農研機構
NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

Characteristics of in vitro Rooting in the Apple Rootstock of JM-seriers

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): in vitro rooting, JM rootstock, rooting characteristics, shoot tip culture 作成者: 増田, 哲男, 別所, 英男, 工藤, 和典, 猪俣, 雄司, 和田, 雅人 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001843

果樹研報　Bull. Natl. Inst. Fruit Tree Sci. 5：79～86, 2006

原著論文

リンゴJM台木の *in vitro* における発根性[†1]

増田哲男・別所英男・工藤和典・猪俣雄司・和田雅人

独立行政法人　農業・生物系特定産業技術研究機構
果樹研究所リンゴ研究部
020-0123　岩手県盛岡市下厨川

Characteristics of *in vitro* Rooting in the Apple Rootstock of JM-seriers

Tetsuo MASUDA, Hideo BESSHO, Kazunori KUDO, Yuji INOMATA and Masato WADA

Department of Apple Research, National Institute of Fruit Tree Science,
National Agriculture and Bio-oriented Research Organization,
Shimokuriyagawa, Morioka, Iwate 020-0123, Japan.

Summary

A number of factors that affect the *in vitro* rooting of JM-rootstocks (JM1, JM2, JM5, JM7 and JM8) and three Controls (MO-84; *Malus prunifolia* Borkh. var. *ringo* Asami, strain MO-84, Morioka-seishi; *Malus prunifolia* Borkh. var. *ringo* Asami, strain Morioka-seishi, and M.9EMLA)have been examined.

When the concentration of sugar was raised from 0 to 30 g/l in a medium supplemented with 1/2 inorganic salts of MS medium and 0.1 mg/l IBA, the rate of root formation in the JM rootstocks and controls increased, except for M.9EMLA and JM2. The effect of sucrose concentration on the number of roots differed from the effect on the rate of root formation.

With the exception of JM2, no influence of IBA concentration on the rate of root formation was observed in JM rootstocks and controls in a medium supplemented with 1/2 inorganic salts of MS medium and 30 g/l sucrose. In JM2, the addition of IBA to the medium decreased the rate of root formation. There was no clear effect of IBA concentration on root number among the rootstocks.

The rate of root formation in all JM rootstocks and controls decreased under high concentration of inorganic salts in the MS medium supplemented with 0.1 mg/l IBA and 30 g/l sucrose. Especially, the inhibition of root formation in JM2 was particularly noticeable. Similar effects of the concentration of inorganic salts were observed in both rate of root formatuion and root number.

No influence of kind of sugar was observed the media supplemented with 1/2 inorganic salts of MS medium, 0.1

---

†1　果樹研究所業績番号：1399
（2005年10月21日受付・2006年１月17日受理）

mg/l IBA and 30 g/l sucrose, in JM rootstocks and controls expect for M.9EMLA, JM2 and JM8. However, the rate of root formation of M.9EMLA, JM2 and JM8 was clearly decreased by the usage of sucrose, fructose and glucose as a sugar of the rooting medium, respectively. Similarly, the number of JM8 and M.9EMLA roots was decreased by the usage of fructose and glucose, respectively.

The most favorable combinations for rooting were 30 g/l sorbitol and 1/4 inorganic salts of MS medium for JM2, and 30 g/l sucrose and 1/4 inorganic salts of MS medium for JM8.

These results suggest that the rooting performance of the JM-rootstocks depended on the kind of sugar, concentratuion of sugar and concentration of inorganic salts in the MS medium, and that the JM-rootstocks had high rooting potential than the control rootstocks.

Key words： *in vitro* rooting, JM rootstock, rooting characteristics, shoot tip culture

緒　　言

わい化性，挿し木発根性や耐病虫性を有するJM台木が育成され（吉田ら，1995a；吉田ら，1995b；吉田ら，1995c；吉田ら，1996a；吉田ら，1996b），これら台木を用いた低樹高・省力の新しいリンゴわい化栽培の普及が進んでいる．一般に，JM台木はM系台木に比べて挿し木発根性が良いとされ，JM台木の挿し木繁殖については多くの試験があるが，発根率や活着した苗木の生育などにおいて大きなバラツキがみられる（副島ら，1996；副島ら，1997；副島ら，2002；岩手県農業研究センター，2004；福島県果樹試験場，2004）．それらの原因の一つとして，挿し木に用いる穂木の採取時期や枝の太さ，採取母樹の樹齢などによる生理的な違い，挿し木に用いる土壌条件，挿し木時の気温や地温などが考えられる（佐々木・浅川，2003；岩手県農業研究センター，2004；秋田県果樹試験場，2004；福島県果樹試験場，2004）．しかし，これらの試験は圃場試験であるため，発根性について挿し穂の生理的要因と土壌条件など外的要因とを区別して解析することは困難である．

