

## 심층수를 리용하여 불멸의 꽃 김정일화의 시험관싹생장을 개선하기 위한 연구

조충원, 리춘희, 정승주

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《바다밑에 있는 자원도 전망성있게 개발리용하기 위한 대책을 세워야 하겠습니다.》  
(《김정일선집》 증보판 제11권 40페이지)

일반적으로 심층수는 저온안정성과 부영양성, 독특한 물리화학적특성과 같은 고유한 특성을 가지고있다.[4, 9] 이로부터 심층수는 농업[16]과 제약공업[6], 식료공업[10], 화장품공업[8], 바다양어와 양식업[7] 등에 널리 리용되고있으며 세계적으로 심층수와 관련된 경제적 이익은 해마다 늘어나고있다.[5, 14]

우리는 심층수를 불멸의 꽃 김정일화의 시험관싹생장단계에 적용하여 조직배양모의 품질을 개선하기 위한 연구를 하였다.

### 재료와 방법

재료로는 바다 표층수와 700m 깊이의 심층수를 리용하였다.

식물재료로는 김정일화(*Begonia tuberhybrida* Voss cv. **Kimjongilhwa**)의 시험관싹증식 단계에 있는 균일한 개체들(싹길이  $(1.0 \pm 0.2)$ cm)을 리용하였다.

김정일화의 시험관싹생장에 리용할 심층수의 희석농도구간을 확정하기 위하여 싹생장 배지[3]에 들어있는 원소성분과 그 함량을 심층수와 비교하였다.(표 1)

표 1. 배지와 심층수에 들어있는 원소들의 조성과 함량

원소종류	원소기호	배지의 함량(A) /(mg·L <sup>-1</sup> )	심층수의 함량(B) /(mg·L <sup>-1</sup> )	B/A
다 량 원 소	C	12 620.5	213.4	0.016 9
	K	535.3	756.7	1.414
	N	306.3	56.2	0.183
	P	57.0	10.2	0.179
	Ca	40.0	435.0	10.900
	S	35.7	24.6	0.689
	Mg	24.2	1 184.0	48.900
미 량 원 소	Mn	6.170	5.200	0.843
	Fe	5.590	124.2	22.200
	Na	4.650	9 321	2 004.500
	B	1.740	0.714	0.410
	Zn	0.454	1.200	2.643
	Mo	0.099	0.013	0.131

표 1에서 보는바와 같이 싹생장배지속에 들어있는 13가지 원소함량은 심층수와 크게 차이난다. 다량원소인 Ca와 Mg의 함량은 심층수가 배지의 10배이상이지만 N, P를 비롯한

나머지 원소들은 1/5 이하이다. 심층수에는 배지에 들어있는 성분외에 60여가지 미량원소 성분들이 더 들어있다.

심층수의 Na함량은 배지보다 2 000배 이상이며 이것을 배지에 그대로 첨가하는 경우 높은 삼투압으로 인한 탈수현상[11, 17]이 일어나 시험관싹의 생장이 저해되게 된다. 따라서 심층수를 적용하는 경우 희석하여 첨가해야 하는데 이때 희석되는 심층수속의 N, P, K를 비롯한 다량원소의 농도는 배지와 대비해볼 때 매우 낮아지게 된다. 이로부터 배지제조에서 원래의 다량원소는 그대로 두고 미량원소대신에 심층수를 희석하여 첨가하기로 하였다.

현재 리용하고있는 배지들의 성분들 가운데서 미량성분들을 빼고 심층수를 10~500배로 희석하는 경우 10, 20, 500배 희석구에서는 성분함량에서 대조구와 현저한 차이가 있으므로(표 2) 50~400배 희석구간에서 시험관싹의 생육상태를 조사하였다.

