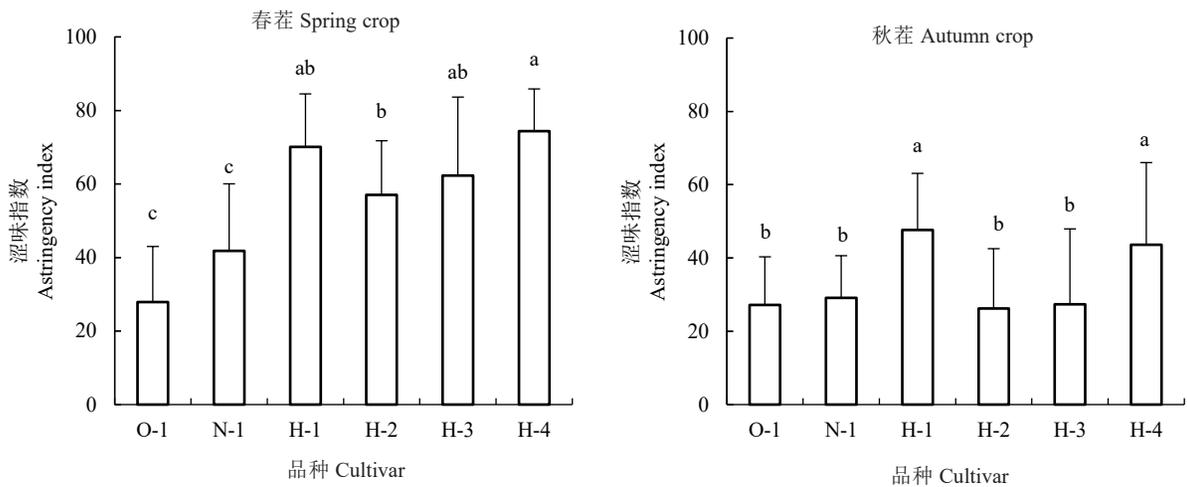
为比较不同黄瓜品种的涩味稳定性差异,使用变异系数进行标准化处理,变异系数越大表示稳定性越差。

采用 Microsoft Excel 2021 整理数据及作图,采用 SPSS 27.0 进行差异显著性分析,采用 GraphPad Prism 8.0 绘制小提琴图。

2 结果与分析

2.1 不同黄瓜品种涩味指数比较

对春季与秋季两个茬口的6个黄瓜品种果实的涩味进行口感评价及统计分析,结果表明,6个品种的涩味指数存在一定差异,有些品种差异显著(图1)。春茬黄瓜,4个华南型品种 H-1、H-2、H-3 和 H-4 的涩味指数显著高于 O-1 和 N-1,其中 H-4 的涩味指数最高。秋茬黄瓜,品种 H-1 与 H-4 的涩味指数显著高于其他4个品种。H-2 和 H-3 的秋茬涩味指数相比春茬降低幅度最大,表现出明显的季节差异。整体来看,秋茬各黄瓜品种的涩味指数较春茬总体偏低,说明栽培季节或茬口对黄瓜涩味有较明显的影响。而 O-1 两个茬口的涩味指数差异最小,春茬为 27.85,秋茬为 27.15,无明显差异,相较于其他品种表现出更好的季节稳定性。综合两个季节,欧洲温室型 O-1 和华北密刺型 N-1 的涩味



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

Note: Different small letters indicate significant difference at 0.05 level.

图1 不同黄瓜品种春茬与秋茬的涩味指数

Fig. 1 Astringency index of different cucumber cultivars in spring and autumn crops

指数相较于华南型品种较低,其中华南型品种 H-2 和 H-3 在两个茬口间的变化最为明显。由此可见,不同品种不仅涩味强度区别明显,而且同一品种涩味强度的季节稳定程度存在差异。

由图 2 可知,各品种的涩味指数分布特征差异较大,表现出明显的品种效应。春茬黄瓜,O-1、N-1 和 H-3 的涩味指数分布范围较广,说明其单瓜间涩味指数存在较大差异,而 H-1、H-2 和 H-4 的涩味指数分布相对集中,表明其涩味强度较其他 3 个品种稳定。秋茬黄瓜,H-4 各单瓜涩味指数分布范围最