一方，茎頂培養系における発根試験では，温度や培地など外的要因を比較的均一にすることが容易である．これまでに，リンゴ台木品種の茎頂培養系を利用したシュートの増殖や発根について，M.9，M.26，M.27，CG80，マルバカイドウなどで多数の報告がある．これら台木品種では，シュートの増殖は多くの場合１～３mg/l 6-benzylamino purine（BAP）を添加した MS培地(Murashige・Skoog, 1962)を基本とし，必要に応じて0.1～1mg/l 3-indole butyric acid（IBA）を加えることで良好な生育がみられることが明らかになっている．また，シュートからの発根には，MS培地の無機塩濃度を1/2に減じた培地に，オーキシンを添加したものが一般的に用いられている．オーキシンの中でも，リンゴのシュートからの発根にはα-naphthaleneacetic acid（NAA）や3-indoleacetic acid（IAA）よりもIBAが適しており，0.1～３mg/l の濃度が効果的であるとされている（石原，1980a；石原，1980b；増田ら，1984；Styler・Chin，1985；塚原・小池，1988；塚原，1990）．

そこで，JM台木の発根性を明らかにするために，圃場での挿し木発根と比較して比較的均一な条件に設定することができる茎頂培養系を利用し，JM台木および対照品種の*in vitro*における発根に及ぼす要因，特に培地のスクロース濃度，IBA濃度，無機塩濃度などの影響について検討した．

材料および方法

供試材料

試験管内で培養・維持しているJM台木（JM1，JM2，JM5，JM7，JM8）並びに対照品種としてマルバカイドウMO-84（*Malus prunifolia* Borkh. var. *ringo* Asami, strain MO-84，以下MO-84と略），マルバカイドウ盛岡セイシ（*Malus prunifolia* Borkh. var. *ringo* Asami, strain Morioka-seishi，以下セイシと略）およびM.9EMLAの８品種・系統を用いた．JM1～JM8の各品種は，セイシにM.9を交雑し，得られた実生から選抜されたものである．また，マルバカイドウには，直立性マルバカイドウと垂枝性マルバカイドウの二つの系統があり，セイシは直立性マルバカイドウの１系統であり，MO-84は垂枝性マルバカイドウの１系統である．直立性マルバカイドウは垂枝性マルバカイドウと比べて挿し木発根性はやや劣るが

開花・結実するのに対し，垂枝性マルバカイドウは開花・結実しないが，挿し木繁殖性が優れており，台木として一般に用いられている（土屋，1989；土屋，1998）．

シュートの培養

シュートの増殖は，増田ら（1984）に準じ，MS培地を基本としたTable 1の条件で行った．

シュートからの発根

シュートからの発根に及ぼす培地条件の影響，特に，培地中のスクロース濃度，IBA濃度，無機塩濃度および糖の種類の影響について検討した．

試験は全て試験管当たり1本のシュートを置床し，試験区は試験管20本の3反復で行った．調査は，移植6週間後に，発根率，発根数および生重量について行い，発根率は，逆正弦変換（Mosteller・Youtz，1961）し，分散分析により有意性を検定した．

発根に及ぼすスクロース濃度の影響については，無機塩濃度を1/2に減じたMS培地に0.1mg/l IBAを加えた培地を基本とし，0，1，3，10および30g/lのスクロース濃度で検討を行った．

IBA濃度の影響については，無機塩濃度を1/2に減じたMS培地に30g/lスクロースを加えた培地を基本とし，0，0.01，0.1，1および10mg/lのIBA濃度で検討を行った．

無機塩濃度の影響については，無機塩類を1/16，1/8，1/4，1/2，1および2倍の濃度にしたMS培地に0.1mg/l IBAおよび30g/lスクロースを加えた培地で検討を行った．

糖の種類の影響については，無機塩濃度を1/2に減じたMS培地に0.1mg/l IBAを加えた培地を基本とし，スクロース，ソルビトール，グルコース，フラクトースを各々30g/lを加えた培地で検討を行った．

JM2およびJM8の発根に及ぼす糖の種類，IBA濃度，無機塩濃度の影響については，無機塩濃度，糖の種類およびIBA濃度を各2水準で組み合わせ，それぞれの要因の効果について検討した（Table 2，4）．

Table 1. List of BAP and IBA combinations in the MS basal media for micropropagation in JM-rootstocks (JM1, JM2, JM5, JM7 and JM8)and control(MO-84:*Malus prunifolia* Borkh. var. *ringo* Asami, strain MO-84, Seishi: *Malus prunifolia* Borkh. var. *ringo* Asami, Morioka-seishi and M.9EMLA).

