

2,3-Butanediol

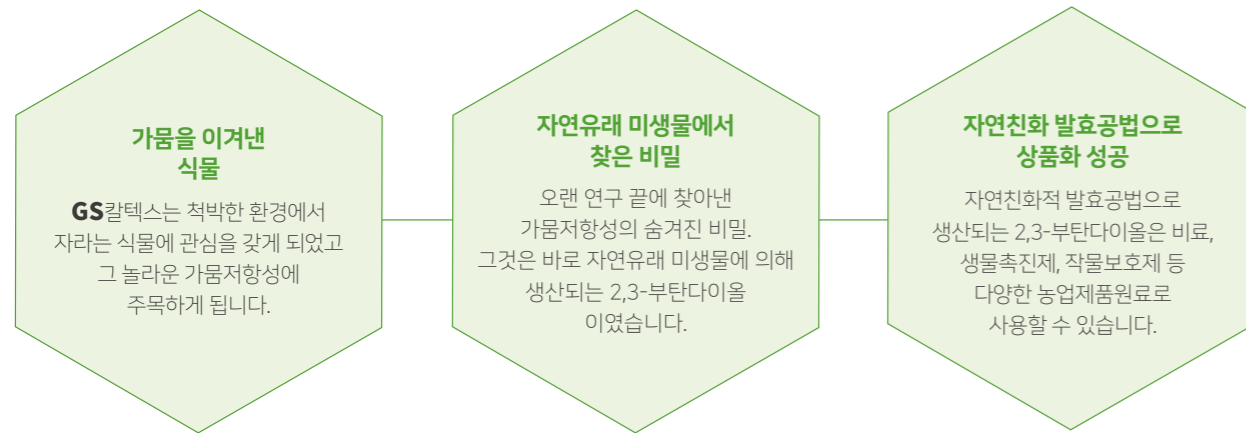


**NON-TOXIC
ECO-FRIENDLY
MATERIAL WITH
VARIOUS
FUNCTIONS,
2,3-BUTANEDIOL**



OUR DISCOVERY AND PRODUCTION

2,3-부탄다이올의 탄생

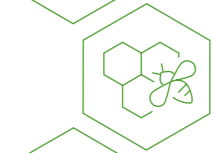


100% BORN OUT OF NATURAL INGREDIENT

· 2,3-부탄다이올은 토양, 동식물, 음식 등 우리 주변 어디에서나 발견할 수 있는 100% 천연물질로 GS칼텍스가 자연 생태계를 그대로 보존하면서 자연친화적으로 생산하는 제품입니다.



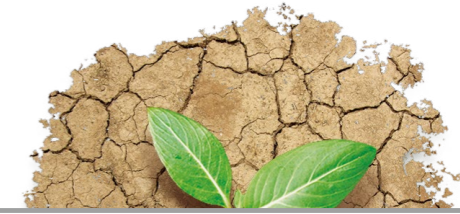
발효, 천연 식품 와인, 식초, 김치, 장, 꿀, 산딸기



동물 벌, 어류, 인체



식물 & 토양



DEDICATED TO TRUE SUSTAINABILITY

BIO-BASED PRODUCTION

- GS칼텍스의 2,3-부탄다이올은 화학적 방법이 아닌 자연친화적 발효공법을 통해 생산됩니다.
- 100% 바이오 기반 통합공정개발을 통해 2,3-부탄다이올을 대량생산하고 있습니다.

THREE FREES

1 *GMO-FREE Biomass

2,3-부탄다이올은 Non-GMO의 바이오매스 (카사바, 사탕수수)를 원료로 사용합니다.

2 *LMO-FREE Microorganism

GS칼텍스는 혁신적인 생명공학기술을 바탕으로 산업적으로 안전한 Non-LMO 미생물을 활용하여 2,3-부탄다이올을 대량생산하고 있습니다.

3 TOXIC CHEMICAL-FREE

생산과정에서 유해한 화학물질을 전혀 사용하지 않고, 물리적인 특성만을 이용한 친환경 분리정제 공정이 적용됩니다.