표 2. 심층수를 첨가한 배지에 들어있는 원소들의 조성과 함량(mg·L<sup>-1</sup>)

원소 종류	원소 기호	심층수	싹생장 배지 (대조)	심층수 희석배수/배							
				10	20	50	100	200	300	400	500
다 량 원 소	C	213.4	12 620.5	12 641.8	12 631.2	12 624.7	12 622.6	12 621.6	12 621.2	12 621.0	12 620.9
	K	756.7	535.3	611.0	573.2	550.4	542.9	539.1	537.8	537.2	536.8
	N	56.2	306.3	311.9	309.1	307.4	306.9	306.6	306.5	306.4	306.4
	P	10.2	57.0	58.0	57.5	57.2	57.1	57.1	57.0	57.0	57.0
	Ca	435	40.0	83.5	61.8	48.7	44.4	42.2	41.4	41.1	40.9
	S	24.6	35.7	38.2	36.9	36.2	35.9	35.8	35.8	35.8	35.7
	Mg	1 184	24.2	142.6	83.4	47.9	36.0	30.1	28.1	27.2	26.6
미 량 원 소	Mn	5.2	6.17	0.52	0.26	0.104	0.052	0.026	0.017	0.013	0.010 4
	Fe	124.2	5.59	12.42	6.21	2.48	1.24	0.621	0.414	0.311	0.248
	Na	9 321	4.65	936.8	470.7	191.1	97.9	51.3	35.7	28.0	23.3
	B	0.714	1.74	0.071 4	0.035 7	0.014	0.007 1	0.003 6	0.002 4	0.001 8	0.001 43
	Zn	1.2	0.454	0.12	0.06	0.024	0.012	0.006 0	0.004 0	0.003 0	0.002 4
	Mo	0.013	0.099	0.001 3	6.5·10 <sup>-4</sup>	2.6·10 <sup>-4</sup>	1.3·10 <sup>-4</sup>	6.5·10 <sup>-5</sup>	4.3·10 <sup>-5</sup>	3.3·10 <sup>-5</sup>	2.6·10 <sup>-5</sup>

싹생장배지[3]의 미량원소성분대신 심층수를 각이한 농도로 희석하여 첨가한 배지에 싹증식단계의 균일한 개체들을 매 배양용기당 23개씩 접종하고 배양 40일만에 잎수와 줄기길이, 잎크기, 줄기최대직경과 같은 생육지표들과 1급제품률을 조사하였다. 1급제품률은 배양용기안에 들어있는 총개체수에 대한 1급제품모[2]수의 비율로 정하였다.

대조구로는 심층수를 넣지 않은 싹생장배지를 리용하였다.

## 결과 및 논의

심층수를 각이하게 희석하여 배지들에 첨가하였는데 심층수희석배수에 따르는 김정일화 시험관싹의 생육상태는 표 3과 같다.

표 3에서 보는바와 같이 심층수를 첨가한 배지들에서는 대조구에 비하여 전반적인 생육 지표들이 현저히 개선되었다. 또한 모의 생육상태가 비교적 균일한것으로 하여 1급제품률이 높았다. 100배 희석구에서는 대조구에 비하여 잎수와 줄기최대직경은 1.2배, 줄기길이와 잎크기는 1.4배 컸으며 1급제품률은 95.7%로서 2.1배나 높았다. 이것은 심층수속에 들어

표 3. 심층수희석배수에 따른 김정일화 시험관싹의 생육상태

심층수 희석배수/배	잎수 /개	줄기길이 /cm	잎크기 /cm	줄기최대직경 /cm	1급제품률 /%
0(대조)	$2.6 \pm 0.5$	$2.5 \pm 0.7$	$2.0 \pm 0.5$	$0.19 \pm 0.02$	$46.5 \pm 0.8$
50	$2.7 \pm 0.2$	$3.2 \pm 0.2$	$2.3 \pm 0.2$	$0.21 \pm 0.02$	$68.7 \pm 0.7$
100	$3.2 \pm 0.2$	$3.5 \pm 0.2$	$2.7 \pm 0.2$	$0.23 \pm 0.02$	$95.7 \pm 0.9$
200	$3.0 \pm 0.2$	$3.3 \pm 0.2$	$2.4 \pm 0.2$	$0.22 \pm 0.02$	$87.0 \pm 0.8$
300	$2.9 \pm 0.2$	$3.1 \pm 0.2$	$2.5 \pm 0.2$	$0.21 \pm 0.02$	$75.7 \pm 0.8$
400	$2.8 \pm 0.2$	$2.9 \pm 0.2$	$2.4 \pm 0.2$	$0.20 \pm 0.02$	$68.2 \pm 0.8$

반복수  $n=100$ 

있는 식물의 생장에 도움을 주는 미량원소들의 효과[16]라고 볼수 있다.