Rootostock	BAP (mg/l)	IBA (mg/l)
MO-84	0.3	0.1
Seishi	0.3	0.1
M.9EMLA	0.5	0
JM1	0.3	0.1
JM2	0.5	0.1
JM5	0.3	0.1
JM7	0.2	0.1
JM8	0.5	0.1

結果および考察

1．発根に及ぼす培地のスクロース濃度，IBA濃度および無機塩濃度の影響

（1）発根に及ぼすスクロース濃度の影響

発根率は，M.9EMLAおよびJM2を除いて，概ねスクロース濃度の増加とともに高くなり，10，30g/lの高濃度のスクロースで80～100％の発根率がみられた．セイシおよびMO84では3 g/lの比較的低い濃度であっても100％の発根率が認められた．一方，M.9EMLAおよびJM2では，スクロース濃度10g/lでも50％程度の発根率で，30g/lでは逆に低下した（Fig. 1）．

発根数については，JM1，JM2，JM7およびJM8では，

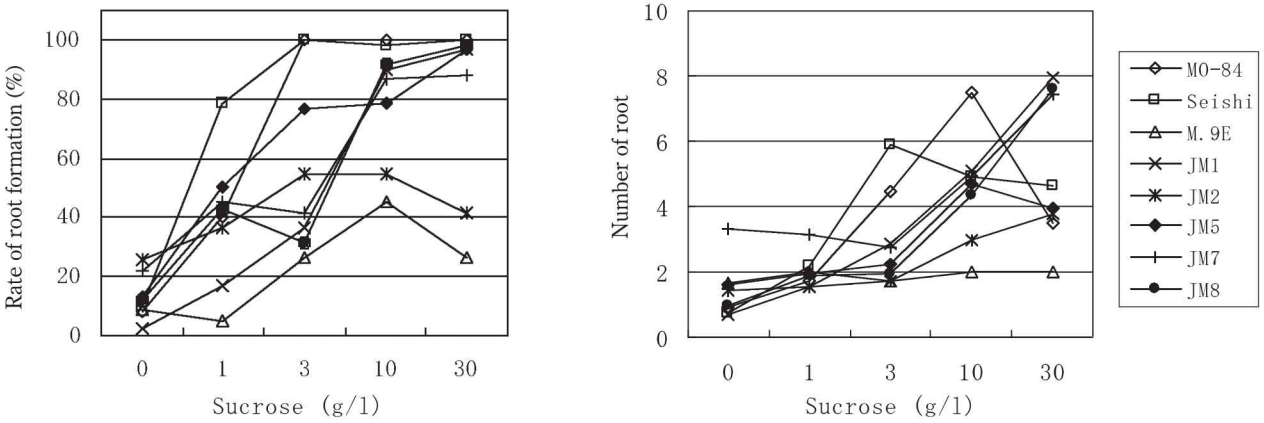

Fig. 1. Effect of sucrose concentration on root formation in the JM-rootstocks(JM1, JM2, JM5, JM7 and JM8)and control(MO-84:*Malus prunifolia* Borkh. var. *ringo* Asami, strain MO-84, Seishi: *Malus prunifolia* Borkh.var. *ringo* Asami, Morioka-seishi and M.9E: M.9EMLA). Rootstock shoots were cultured for 6 weeks on a 1/2 MS solid medium containing 0.1 mg/l IBA and several concentrations of sucrose in test tubes. Left: Rate of root formation; Right: Number of roots per shoot.

スクロース濃度の増加とともに多くなったが，MO-84，セイシおよびJM5では高濃度のスクロースで低下する傾向がみられた．また，M.9EMLAではスクロース濃度と関係なく２本程度と少なかった（Fig.１）．

なお，根の生育については，全品種・系統とも０～30g/lの範囲ではスクロース濃度の増加とともに根量（生重量）が増加する傾向がみられた（データ略）．

シュートからの発根にエネルギー源として糖は必須であり，リンゴではスクロースの利用が一般的である．スクロース濃度は一般的には30g/lで用いられるが，１～３g/lスクロースが発根に良好であるという報告もある（片野・石原，1980；塚原，1990）．これまでに，培地へのスクロースの添加により発根が抑制されるとの報告はない（石原，1980a；石原，1980b；Styler・Chin，1985；塚原，1990）．しかし，本試験の結果では，JM2においてスクロース濃度がg/lの場合と比べて30g/lの場合では発根率が低下するなど，スクロースに対する反応が他のJM台木品種と異なっており，これはJM2の品種特性によるものと考えられた．

（２）発根に及ぼすIBA濃度の影響

発根率は，M.9EMLAおよびJM2を除く全ての品種・系統で，０～10mg/l IBA濃度にかかわらず80～100％であった．一方，JM2では０mg/l IBAでは91.6％であったがIBAの添加により50～60％まで発根が抑制され，またM.9EMLAではIBA濃度に関係なく5.0～13.3％と低率であった（Fig.２）．

発根数については，MO-84，セイシ，JM1およびJM7では，１mg/l IBAの濃度で比較的多く，10mg/l IBAの濃度では低下する傾向がみられた．しかし，M.9EMLA，JM2，JM5およびJM8ではIBA 濃度とは明確な関係が認められなかった（Fig.２）．

