果 树 学 报 2026,43(10):2919-2923
Journal of Fruit Science

DOI:10.13925/j.cnki.gsxb.20260024

苹果短枝型芽变新品种新红5号的选育

刘鹏飞,胡晓静,陈高安,李文胜*

(新疆农业大学林学与风景园林学院,乌鲁木齐 830052)

摘 要:新红5号是以长富2号为母本,通过芽变选育的短枝晚熟苹果新品种。果实形状近圆形,果皮浓红色,底色黄,果面光洁无锈,具蜡质,果肉黄色,肉质松脆,风味甜,单果含5~8粒种子。可溶性固形物含量(*w*,后同)16.32%,可溶性糖含量12.86%,可滴定酸含量0.35%,糖酸比36.41,去皮硬度7.55 kg·cm^{-2},维生素C含量2.16 mg·g^{-1},品质优。在新疆阿克苏地区(N 41°17'15",E 80°17'33"),新红5号萌芽率75.03%,成枝力10.36%,果实生育期180~190 d,10月中下旬成熟。该品种抗寒性近似于普通富士,适应性强,但对腐烂病抗性较弱。耐贮藏,货架期150 d,冷藏可达5个月。适宜在苹果主产区推广种植,嫁接后第2~3年开花结果,丰产性良好,大树高接第4年产量可达3000~3500 kg·666.7 m^{-2}。

关键词:苹果;新品种;新红5号;短枝型;芽变

中图分类号:S661.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1009-9980(2026)10-2919-05

Breeding report of a new short shoot bud sport apple cultivar 'Xinhong 5'

Liu Pengfei, Hu Xiaojing, Chen Gao'an, Li Wensheng*

(College of Forestry and Landscape Architecture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, Xinjiang, China)

Abstract: Xinhong 5 is a late maturing apple cultivar with good appearance. It is a new short branch type variety selected by bud mutation of Nagano Fuji No. 2 apple variety. In 2016, when the research team conducted a survey of Fuji apple mutant resources at Hongqi Po Farm in Aksu District, Xinjiang, they found that the fruit characteristics of the upper branches of one Nagano Fuji No. 2 plant were significantly different from those of other branches on the same plant. The fruit had a deep red surface, a high-pitched shape, and obvious short-branch characteristics. After verification, this mutant branch was identified as a natural mutation. It was designated as a superior variety that year. Subsequently, through multiple years of biological characteristic observations and fruit quality analyses at multiple sites, it was confirmed that the comprehensive traits of this variety were superior to Nagano Fuji No. 2, and the fruit quality was similar to that of the mother plant. Xinhong 5 is a compact tree with remarkable short branch characteristics. Its adult tree posture is semi open, and its crown is conical with good ventilation and light transmission; Perennial branches grayish brown, annual branches yellowish brown; Leaves oval, light green, slightly wrinkled; The flower buds are hypertrophic and adnate, and the flower buds are pink. The fruit is nearly round, the fruit type index is 0.88, and the average single fruit weight is 201 g. the pericarp is thick red, evenly colored, the bottom color is yellow, and the fruit surface is smooth, rust free and waxy. The flesh is yellow, crisp and sweet. The single fruit contains 5−8 seeds. The results showed that the soluble solid content was 16.32%, sugar acid ratio was 36.41, peeling hardness was

收稿日期:2026-01-16 **接受日期**:2026-02-13

基金项目:新疆重大科技专项课题"作物抗旱基因挖掘和品种培育项目"子课题"抗旱苹果砧木及新品种选育"(2022A02003-1);新疆维吾尔自治区重大专项"特色林果优质高效轻简化栽培关键技术"(2023A02002-3);新疆林果产业技术体系项目(XJLGCYJSTX04-2024)