广,而 O-1 和 N-1 分布较其他品种集中。由此可见,各品种不同单瓜涩味指数变化范围在两个茬口有所差异。H-4 的春茬涩味指数较秋茬更为稳定,而 O-1 和 N-1 的秋茬涩味指数较春茬更为稳定。有趣的是,大多数品种在两个茬口的涩味指数分布图形相似,而 H-3 的分布图形在春茬和秋茬呈相反趋势,即春茬相对高涩味指数的单瓜较多,而秋茬相对低涩味指数的单瓜较多。

在对春秋两季不同黄瓜材料涩味指数进行变异性分析时发现,各品种在极差、标准差及变异系

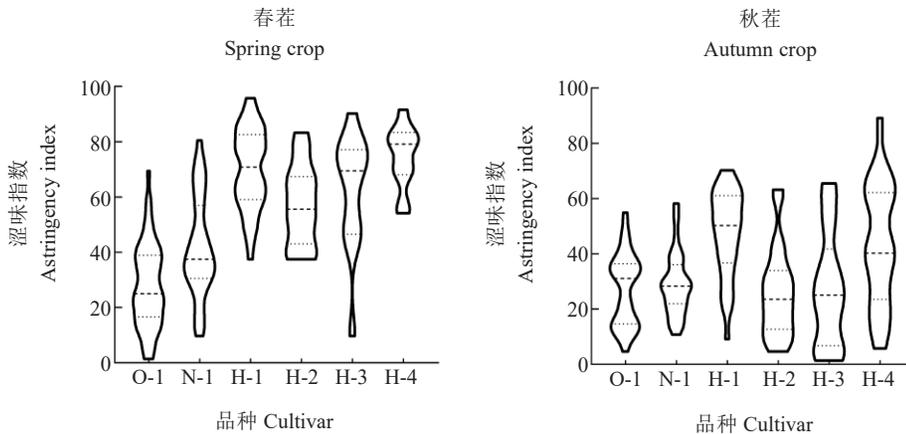


图 2 不同黄瓜品种春茬与秋茬涩味指数的分布

Fig. 2 Astringency index distribution of different cucumber cultivars in spring and autumn crops

数方面表现出一定的差异性(表 2 和表 3)。从涩味指数极端值来看,春茬各品种单瓜涩味指数的极差最低为 H-4 的 37.50,最高是 H-3 的 80.56,各品种的涩味指数极差由低到高为 H-4<H-2<H-1<O-1<N-1<H-3;秋茬最低是 N-1 的 47.50,最高是 H-4 的 83.34,由低到高依次为 N-1<O-1<H-2<H-1<H-3<H-4。H-4 在春茬中的极差最小,但在秋茬中最大,说明其在春茬中涩味性状表现较秋茬更为稳定。总体而言,6 个品种的涩味指数在春茬和秋茬普遍表现出较大的极差值,秋茬尤其突出。

标准差反映出某品种各单瓜涩味强度的离散程度。春茬各品种涩味指数标准差由低到高依次为 H-4<H-1<H-2<O-1<N-1<H-3,秋茬则为 N-1<O-1<H-1<H-2<H-3<H-4。可以看出,H-4 在春茬中涩味指数的稳定性最强,而在秋茬中其涩味波动明显增强,春秋两季差异最大;而 H-3 在春茬和秋茬的涩味指数离散程度均相对较大。

涩味变异系数反映某品种单瓜间涩味离散程度相对于该品种平均涩味强度的比值。在春茬条件下,涩味指数的变异系数由低到高依次为 H-4<H-1<H-2<H-3<N-1<O-1;而秋茬条件下,变异系

表 2 春茬各黄瓜品种涩味指数变异性分析
Table 2 Variability analysis of astringency index in spring-cultivated cucumber cultivars

品种 Cultivar	最小值 Min	最大值 Max	极差 Range	标准差 SD	变异系数 CV/%
O-1	1.39	69.44	68.05	15.15	54.40
N-1	9.72	80.56	70.84	18.22	43.55
H-1	37.50	95.83	58.33	14.46	20.64
H-2	37.50	83.33	45.83	14.69	25.74
H-3	9.72	90.28	80.56	21.36	34.29
H-4	54.17	91.67	37.50	11.49	15.45

表 3 秋茬各黄瓜品种涩味指数变异性分析
Table 3 Variability analysis of astringency index in autumn-cultivated cucumber cultivars