根の生育については，全品種・系統とも0.1～１mg/l IBAAで比較的良好であり，1mg/l IBAでは低下し，著しいカルスの形成がみられた（データ略）．

リンゴ培養系におけるシュートからの発根には，0.1～３mg/l IBAが用いられることが多く，高濃度ではカルス化や発根を抑制することは知られている（石原，1980a；石原，1980b；増田ら，1985；塚原・小池，1988；塚原，1990）．本試験でJM2においてIBAによる発根抑制が観察されたが，このような報告はこれまでになされていない．圃場での挿し木試験では，JM2の場合も他のJM台木と同様，IBA処理により発根が良好になることが知られている（副島ら，1996）．試験管内ではシュートからの発根，伸長の全期間にIBAの影響を受けているが，圃場試験では挿し木直前に処理するだけであることからこれらの違いが生ずるものと考えられた．

（３）発根に及ぼす無機塩濃度の影響

発根率は，M.9EMLAおよびJM2を除いて，概ね1/16～１倍のMS基本培地の無機塩濃度において80～100％であったが，２倍の無機塩濃度ではいずれも著しく低下した，JM2では1/16～1/4倍の無機塩濃度で概ね80％の発根率が得られたが，それ以上の濃度では著しく低下した．また，M.9EMLAでは1/16～1/2倍の無機塩濃度範囲では約20％の発根率であり，それ以上の濃度では低下した（Fig.３）．

発根数については，JM7およびJM8で1/16～1/2倍の無機塩濃度でシュート当たり６～８本と発根数が多かったが，それ以上の濃度では著しく低下した．セイシおよびJM1

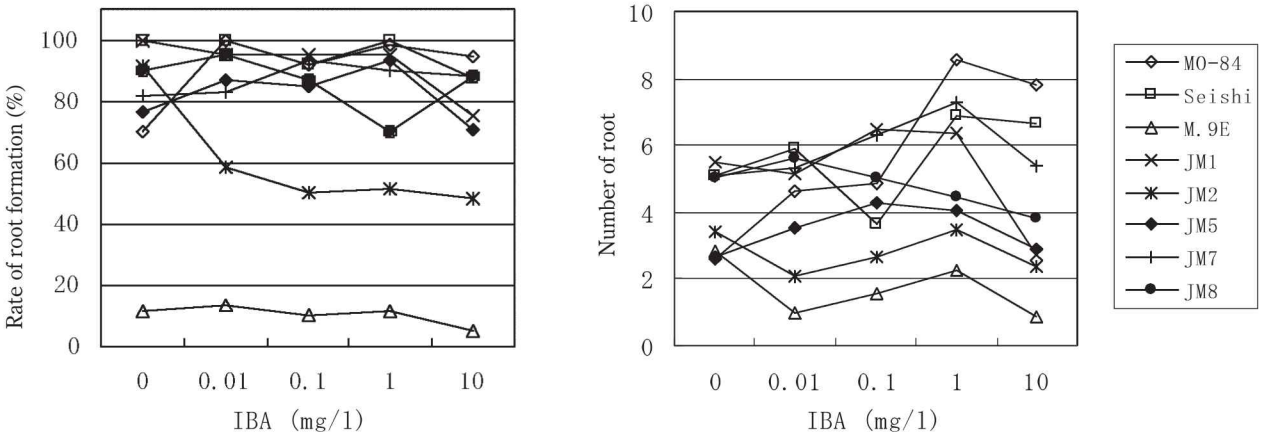

Fig. 2. Effect of IBA concentration on root formation in the JM-rootstocks and control. Rootstock shoots were cultured for 6 weeks on a 1/2 MS solid medium containing 30 g/l sucrose and several concentrations of IBA in test tubes. Left: Rate of root formation; Right: Number of roots per shoot.

では，1/4倍の無機塩濃度でシュート当たりの発根数が６本程度であったが，それ以上の濃度では減少した．MO-84，JM2およびJM5では，1/16～1/1倍の無機塩濃度でシュート当たりの発根数に大きな変動はなく，２～４本であった．また，M.9EMLAでは，1/16～1/2倍の無機塩濃度で１～２本と他の品種・系統と比較し発根数が少なく，それ以上の濃度ではさらに少なくなった（Fig. 3）．

根の生育については，全品種・系統とも1/4～1/2倍の無機塩濃度において根量が高く，それ以上の濃度では著しく低下した（データ略）．

シュートからの発根は，1/2MS培地が多く利用されている（Styler・Chin，1985；塚原，1990）が，MS培地の硝酸カリウムのみを1/2に減じた培地で良好な結果が得られている例もある（塚原，1990）．本試験でみられた培地中の無機塩濃度に対するJM2の反応は明らかに他のJM台木品種やマルバカイドウと異なっており，JM2の発根特性と考えられた．

２．発根に及ぼす糖の種類の影響

発根率については，JM1ではいずれの糖を用いた場合もほぼ100%，MO-84およびセイシでは80～100%と高率であった．JM5およびJM7ではいずれの糖を用いた場合でも60～90%と比較的高い発根率であった．一方，JM2でスクロースを用いた場合には26.7%，JM8でフラクトースを用いた場合には５%と他の糖を用いた場合と比較して極端に低い発根率であった．また，M.9EMLAは他の品種・系統と比較して全般的に低い発根率であり，特に，グルコースを用いた場合に著しく低かった（Fig. 4）．