作者简介:刘鹏飞,男,助理研究员,主要从事果树栽培与生理研究。E-mail:liupengfei0224@163.com

***通信作者** Author for correspondence. E-mail:252500755@qq.com

8.33 kg · cm^{-2}, vitamin C content was 2.16 mg · 100 g^{-1}, and the comprehensive quality was excellent. In Aksu region of Xinjiang (N 4°17'15", E 80°17'33"), the fruit growth period was 180−190 d, and it matured in the middle and late October. Usually, each inflorescence contains 5−6 flowers and 20 stamens per flower; The germination rate was 75.03%, and the branching ability was 10.36%. This variety has similar cold resistance to the common Fuji apples, is highly adaptable, but has relatively weak resistance to rot disease. It is resistant to storage, with a shelf life of 150d and can be stored for 5 months under cold storage. It is suitable to be planted in the main apple production areas, and it can blossom and bear fruit in the second to third year of grafting, with good yield. The yield of tall trees in the fourth year can reach 3000−3500 kg · 666.7 m^{-2}. Deep soil layer with salt content＜0.3% should be selected pH＜8.5, Loam or sandy loam with organic matter＞1%. The planting row spacing is determined according to the root stock type, and the North-South row planting is adopted. Grass is planted between rows, and also configure short-stemmed varieties such as Golden Delicious and Red Delicious for cross pollination. Soil, fertilizer and water management shall be carried out in combination with flood irrigation or drip irrigation. Sufficient base fertilizer shall be applied in autumn, and nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer shall be applied according to phenological stages in the growth period. The young trees should be light cut and long placed, and should be in the shape of a slender spindle. In the full fruit stage, they should be gradually adjusted to the shape of a free spindle, and pay attention to the renewal of branch groups to maintain the strong and healthy tree vigor.

Key words: Apple; New cultivar; Xinhong 5; Short branch type; Bud sport

我国作为全球最大的苹果生产国，种植面积和产量均占世界首位[1]。目前，富士系品种栽培面积约占我国苹果总栽培面积的80%，已成为主导栽培类型[2]。自20世纪80年代起，随着富士苹果在我国广泛推广，其长枝品系逐渐暴露出生长旺盛、枝条直立性强且节间较长、管理复杂、不易着色及早期产量低等问题，制约着富士苹果集约化与规模化发展[3]。为突破长枝富士规模化生产的限制，以芽变选种为技术路径的短枝型品种选育成为关键突破口。我国育种工作者基于苹果无性繁殖过程中体细胞变异频率较高的特性，利用多种技术路径对自然芽变体进行筛选与评价，旨在获得树体紧凑、成花容易、枝条节间短、管理省工且早期丰产性好的短枝型优良新种质[4-6]。在此背景下，新疆农业大学果树育种团队以长富2号苹果为变异材料进行研究，成功选育出苹果短枝新品种新红5号。

1 选育过程

2016年，课题组在新疆阿克苏地区红旗坡农场开展富士系芽变资源调查时，发现1株长富2号植株上部枝条的果实性状和枝条性状显著区别于同株其他枝条，果实表现为果面浓红、果形高桩，枝条节间距明显缩短，由母株2.7 cm缩短至1.97 cm。经鉴定，该变异枝属自然芽变。当年将其定为优系，开展生物学特性观测与果实品质分析，并进行嫁接繁殖，以母本长富2号作为对照。2018—2019年，分别在红旗坡农场及新疆农业大学国家苹果良种基地进行高接试验；在温宿县黑孜乡建立2 hm^{2}试验园。经多年多点观测，该品系短枝性状稳定，果面浓红，易成花，树体表现优于长富2号，果实品质相近。2024年10月，通过专家现场鉴定；12月通过新疆维吾尔自治区林木品种审定委员会认定，良种编号：新R-SV-MP-003-2024。

2 主要性状

2.1 植物学特征

树体紧凑，短枝特征明显，幼树生长旺盛，结果后生长趋于缓和。成年树树姿半开张，树冠呈自然圆锥形，其萌芽力强、成枝力弱，树体通风透光（表1）。多年生枝灰褐色，1年生枝黄褐色，枝条着生姿态平斜。皮孔密度中等偏大、形状为椭圆形。节间短，叶片卵圆形、中等大小，叶长10.01 cm，叶宽6.49 cm。叶尖渐尖，叶基圆形，叶缘复锯齿，叶柄长度与粗度均为中等；叶色较浅，叶面略有褶皱；叶芽小，呈圆锥形，叶姿水平。花芽肥大，卵圆形，贴生；花蕾粉红色，每个花序通常着生5~6朵花，单朵花雄蕊20枚，