品种 Cultivar	最小值 Min	最大值 Max	极差 Range	标准差 SD	变异系数 CV/%
O-1	4.72	55.00	50.28	13.17	48.51
N-1	10.83	58.33	47.50	11.46	39.30
H-1	9.17	70.28	61.11	15.48	32.51
H-2	4.72	63.33	58.61	16.32	62.24
H-3	1.39	65.56	64.17	20.60	75.37
H-4	5.83	89.17	83.34	22.43	51.46

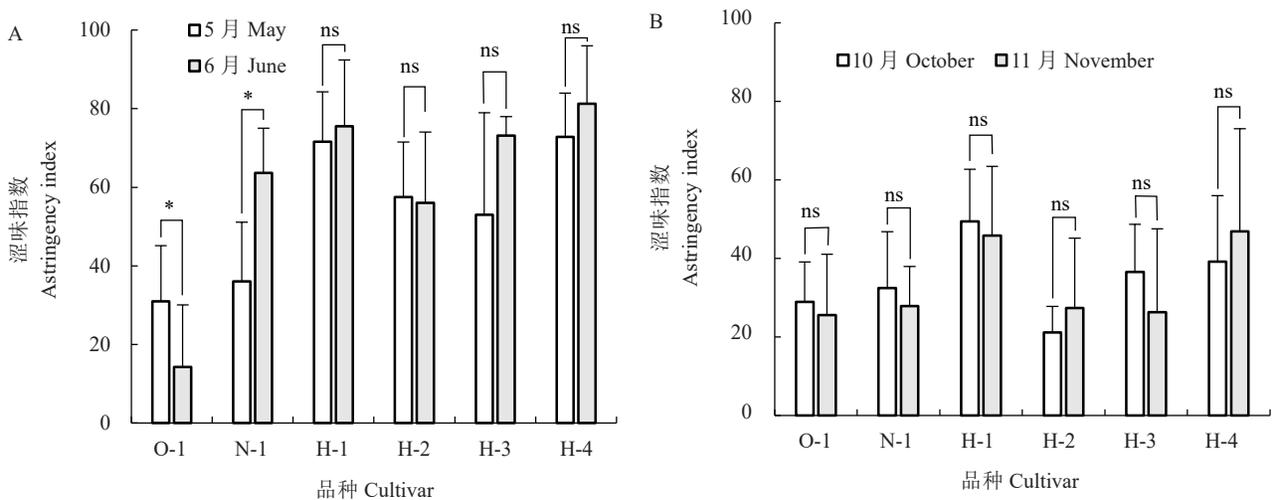
数排序为 H-1<N-1<O-1<H-4<H-2<H-3。综合两个茬口发现,H-1 的变异系数相对较小,而 H-3 的变异系数较大。春茬的变异系数除 H-4 外,其他品种均高于 20%,而秋茬所有品种的变异系数均高于 20%。由此可见,黄瓜涩味性状的稳定性总体较低,表现出易变化的特点。

2.2 不同采收日期黄瓜涩味变化趋势分析

春茬黄瓜商品瓜采收从 5 月到 6 月,各品种的涩味指数呈现不同的变化趋势(图 3-A)。与 5 月相比,O-1 在 6 月的平均涩味指数显著下降,而 N-1 显著上升,H-1、H-2、H-3 和 H-4 品种的涩味指数在 5

月与 6 月间变化不显著。秋茬黄瓜商品瓜采收从 10 月到 11 月,6 个品种在两个月份的涩味指数均无显著差异(图 3-B)。总体来看,大多品种在同一茬口不同采收月份的涩味强度变化不大。

统计了 6 个黄瓜品种采收期内一段时间(春茬 5 月 16 日至 6 月 13 日,秋茬 10 月 27 日至 11 月 20 日)黄瓜涩味指数随采收日期推移的变化情况。由图 4 可知,各品种随时间推移涩味指数呈现无规律变化浮动,且不同品种的涩味指数波动幅度不同。图 4-E 和 4-e 显示,H-3 在春茬和秋茬的涩味指数波动幅度相比其他品种均最大。



注:A 为春茬种植,B 为秋茬种植。*表示差异达显著水平($P<0.05$),ns 表示没有显著差异。下同。

Note: A. Spring cultivation, B. Autumn cultivation. * indicates significant difference($P<0.05$), ns indicates no significant difference. The same below.