発根数については，糖の種類によりバラツキはあるが全般的にJM1が最も優れ，次いでJM7およびJM8，JM2およびJM5，M.9EMLAの順であった．しかし，発根率の場合と同様に，JM8でフラクトースを用いた場合および

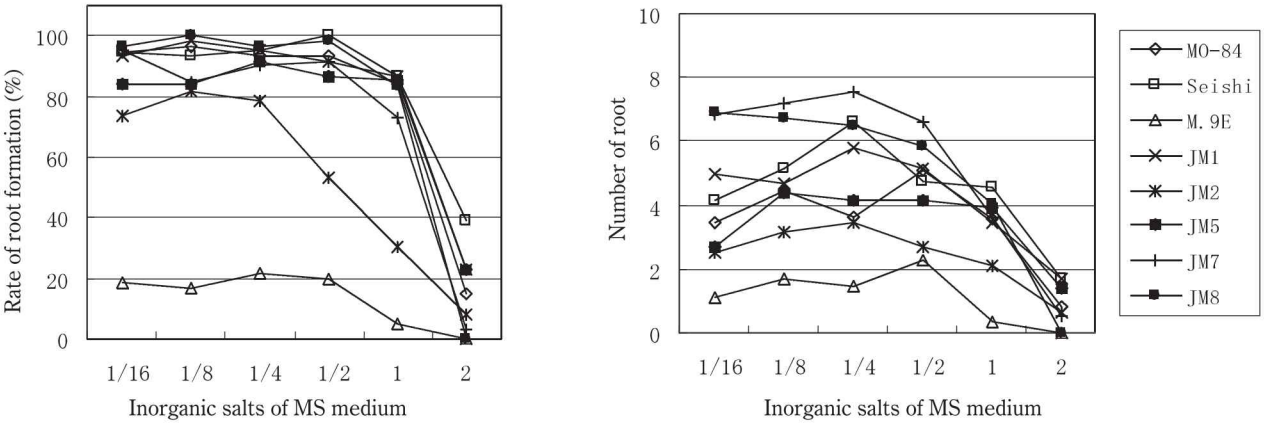

Fig. 3. Effect of inorganic salt concentration in the MS medium on root formation in the JM-rootstocks and control. Rootstock shoots were cultured for 6 weeks on MS solid media with various inorganic salt concentrations, containing 30g/l sucrose and 0.1mg/l IBA in test tubes. Left: Rate of root formation; Right: Number of roots per shoot.

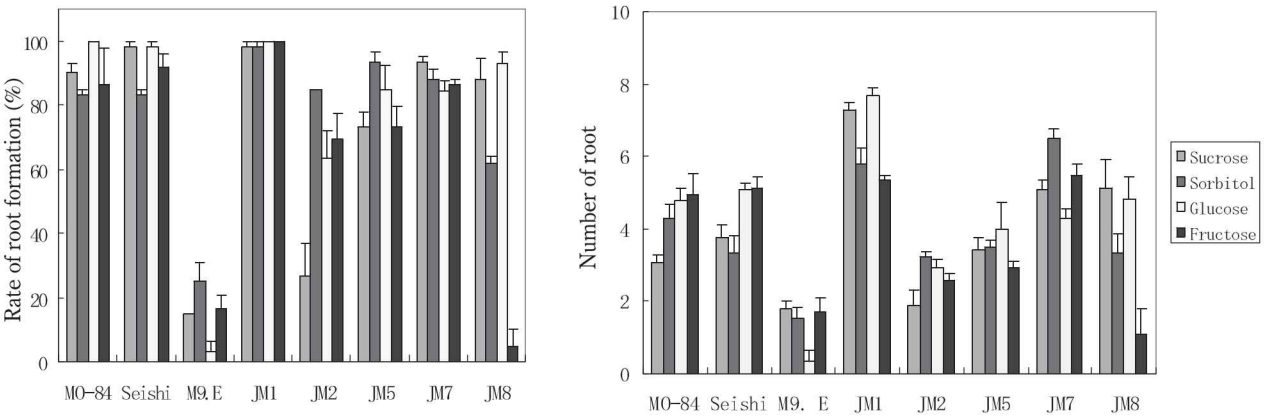

Fig. 4. Effect of type of sugar on root formation in the JM-rootstocks and control. Rootstock shoots were cultured for 6 weeks on a 1/2 MS solid medium containing 30g/l sugar and 0.1mg/l IBA in test tubes. Left: Rate of root formation; Right: Number of roots per shoot. Vertical bars indicate SE (n=3).