表1　新红5号和长富2号植物学特征比较

Table 1　Botanical characteristics of Xinhong 5 and Nagano Fuji No. 2

品种 Cultivar	萌芽率 Germination rate/%	成枝力 Branching force/%	新梢长度 New shoot length/cm	节间长度 Inter segment length/cm	尖削度 Sharpness	相对粗度 Relative coarseness/%	叶柄长度 Petiole length/cm	叶长 Leaf Length/cm	叶宽 Leaf width/cm
长富2号 Nagano Fuji No.2	62.78	15.08	31.93	2.70	0.74	1.63	4.10	8.67	5.30
新红5号 Xinhong 5	75.03	10.36	34.12	1.97	0.65	1.99	4.26	10.01	6.49

花冠直径4.03 cm。

2.2　果实经济性状

新红5号平均单果质量201.06 g，果实近圆形，果形指数0.88，果顶较平缓，梗洼较深，梗洼及果面平滑无锈，萼洼中深，萼片残存，心室半闭合。果皮较薄，无裂纹，果点较小，密度较稀，果皮底色黄色，成熟后果面浓红色，着色均匀，单果含5~8粒种子。可溶性固形物含量（w，后同）为16.32%，糖酸比为36.41，去皮硬度7.55 kg·cm^{-2}，维生素C含量2.16 mg·100 g^{-1}，风味口感优良，品质中上等（图1，表2）。

2.3　生长结果习性

树势中庸，幼树生长健旺，枝条多呈直立生长，萌芽力强，但成枝力弱，1年生枝条平均长度为34.12 cm，节间长度1.97 cm（表1）。结果初期以中果枝和长果枝结果为主，随着树龄增长，逐渐转向以中、短果枝结果为主。易成花，坐果率高，连续结果能力强，丰产性好。大树高接第2年产量可达200~300 kg·666.7 m^{-2}，第3年产量1800~2200 kg·666.7 m^{-2}，第4年产量进一步提高至3000~3500 kg·666.7 m^{-2}。

图1　苹果新品种新红5号

Fig. 1　The new cultivar of apple known as Xinhong 5

表2　新红5号和长富2号果实的主要经济性状

Table 2　Main economic Traits of the fruits of Xinhong 5 and Nagano Fuji No. 2

品种 Cultivar	平均单果质量 Average single fruit mass/g	果形 Fruit shape	w（可溶性固形物）Soluble solids/%	硬度 Hardness/（kg·cm^{-2}）	色相 Hue	w（可溶性糖）Soluble sugar content/%	w（单糖）Monosaccharide content/%	w（双糖）Disaccharide content/%	w（可滴定酸）Titratable acid content/%	w（维生素C）Vitamin C content/（mg·100 g^{-1}）
长富2号 Nagano Fuji No. 2	280.09	圆形 Circle	14.79	7.45	条红 Red stripe	11.70	8.78	2.92	0.20	1.98
新红5号 Xinhong 5	201.06	圆形 Circle	16.32	7.55	片红 Red pieces	12.86	9.65	3.21	0.35	2.16

2.4　物候期

在新疆阿克苏地区，新红5号于4月初花芽萌动，4月中上旬花序露出、花蕾分离，4月中下旬为盛花期，4月底为落花期。4月初叶芽初展，10月中下旬果实成熟。果实发育期180~190 d，营养生长期210~220 d。

2.5 抗逆性

在阿克苏3个区试点多年的试验表明，以新疆野苹果、八棱海棠为砧木，在沙性土、壤砂土、黏重土上均表现出良好的适应性，未观察到盐害症状，但对腐烂病抗性较弱；新红5号对冬季低温冻害的耐受性与长富2号等富士系品种相近，其果实耐贮藏，货架期150 d，冷藏可达5个月。

2.6 长富2号与新红5号全基因组测序

采用BWA程序将经过质量过滤的两组高质量测序数据与参考基因组进行比对，借助Picard软件包中的Mark Duplicates去除重复序列，新红5号苹果品种的基因组测序深度为17.23%，平均总reads数为112 784 100，平均比对reference的reads数量为11 207 227 949，平均比对率为99.37%。此外，参考基因组中至少被4条序列覆盖的位点占基因的覆盖度均在82%以上。表明测序所得数据的有效性较高，可用于后续的变异分析（表3）。