图 3 各品种黄瓜春茬与秋茬涩味指数的月度比较

Fig. 3 Monthly comparison of astringency index across cucumber cultivars in spring and autumn crops

2.3 黄瓜果梗段与花冠段涩味比较

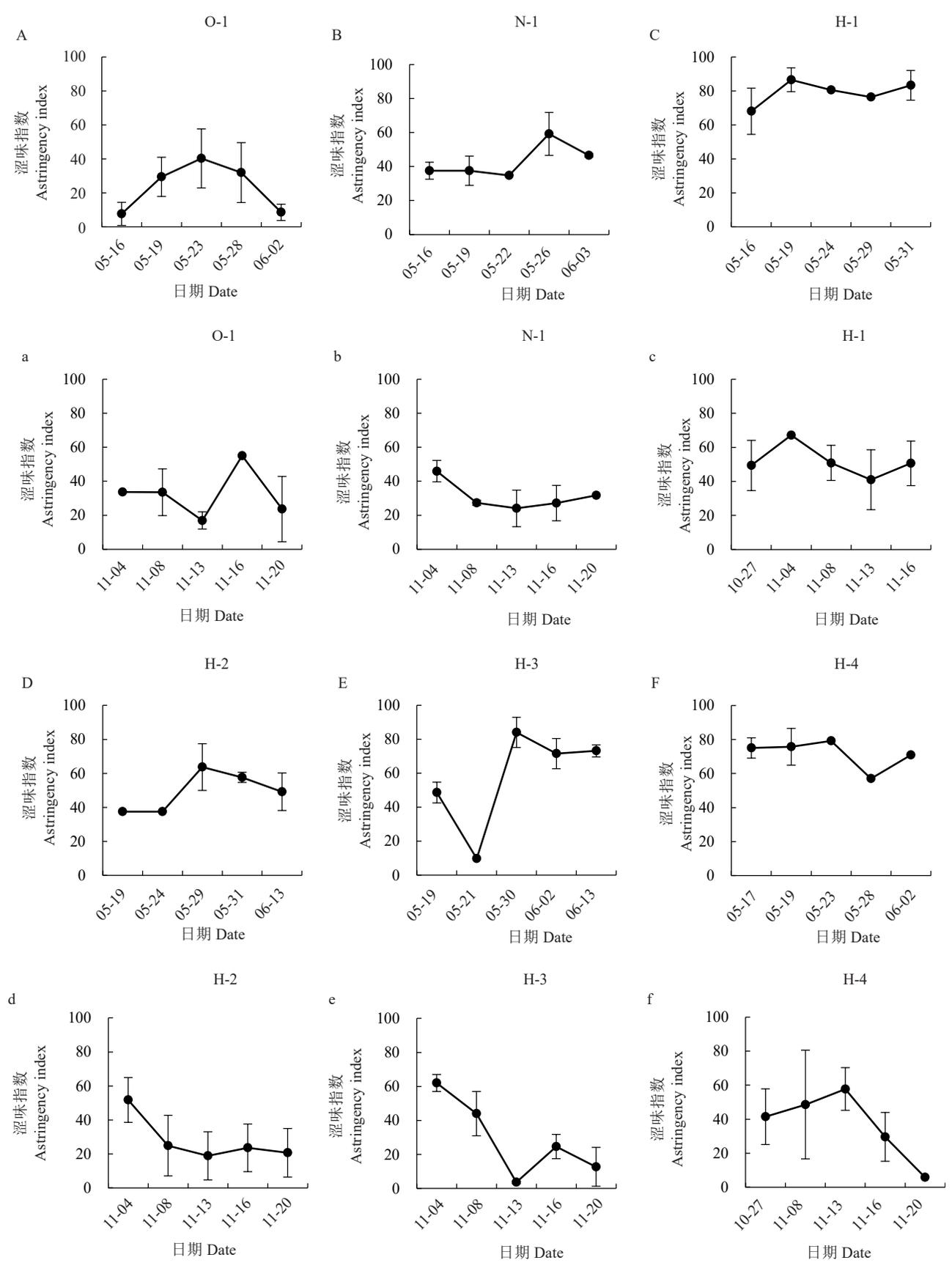
为了探究涩味在果实的分布情况,分别对花冠段和果梗段两段的涩味进行感官评价,结果如图 5 所示。综合两个茬口 6 个品种涩味指数的平均值,发现果梗段涩味指数普遍略高于花冠段,除 H-4 品种外,其余 5 个品种均表现出显著差异。