M.9EMLAでグルコースを用いた場合に著しく少なく，また，JM2でスクロースを用いた場合も他の糖に比べて少ない傾向がみられた（Fig.４）．

‘ふじ’のシュートからの発根において，スクロースを用いた場合にはグルコースやフラクトースよりも高い発根率が得られている（片野・石原，1980）．リンゴの‘旭’および‘Cortland’の新梢からのカルス培養においては，スクロースよりもソルビトールを用いた場合にカルス生育が優れ，カルスにおけるクロロフィル生成が良好であったと報告されてる（Chong・Taper，1972；Chong・Taper，1974）．1980年前後に，イギリスのイーストモーリング試験場のグループらがM.9，M.26などリンゴわい性台木の*in vitro*の発根について集中的に試験を行ったが，M.9において特定の糖により発根率が著しく低下するとの報告はみられない（James・Thurbon，1979；James・Thurbon，1981；Styler・Chin，1985；塚原・小池，1988；塚原，1990）．

３．JM2およびJM8の発根に及ぼす糖の種類，IBA濃度，無機塩濃度の影響

これまでのスクロース濃度，IBA濃度，無機塩濃度および糖の種類についての試験で，反応が特異的なJM2およびJM8について，各要因の影響について明らかにするため，糖の種類，IBA濃度および無機塩濃度の３要因で各２水準の試験を実施した．

JM2の発根率については，無機塩濃度の効果が最も大きく（寄与率63.7％），次いでIBA濃度（寄与率19.6％），糖の種類（寄与率5.0％）の順で，いずれの要因も１％

Table 2. Effect of the combination of inorganic salt concentrations, sugar type and IBA concentration on root formation in the apple rootstock, JM2. Rootstock shoots were cultured for 6 weeks on a modified MS solid medium in test tubes.

Inorganic salts[z]	Sugar[y]	IBA (mg/l)	Root formation (%)	No. of root
1/1	Sorbitol	0	45.0	2.54
1/1	Sorbitol	0.1	28.3	1.26
1/1	Sucrose	0	43.3	1.26
1/1	Sucrose	0.1	18.3	1.49
1/4	Sorbitol	0	100	5.17
1/4	Sorbitol	0.1	88.3	2.53
1/4	Sucrose	0	96.7	3.52
1/4	Sucrose	0.1	46.7	1.93

[z]: 1/1:the same concentration of inorganic salts of the MS basal medium; 1/4: 1/4 inorganic salts in the MS basal medium.
[y]: Containing 30g/l sorbitol or 30g/l sucrose in the MS medium.

Table 3. Dispersion analysis on the effect of the combination of inorganic salts concentration, type of sugar and IBA concentration on root formation in the apple rootstock, JM2.

Factor[z]	Root formation (%)		No. of root	
	Fo	ρ (%)	Fo	ρ (%)
Inorganic salts (A)	311.47 **	63.7	86.76 **	39.6
Sugar (B)	25.52 **	5.0	21.78 **	9.6
IBA (C)	96.31 **	19.6	55.66 **	25.3
AB	9.63 **	1.8	2.83	0.8
AC	9.53 **	1.8	20.06 **	8.8
BC	13.89 **	2.6	12.92 **	5.5
ABC	4.74 *	1.0	0.45	0.2
e		4.5		10.2
Total		100		100

[z]: See Table 2.
*,**: Significant at the 5% and 1% level, respectively.

Table 4. Effect of the combination of inorganic salt concentrations, sugar type and IBA concentration on root formation in the apple rootstock, JM8. Rootstock shoots were cultured for 6 weeks on a modified MS solid medium in test tubes.

Inorganic salts[z]	Sugar[y]	IBA (mg/l)	Root formation (%)	No. of root
1/1	Fructose	0	1.7	0.33
1/1	Fructose	0.1	10.0	1.61
1/1	Sucrose	0	13.3	1.44
1/1	Sucrose	0.1	31.7	1.53
1/4	Fructose	0	26.7	2.94
1/4	Fructose	0.1	60.0	2.25
1/4	Sucrose	0	83.3	2.43
1/4	Sucrose	0.1	76.7	2.74

[z]: 1/1:the same concentration of inorganic salts of the MS basal medium; 1/4: 1/4 inorganic salts in the MS basal medium.
[y]: Containing 30 g/l fructose or 30g/l sucrose in the MS medium.

Table 5. Dispersion analysis on the effect of the combination of inorganic salt concentrations, type of sugar and IBA concentration on root formation in the apple rootstock, JM8.

Factor[z]	Root formation (%)		No. of root	
	Fo	ρ (%)	Fo	ρ (%)
Inorganic salts (A)	195.51 **	66.8	30.25 **	50.8
Sugar (B)	49.51 **	16.7	1.06	0.1
IBA (C)	10.56 **	3.3	0.98	1.7
AB	5.59 *	1.6	1.13	0.2
AC	0.01	0.3	3.16	3.8
BC	8.66 **	2.6	0.03	0.1
ABC	0.04 *	1.4	4.94 *	6.8
e		7.3		36.5
Total		100		100

[z]: See Table 4.
*,**: Significant at the 5% and 1% level, respectively.