与母本长富2号的参考基因组相比，新红5号共检测到1 132 180个单核苷酸多态性（SNP）位点。长富2号的杂合SNPs数量、纯合SNPs数量、转换数量、颠换数量分别占SNP总数量的75.74%、24.26%、68.35%和31.90%；而新红5号的杂合SNPs数量、纯合SNPs数量、转换数量、颠换数量分别占SNP总数量的90.14%、9.86%、68.11%和32.12%（表4）。进一步通过突变频谱分析（图2）可知，T:A>C:G和C:G>T:A基因组为主要SNP突变型，新红5号的杂合

表3 2个品种测序深度与覆盖度分析

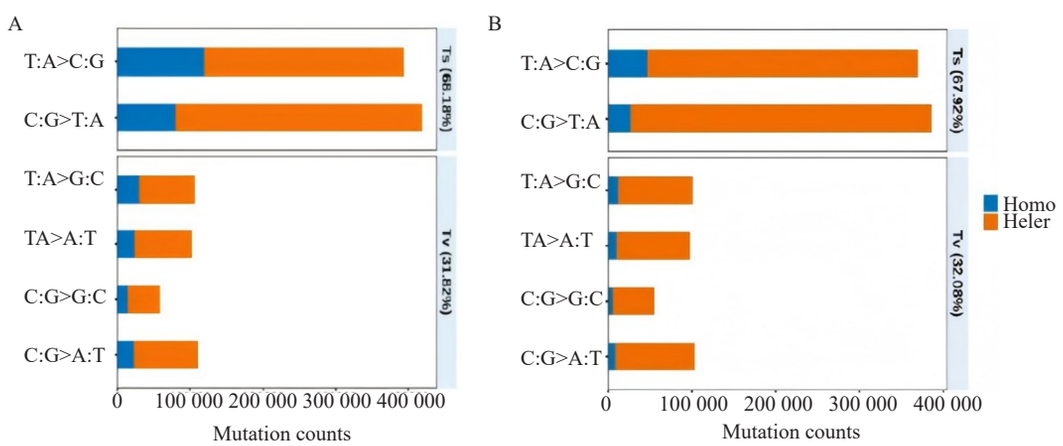
Table 3 Analysis of sequencing depth and coverage of two cultivars

品种 Cultivar	总rcads数 Total number of rcads	比对reference的rcads条数 Compare the number of rcads in the reference	平均测序深度 Average sequencing depth/X	参考基因组中至少被4条序列覆盖的位点占基因的百分比 Percentage of loci covered by at least four sequences in the reference genome in genes/%
长富2号 Nagano Fuji No. 2	108 752 544	108 041 746	16.04	82.67
新红5号 Xinhong 5	116 815 656	116 102 811	17.23	84.46

表4 2个品种SNPs数目和类型统计

Table 4 Statistics of SNP number and type of two cultivars

品种 Cultivar	SNP总计数目 Total number of SNPs	杂合SNPs数量 Number of heterozygous SNPs	纯合SNPs数量 Number of homozygous SNPs	转换数量 Number of conversions	颠换数量 Number of transversions
长富2号 Nagano Fuji No. 2	1 189 412	900 801	288 611	812 952	379 407
新红5号 Xinhong 5	1 132 180	1 020 551	111 629	771 161	363 601



A. 长富2号；B. 新红5号。

A. Nagano Fuji No. 2; B. Xinhong 5.

图2 突变频谱分析

Fig. 2 Mutated spectrum analysis

SNPs数量略高于长富2号。综上所述，相比母本长富2号，新红5号表现出较高的杂合度与突变多样性，且2个品种间遗传结构具有显著差异性。

3　栽培技术要点

3.1　建园

宜选择土层深厚、土壤含盐量低于0.3%、pH＜8.5、有机质含量高于1%的壤土或壤砂土建园。乔化砧木（新疆野苹果、八棱海棠）栽培行距4~5 m，株距3~4 m；半矮化砧木（SH系）行距3.5~4.5 m，株距2.5~3.5 m；矮化砧木（M9-T337）行距3.0~3.5 m，株距0.8~1.2 m。定植时采用南北行向，授粉树可选用金冠、元帅等短枝品种。