对 6 个黄瓜品种的花冠段与果梗段涩味指数的相关性进行了皮尔逊相关系数分析(图 6)。6 个品种花冠段与果梗段的涩味指数均表现出较强的正相关性($r>0.80$),其中 H-3 品种的相关系数最高,为 0.928 4。说明同一个果实的花冠段与果梗段涩味强度紧密关联,趋势相同,即果梗段涩味较高时,其花冠段涩味也相对较高。

3 讨论与结论

田恒禄^[8]对 YB(强涩)和 YN(低涩)两个黄瓜品

种中涩味物质 GC(没食子儿茶素)含量进行测定发现,两个品种间的涩味物质含量在春秋两季均存在显著差异,而同一品种的 GC 含量在春秋两个栽培季节间没有显著差异,表明品种间的涩味物质合成受环境影响较小,而在遗传上表现出较好的稳定性。Horie 等^[9]研究表明,有些黄瓜品种涩味不稳定,即使同一个品种在不同采收时间也可能会有较大差异。显然,黄瓜涩味性状在品种间以及栽培季节间的稳定性值得探讨,这对黄瓜涩味口感品质的改良具有重要意义。笔者对 6 个黄瓜品种的两个栽培茬口的涩味进行比较,发现 O-1 和 N-1 在两个茬口的涩味指数均相对较低,H-1 和 H-4 两个茬口的涩味指数在 6 个品种中均相对较高,表现出涩味性状在品种特性方面的遗传相对稳定性。然而,6 个品种春茬栽培的涩味指数均高于各自的秋茬,说明黄瓜涩味性状的表达容易受到外界环境的影



注:A~F 为春茬种植;a~f 为秋茬种植。

Note: A-F represent spring cultivation; a-f represent autumn cultivation.

图 4 不同采收日期各黄瓜品种涩味指数的变化趋势

Fig. 4 Variation trends of astringency index in cucumber cultivars at different harvest dates

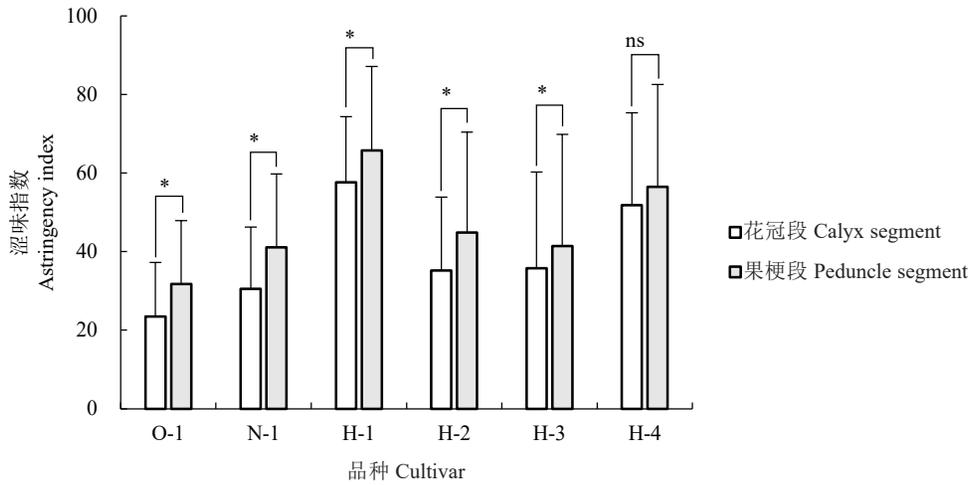


图5 不同黄瓜品种花冠段与果梗段涩味指数对比

Fig. 5 Comparison of astringency index between calyx segment and peduncle segment of different cucumber cultivars