水準で有意差が認められた．また，発根数についても，発根率の結果と同様であり，無機塩濃度の効果が最も大きく（寄与率39.6％），次いでIBA濃度（寄与率25.3％），糖の種類（寄与率9.6％）の順で，いずれの要因も１％水準で有意差が認められた（Table３）．本試験に用いた組み合わせでは，1/4無機塩濃度，30g/lソルビトールおよび０mg/lIBAの組み合わせが発根率，発根数ともに最も優れていた（Table ２）．

JM8の発根率については，無機塩濃度の効果が最も大きく（寄与率66.8％），次いで糖の種類（寄与率16.7％），IBA濃度（寄与率3.3％）の順で，いずれの要因も１％水準で有意差が認められた．また，発根数については，無機塩濃度の効果が最も大きく（寄与率50.8％，１％水準で有意差あり），糖の種類およびIBA濃度の効果は認められなかった（Table ５）．本試験に用いた組み合わせでは，1/4無機塩濃度，30g/lスクロースおよび０mg/lIBAの組み合わせが発根率83.3％，発根数2.43本，1/4無機塩濃度，30g/lスクロースおよび0.1mg/lIBAの組み合わせが発根率76.7％，発根数2.74本と優れていた（Table ４）．

以上のことにより，JM2およびJM8の発根に及ぼす無機塩濃度，糖の種類およびIBA濃度については，特に無機塩濃度の影響が最も大きいことが明らかとなった．

摘　　要

JM台木の発根性を明らかにするため，JM台木（JM1，JM2，JM5，JM7，JM8）および対照品種（マルバカイドウMO-84：*Malus prunifolia* Borkh. var. *ringo* Asami, strain MO-84，マルバカイドウ盛岡セイシ:*Malus prunifolia* Borkh. var. *ringo* Asami, strain Morioka-seishi，M.9EMLA）の８品種・系統の茎頂培養系を用いて，*in vitro*の発根に及ぼす要因，特に培地のスクロース濃度，IBA濃度，無機塩濃度および糖の種類（スクロース，ソルビトール，グルコースおよびフラクトース）の影響について検討した．

１．スクロース濃度の増加とともに，M.9EMLAおよびJM2を除く品種・系統の発根率は概ね増加した．一方，M.9EMLAおよびJM2では，３～10g/l のスクロース濃度で発根率が高かった．

２．JM2を除く品種・系統の発根率に及ぼすIBA濃度の影響はみられなかった．しかし，JM2ではIBAの添加により発根が低下した．発根数については，品種・系統間でIBA 濃度との明確な関係がみられなかった．

３．１～２倍のMS無機塩濃度において，全ての品種・系統の発根率が低下し，特に，JM2において著しかった．発根数についても，発根率の場合と同様の傾向がみられた．

４．スクロース，ソルビトール，フラクトース，グルコースの発根に及ぼす影響を検討したところ，JM2はでスクロース，JM8ではフラクトース，M.9EMLAではグルコースを用いた場合に発根率は著しく低かった．また，発根数についても，JM8ではフラクトース，M.9EMLAではグルコースを用いた場合に発根数が少ない傾向がみられた．その他の品種・系統では糖の種類による影響はみられなかった．

５．JM2ではMS培地の1/4の無機塩濃度，30g/lソルビトールおよび０mg/lIBAの組み合わせで，JM8ではMS培地の1/4の無機塩濃度，30g/lスクロースおよび０mg/lIBAの組み合わせ高い発根率，発根数がみられた．

以上のことから，JM台木の発根率，発根数は培地中の糖の種類やその濃度，無機塩濃度等により異なった反応がみられたが，対照品種と比較して発根性は優れているものと考えられた．

引用文献

1）秋田県果樹験場．2004．JM台木の効率的大量繁殖技術の確立．p38－41．先端技術等地域実用化研究促進事業研究成果「リンゴわい化栽培における省力・安定生産のためのJM台木利用・早期成功園化技術の開発」No.31．東北農業試験研究推進会議．

2）Chong, C. and C. D. Taper. 1972. Malus tissue culture. I. Sorbitol as a carbon source for callus initiation and growth. Can. J. Bot. 50：1399–1404.

3）Chong, C. and C. D. Taper. 1974. Influence of light intensity on sorbitol metabolism, growth and chlorophyll content of Malus tissue cultures. Ann. Bot. 38：359–362.

4）福島県果樹験場．2004．JM台木の大量繁殖技術の確立．p42–47．先端技術等地域実用化研究促進事業研究成果「リンゴわい化栽培における省力・安定生産のためのJM台木利用・早期成功園化技術の開発」No.31．東北農業試験研究推進会議．

5）石原愛也．1980a．果樹の茎頂と繁殖への利用（１）．農業及び園芸　55:1060–1094.

6）石原愛也．1980b．果樹の茎頂と繁殖への利用（２）．農業及び園芸　55：1216–1222.