3.2　土肥水管理

新红5号为短枝型品种，与长枝富士的土肥水管理具有明显区别，进入盛果期应遵循“高投入、精调控、防早衰”原则。灌溉方式根据条件采用漫灌或滴灌，漫灌全年5~6次，滴灌全年30~35次。秋季基肥以腐熟有机肥为主，配合复合肥进行沟施。生育期内依据物候期追肥，重点施好萌芽肥、果实膨大肥及采后肥。肥料配比遵循前期以氮肥为主，后期增施磷、钾肥的原则，协调营养生长与生殖生长。

3.3　整形修剪

新红5号为短枝型品种，树势中庸，早果，丰产性好。幼树修剪以长放为主，可结合春季刻芽或涂抹发枝素以促发分枝。进入盛果期后，需注重枝组更新，维持树势健壮。幼树阶段宜采用细长纺锤形，盛果期则逐步调整为自由纺锤形。

3.4　花果管理

新红5号易成花，自然坐果率高，应合理疏花疏果，维持树体养分平衡。果实着色良好，则可考虑免套袋栽培。优先选留中心果，及时疏除小果、畸形果、病虫果和伤果。

3.5　病虫害防治

新红5号与长枝富士的病虫害相同，贯彻预防为主、综合防治的方针。冬季或春季修剪后及时清园，树体喷施1次3~5 °Bé石硫合剂，减少越冬病虫源。生长季重点防控蚜虫、红蜘蛛和食心虫等。以农业防治为基础，优先采用物理防治和生物防治。

参考文献 References：

[1] 刘肖烽，丛佩华，王强 . 苹果中熟新品种中苹贝艳的选育[J]. 中国果树，2023(5)：110-111.
Liu Xiaofeng，Cong Peihua，Wang Qiang. Breeding of a new mid- ripening apple cultivar ‘Zhongpingbeiyan’ [J]. China Fruits，2023(5)：110-111.

[2] 梁颖，吴巨勋，邓秀新 . 我国果树种质资源研究进展与展望[J]. 中国工程科学，2025，27(5)：143-154.
Liang Ying，Wu Juxun，Deng Xiuxin. Progress and prospect of fruit crop germplasm research in China[J]. Strategic Study of CAE，2025，27(5)：143-154.

[3] 王来平，薛晓敏，董放，聂佩显，王金政 . 不同砧穗组合对富士苹果生产与果实品质的影响[J]. 果树学报，2022，39(9)：1607-1618.
Wang Laiping，Xue Xiaomin，Dong Fang，Nie Peixian，Wang Jinzheng. Effects of different rootstock- scion combinations on tree development，photosynthetic production，yield and quality of Fuji apple[J]. Journal of Fruit Science，2022，39(9)：1607-1618.

[4] 黄业云，陈晓丽，张向荣，黄永业，秦红丽，王楠，徐同尧，季兴禄，徐月华 . 苹果短枝型绿色新品种仙香绿的选育[J]. 中国果树，2024(12)：149-151.
Huang Yeyun，Chen Xiaoli，Zhang Xiangrong，Huang Yongye，Qin Hongli，Wang Nan，Xu Tongyao，Ji Xinglu，Xu Yuehua. Breeding of Xianxiang Green，a new Short-branch green apple variety[J]. China Fruits，2024(12)：149-151.

[5] 吴泽珍，李文胜，王安丽，胡真，周文静，张振军 . 短枝型红富士芽变的生物学特性研究[J]. 北方园艺，2023(2)：31-36.
Wu Zezhen，Li Wensheng，Wang Anli，Hu Zhen，Zhou Wenjing，Zhang Zhenjun. Study on the biological characteristics of Spur Red Fuji bud transformation[J]. Northern Horticulture，2023(2)：31-36.

[6] 李文芳，任振硕，李龙，马宗桓，毛娟，陈佰鸿 . 2个芽变苹果品种枝条主要性状比较[J]. 西北植物学报，2023，43(7)：1090-1096.
Li Wenfang，Ren Zhenshuo，Li Long，Ma Zonghuan，Mao Juan，Chen Baihong. Comparative analysis on main characters of shoots from two apple bud sport mutants[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica，2023，43(7)：1090-1096.