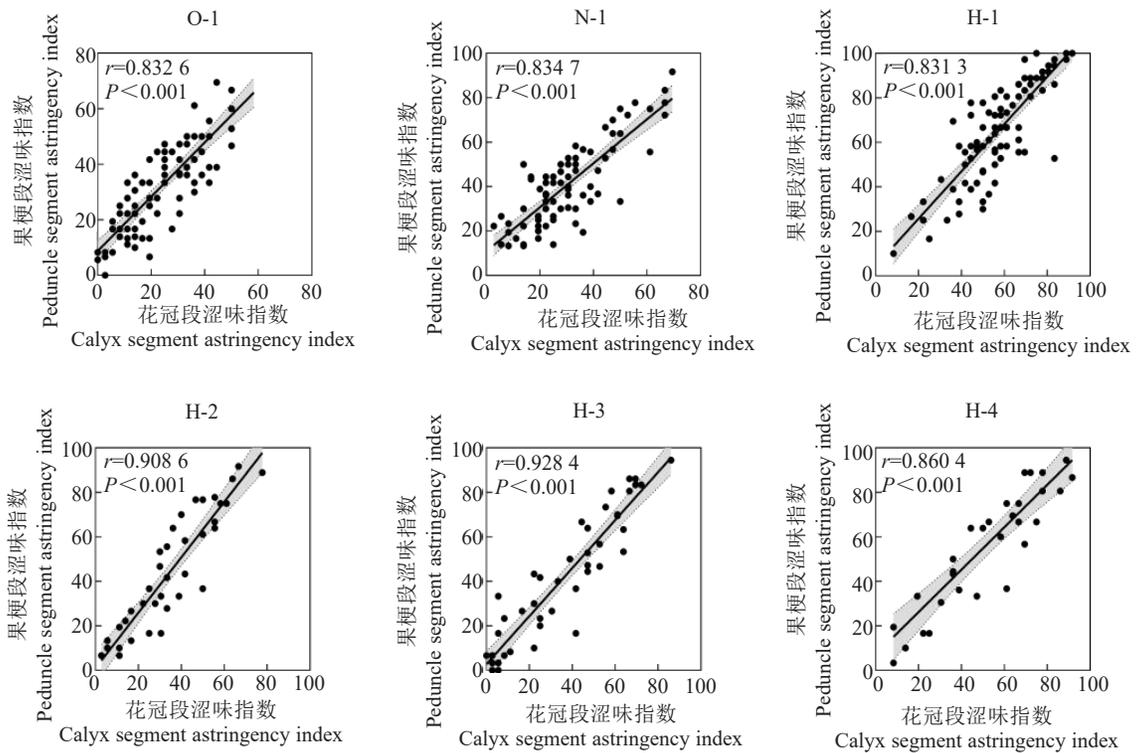


图6 各黄瓜品种花冠段与果梗段涩味指数的相关性分析

Fig. 6 Correlation analysis of astringency index between calyx segment and peduncle segment of different cucumber cultivars

响。特别是2个华南型品种H-2和H-3的涩味指数春茬和秋茬分别相差30.86和34.96,在6个品种中差异最大,反映出不同品种涩味性状对环境变化的敏感程度不同。由此可知,黄瓜涩味品质的改善通过遗传育种手段选育低涩品种是有效途径,但探索低涩栽培条件对涩味口感改善也具有十分重要的意义。

任思铃等^[13]研究指出,部分黄瓜品种的涩味随着采收时间的不同变化较大。杨塘榆等^[15]研究表明,不同采收日期的中药毛叶山桐子果实含油率随采收期呈先升高后下降的趋势。Zhang等^[16]研究表明,基因型及采收期对草莓外观颜色、可溶性固形物含量、可滴定酸含量和固酸比有较大影响。为进一步明确黄瓜涩味变异与采收时间的关系,笔者分

析了不同采收日期各品种涩味强度的变化,发现各品种在连续多个采收日期的涩味指数变化趋势不同,波动幅度不同,其中 H-3 的波动最大,反映出其涩味的稳定性在 6 个品种中最低,与变异性分析的结果相吻合。

田恒禄^[8]、Horie 等^[9]都认为果皮是黄瓜涩味物质的主要分布部位,Kaneko 等^[17]认为黄瓜主要涩味物质存在于果皮维管束中。任思铃等^[6]也发现黄瓜中心腔部位的涩味远远低于果皮处。这些研究都是从黄瓜果实横径的维度分析涩味的分布。然而,涩味在黄瓜纵径维度的分布还未见报道。笔者探讨了不同品种花冠段与果梗段的涩味分布情况。将黄瓜果实从中间横切分为等长两段后,经涩味口感评价,发现大多数品种的果梗段涩味略高于花冠段,说明涩味物质在果梗段的分布较多。对各品种的花冠段和果梗段的涩味指数相关性分析显示,各品种均表现出较强的正相关性,说明涩味物质的合成在黄瓜果实不同部位具有较高协同性。黄瓜涩味在果实纵径维度上的分布特点与前人报道的关于黄瓜苦味的分布特点相似。顾兴芳等^[18]、王鹤冰等^[19]、李宗扬等^[20]研究表明,黄瓜苦味多发生在果实的近果柄处,而先端苦味较轻。