7）岩手県農業研究センター．2004．JM台木の簡易・安定・短期生産法．p34–37．先端技術等地域実用化研究促進事業研究成果「リンゴわい化栽培における省力・安定生産のためのJM台木利用・早期成功園化技術の開発」No.31．東北農業試験研究推進会議．

8) James, D. J. and I. J. Thurbon. 1979. Rapid *in vitro* rooting of the apple rootstock M.9. J. Horticult. Sci. 54：30–311.

9) James, D. J. and I. J. Thurbon. 1981. Phenolic compounds and other factors controlling rhizogenes *in vitro* in the apple rootstocks M.9 amd M.26. Z. Pflenzenphysiol. 105：11–20.

10) 片野 学・石原愛也. 1980. 茎頂培養によるリンゴ‘ふじ’の大量繁殖，特にシュートの発根について. 昭和55年度園芸学会春季大会発表要旨，p142–143.

11) 増田哲男・吉田義雄・羽生田忠敬・別所英男. 1984. リンゴ茎頂培養による急速繁殖法簡易技術の確立. 昭和58年度系統適応性検定試験成績検討会資料（寒冷地果樹）. p67–68. 農林水産省果樹試験場.

12) Mosteller, F. and C. Youtz. 1961. Tables of the Freemann-Tukey transformations for the binomial and poison distributions. Biometrika 48：433–440.

13) Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A reversed medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15：473–497.

14) 佐々木仁・浅川智則. 2003. リンゴわい性台木‘JM1’，‘JM7’の挿し木繁殖安定技術. 東北農業研究 56：153–154.

15) 副島淳一・小森貞男・阿部和幸・古藤田信博・工藤英男. 1996. リンゴの優良台木育成試験・選抜系統の特性について. 平成８年リンゴ系統適応性・特性検定試験成績検討会資料. p155–156. 農林水産省果樹試験場.

16) 副島淳一・阿部和幸・古藤田信博・加藤秀憲. 1997. リンゴの優良台木育成試験・選抜系統の特性について. 平成９年リンゴ系統適応性・特性検定試験成績検討会資料，p167–168. 農林水産省果樹試験場.

17) 副島淳一・阿部和幸・古藤田信博・加藤秀憲・小森貞男・別所英男・伊藤祐司. 2002. リンゴJM系わい性台木の挿し木結果に及ぼす各種要因の検討. 園学雑. 71（別1）：201.

18) Styler, D. J. and C. K. Chin. 1985. Meristem and shoot-tip culture for propagation, pathogen elimination and germplasm preservation. Horticult. Rev. 5：221–277.

19) 塚原一幸・小池洋男. 1988. リンゴのわい性台木を主とする繁殖技術. 農業及び園芸 63：117–122.
塚原一幸. 1990. リンゴおよびその台木の繁殖における応用. p39–58. 小崎 格・野間豊編 果樹苗生産とバイオテクノロジー. 博友社，東京.

20) 土屋七郎. 1989. リンゴ－栽培管理. p430–441. 佐藤公一他編 果樹園芸大辞典第２次訂正追補第７版，養賢堂，東京.

21) 土屋七郎. 1998. マルバカイドウの由来と系統特性. 果樹種苗 72：1–6.

22) 吉田義雄・羽生田忠敬・別所英男・土屋七郎・増田哲男・小森貞男・真田哲朗・副島淳一・伊藤祐司・定盛昌助・樫村芳記. 1995a. リンゴわい性台木新品種「JM1」，平成７年度果樹研究成果情報. p3–4. 農林水産省果樹試験場.

23) 吉田義雄・羽生田忠敬・別所英男・土屋七郎・増田哲男・小森貞男・真田哲朗・副島淳一・伊藤祐司・定盛昌助・樫村芳記. 1995b. リンゴわい性台木新品種「JM7」，平成７年度果樹研究成果情報. p5–6. 農林水産省果樹試験場.

24) 吉田義雄・羽生田忠敬・別所英男・土屋七郎・増田哲男・小森貞男・真田哲朗・副島淳一・伊藤祐司・定盛昌助・樫村芳記. 1995c. リンゴわい性台木新品種「JM8」，平成７年度果樹研究成果情報. p7–8. 農林水産省果樹試験場.

25) 吉田義雄・羽生田忠敬・別所英男・土屋七郎・増田哲男・副島淳一・小森貞男・真田哲朗・伊藤祐司・阿部和幸・定盛昌助・樫村芳記・古藤田信博. 1996a. リンゴわい性台木新品種「JM2」，平成８年度果樹研究成果情報. p3–4. 農林水産省果樹試験場.

26) 吉田義雄・羽生田忠敬・別所英男・土屋七郎・増田哲男・副島淳一・小森貞男・真田哲朗・伊藤祐司・阿部和幸・定盛昌助・樫村芳記・古藤田信博. 1996b. リンゴわい性台木新品種「JM5」，平成８年度果樹研究成果情報. p5–6. 農林水産省果樹試験場.