100배 희석구에서 Na농도는 대조구에 비하여 20배이상에 달한다. 지황의 시험관싹 생장단계에서 NaCl이 시험관싹잎의 기공여닫기기능을 향상시키고 잎색소함량을 증가시켜 시험관싹을 튼튼하게 한다는 선행연구자료[1]로부터 우리는 김정일화의 싹생장에 미치는 심층수의 영향을 보기 위하여 NaCl이 들어있는 표층수, 소금(분석순)과 대비고찰하였다.

배지성분들가운데서 미량성분을 빼고 표층수와 심층수를 각각 50, 100, 200배로 희석하여 첨가하였고 소금은 심층수희석구에서의 Na농도와 같게 NaCl을 0.06, 0.03, 0.015% 되게 싹생장배지에 첨가한 다음 모의 생육상태를 관찰하였다.(표 4)

표 4. 심층수와 표층수, 소금의 농도에 따른 김정일화시험관싹의 생육상태

구분	잎수 /개	줄기길이 /cm	잎크기 /cm	줄기최대직경 /cm	1급제품률 /%
대조구	$2.6 \pm 0.5$	$2.5 \pm 0.7$	$2.0 \pm 0.5$	$0.19 \pm 0.02$	$46.5 \pm 0.8$
심층수 50배 희석구	$2.7 \pm 0.2$	$3.2 \pm 0.2$	$2.3 \pm 0.2$	$0.21 \pm 0.02$	$68.7 \pm 0.7$
심층수 100배 희석구	$3.2 \pm 0.2$	$3.5 \pm 0.2$	$2.7 \pm 0.2$	$0.23 \pm 0.02$	$95.7 \pm 0.9$
심층수 200배 희석구	$3.0 \pm 0.2$	$3.3 \pm 0.2$	$2.4 \pm 0.2$	$0.22 \pm 0.02$	$87.0 \pm 0.8$
표층수 50배 희석구	$2.5 \pm 0.3$	$2.7 \pm 0.4$	$2.0 \pm 0.3$	$0.19 \pm 0.02$	$52.7 \pm 0.6$
표층수 100배 희석구	$2.6 \pm 0.3$	$2.9 \pm 0.3$	$2.3 \pm 0.3$	$0.20 \pm 0.02$	$60.4 \pm 0.8$
표층수 200배 희석구	$2.6 \pm 0.3$	$2.4 \pm 0.5$	$2.1 \pm 0.3$	$0.20 \pm 0.02$	$53.2 \pm 0.8$
NaCl 0.06% 희석구	$2.7 \pm 0.5$	$2.5 \pm 0.8$	$2.0 \pm 0.4$	$0.19 \pm 0.02$	$46.2 \pm 0.8$
NaCl 0.03% 희석구	$2.6 \pm 0.5$	$2.6 \pm 0.8$	$1.9 \pm 0.4$	$0.19 \pm 0.02$	$46.0 \pm 0.8$
NaCl 0.015% 희석구	$2.6 \pm 0.5$	$2.5 \pm 0.7$	$2.0 \pm 0.5$	$0.18 \pm 0.02$	$46.6 \pm 0.8$

표 4에서 보는바와 같이 심층수희석구에서는 다른 시험구들에 비하여 잎수와 줄기길이, 잎크기, 줄기최대직경을 비롯한 생육지표값들이 현저히 높았고 시험관싹의 생육상태가 전반적으로 균일하였다.

표층수희석구에서는 시험관싹의 생육상태가 대조구에 비해 개선되었지만 심층수희석구 보다는 못하였다. 표층수 100배 희석구에서 잎수는 심층수에 비해 81.3%, 줄기길이는 82.9%, 잎크기는 85.2%, 줄기최대직경은 87.0%였으며 1급제품률은 63.1%로서 전반적으로 낮았다. 표층수 200배 희석구에서는 잎변두리가 누렇게 되었다.