综上所述,黄瓜涩味强度不仅因品种有所差异,还与环境、采收时期相关。此外,黄瓜涩味的变异性普遍存在,涩味变异程度也因品种有所差异。在本试验条件下,O-1 与 N-1 品种在春、秋两茬均保持低涩味特性,而 H-1 与 H-4 在两个茬口均表现较高涩味强度,H-3 的涩味变异是 6 个品种中最大的。由此可见,在黄瓜涩味品质研究和育种时需对研究材料进行充分评价,特别是变异性评价,以筛选出理想的研究材料。

参考文献

- [1] 侯锋. 黄瓜[M]. 天津:天津科学技术出版社,1999.
- [2] 郝丽宁,陈书霞,王聪颖,等. 不同基因型黄瓜果实芳香物质组成及含量差异研究[J]. 西北农林科技大学学报,2013,41(6):139-146.
- [3] 陈书霞,陈巧,王聪颖,等. 绿叶挥发物代谢调控及分子机理研究进展[J]. 中国农业科学,2012,45(8):1545-1557.
- [4] UPADHYAY R, BROSSARD N, CHEN J S. Mechanisms underlying astringency: Introduction to an oral tribology approach[J]. Journal of Physics D-Applied Physics, 2016, 49(10):104003.
- [5] BAJEC M R, PICKERING G J. Astringency: Mechanisms and perception[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2008, 48(9):858-875.
- [6] 任思铃,李晓丽,宋晓飞,等. 园艺植物涩味研究进展[J]. 华北农学报,2022,37(增刊1):198-206.
- [7] GAWEL R, OBERHOLSTER A, FRANCIS I L, et al. A "Mouth-feel Wheel": Terminology for communicating the mouth-feel characteristics of red wine[J]. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2000, 6(3):203-207.
- [8] 田恒禄. 黄瓜涩味形成与儿茶素类物质代谢的关系及相关分子基础的研究[D]. 江苏扬州:扬州大学,2015.
- [9] HORIE H, TANAKI Y. Astringency of cucumber fruit and its alleviation by cooking[J]. Journal of Cookery Science of Japan, 2008, 41(6):378-382.
- [10] 李小娜,王洪伟,童华荣. 食品感官评价技术在茶叶品质评价中的应用研究进展[J]. 食品安全质量检测学报,2015,6(5):1542-1547.
- [11] 由美千惠. 黄瓜种质资源风味品质评价[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2020.
- [12] 赵镭,汪厚银,刘文. 食品感官分析实验室现状及发展建议[J]. 世界标准信息,2007(8):48-54.
- [13] 任思铃,朱雪云,闫立英,等. 黄瓜涩味感官评价影响因素及种质资源涩味评价分析[J]. 中国瓜菜,2023,36(3):36-41.
- [14] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会. 感官分析术语:GB/T 10221-2021[S]. 北京:中国标准出版社,2021.
- [15] 杨塘榆,闻乐嫣,阚建全. 采收期对毛叶山桐子油脂脂肪酸组成的影响[J]. 食品与发酵工业,2022,48(10):183-187.
- [16] ZHANG Y, YANG M, HOU G, et al. Effect of genotype and harvest date on fruit quality, bioactive compounds, and antioxidant capacity of strawberry[J]. Horticulturae, 2022, 8(4):348.
- [17] KANEKO M, MIYAKE M. Analysis of formic acid and its sensory characteristics, in each part of cucumber fruit[J]. Journal of Japan Society of Nutrition and Food Science, 2013, 66(5):255-259.
- [18] 顾兴芳,方秀娟,张孟玉,等. 黄瓜苦味研究概况[J]. 园艺学报,2000,27(增刊1):504-508.
- [19] 王鹤冰,张生,熊艳,等. 我国黄瓜苦味的研究进展[J]. 南方农业,2015,9(16):64-66.
- [20] 李宗扬,秦智伟,周秀艳,等. 黄瓜种质资源果实苦味评价[J]. 长江蔬菜,2014(10):8-12.