이것은 심층수가 표층수보다 시험관싹생장에 더 효과적이라는것을 보여준다.

심층수는 표층수보다 성분함량이 일반적으로 몇배 지어 몇천배이상 높다. 이것은 빛합성 과정이 일어나지 않는 심층에서는 유기물질들의 분해에 비하여 합성이 거의나 진행되지

않기때문이라고 볼수 있다.[13, 15] 표층수에 비하여 높은 농도로 들어있는 미량원소들이 생체내에서 활성산소소거체제를 비롯한 많은 생화학적반응을 촉진하는 효소의 활성인자로 되므로[9, 12] 시험관싹의 생육을 촉진한다고 볼수 있다.

NaCl희석구에서는 잎수와 줄기길이, 잎크기, 줄기최대직경과 같은 생육지표값들이 대조구와 차이가 없었다. 이것은 NaCl이 김정일화의 시험관싹생장에 영향을 미치지 않는다는것을 보여준다.

이로부터 심층수에 의한 생육촉진효과는 성분함량으로 그중 많이 들어있는 Na에 의한것이 아니라 그속에 함유되어있는 무기원소들에 의한 생육촉진작용에 의한것이라고 볼수 있다.

이와 같이 김정일화의 시험관싹생장단계에서 배지성분으로 미량원소대신에 심층수를 첨가하면 시험관싹의 생육상태를 현저히 개선할수 있다.

## 맺 는 말

1) 김정일화의 시험관싹생장에 가장 적합한 심층수의 희석배수는 100배이며 종전배지를 리용할 때보다 잎수와 줄기길이, 잎크기, 줄기최대직경을 비롯한 생육지표값들이 현저히 개선되었고 1급제품률은 2배이상 높았다.

2) 심층수 100배 희석구에서 1급제품률은 표층수보다 1.5배 높았다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 55, 4, 110, 주체98(2009).
- [2] 국규 11304-2:2019, 김정일화-2부: 모.
- [3] 전경희 등; 김정일화의 생물학, 과학백과사전출판사, 129, 주체93(2004).
- [4] 박진길; 수산, 1, 43, 주체107(2018).
- [5] Atsumi Furuya et al.; Deep Ocean Water Research, 9, 2, 89, 2008.
- [6] Chin Lin Hsu et al.; Food Chemistry, 127, 1146, 2011.
- [7] Daisuke Fujita; Bull. Soc. Seawater Sci. Jpn, 62, 93, 2008.
- [8] C. S. Lee et al.; US20170246105A1.
- [9] Masahiro Kohno et al.; Deep Ocean Water Research, 9, 1, 15, 2008.
- [10] Masayuki Yasui; Bulletin on Coastal Oceanography, 40, 1, 49, 2002.
- [11] Md. Mostafizur Rahman et al.; Open Agriculture, 3, 578, 2018.
- [12] Mitsuhiko Miyamura et al.; Biol. Pharm. Bull., 27, 11, 1784, 2004.
- [13] Seiji Iwasaki; Deep Ocean Water Research, 7, 2, 23, 2006.
- [14] Ta Kang Liu et al.; Ocean & Coastal Management, 51, 126, 2008.
- [15] T. Tyrell et al.; Nature, 387, 793, 1997.
- [16] Yasuyo Nishimura et al.; Jpn. Soc. of Agr. Tech. Manag., 17, 4, 137, 2011.
- [17] Yoshitaka Kawai et al.; Hort. Res. Jpn, 1, 3, 179, 2002.

## **Improvement of *in vitro* Shoot Growth of an Immortal Flower *Kimjongilia* by Using Deep Ocean Water**

*Jo Chung Won, Ri Chun Hui and Jong Sung Ju*

The most suitable dilution of deep ocean water for *in vitro* shoot growth of *Kimjongilia* is 100-fold, and the growth index values including leaf numbers, stem length, leaf size and stem maximum diameter are significantly improved and the first-grade production rate is more than 2-fold higher than that of the previous media.

At 100-fold dilution, the first-grade production rate is 1.5 times higher than surface seawater.

Keywords: deep ocean water, surface seawater, tissue culture, *Kimjongilia*, *in vitro* shoot growth