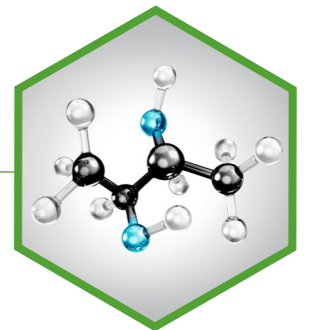
PRODUCTION PROCESS



Biomass



발효



2,3-부탄다이올

무독성 천연 경로를 통해 생산되는 2,3-부탄다이올

BIO PATHWAY

Sugar

Pyruvate

Acetolactate

Acetoin

MICROORGANISM

2,3-부탄다이올

* GMO : Genetically Modified Organism
* LMO : Living Modified Organism

EXCLUSIVE FEATURES OF 2,3-BUTANEDIOL



2,3-부탄다이올의 차별성

1
비료/작물활성제

A 환경 스트레스 내성 강화

B 성장 촉진

기존 화학 농약 영양 성분만 공급
2,3-부탄다이올 환경 스트레스 (가뭄, 고온, 염해, 냉해) 내성 강화

기존 화학 농약 영양 성분만 공급
2,3-부탄다이올 작물 생육 촉진, 수확량 증진, 골프장 그린업 등

2
식물병방제

A 무독성 친환경 소재 (진균/선충)

B 면역력 증진 (세균/바이러스)

기존 화학 농약 잔류독성 문제로 수확기 처리량 제한
2,3-부탄다이올 *PLS 제도의 제약을 받지 않아 처리량 제한 없음

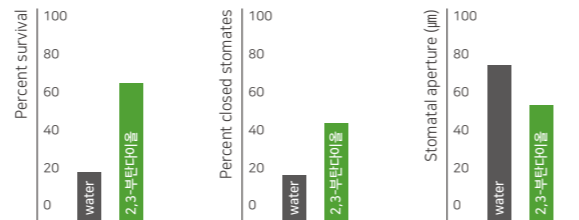
기존 화학 농약 세균 항생제에 대한 내성 발생 및 바이러스 방제제 부재
2,3-부탄다이올 *유도저항성에 기반한 세균 및 바이러스의 면역력 강화

* PLS (Positive List System) : 국내 사용등록 또는 잔류허용기준(MRL)이 설정된 농약 이외에 등록되지 않은 농약은 원칙적으로 사용을 금지하는 제도
* 유도저항성 (Induced Systemic Resistance) : 직접적인 항생작용이 아닌 미생물에 의한 식물의 면역반응을 증가시키는 방법을 통하여 식물의 저항성을 증진시키는 기작

1-A 비료/작물 활성제 : 환경스트레스내성강화

가뭄저항성 작용기작 ①

- 2,3-부탄다이올 처리는 가뭄조건에서 대기장대 생존률을 물처리 대비 3배 이상 향상시켰습니다.
- 2,3-부탄다이올은 대기장대 기공수축을 촉진시킴으로써 가뭄저항효과를 내는 것으로 보고되었습니다.

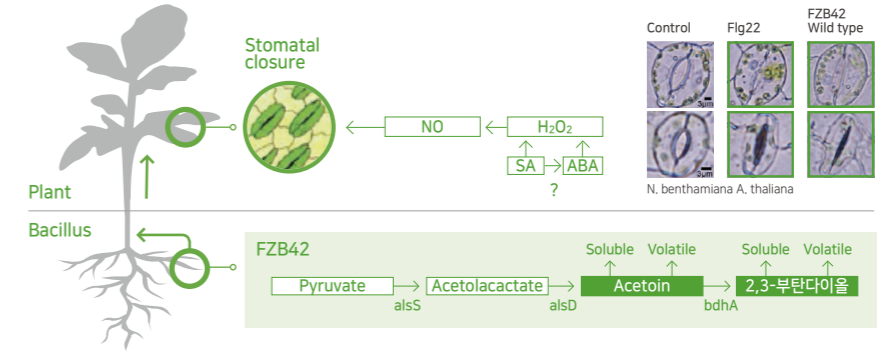


* 2R,3R-butanediol, a bacterial volatile produced by Pseudomonas chlororaphis O6, is involved in induction of systematic tolerance to drought in Arabidopsis thaliana, 2008, paper

가뭄저항성 작용기작 ②

- B. amyloliquefaciens FZB42가 생산하는 2,3-부탄다이올은 Arabidopsis thaliana 와 Nicotiana benthamiana 기공수축을 유도하였습니다.
- 2,3-부탄다이올 (soluble and volatile forms)은 식물에 의해 인식되고, ABA/SA signaling pathway 활성화를 통해 H₂O₂와 NO를 guard cell에 축적시킴으로써 기공이 닫히도록 하는 것으로 보고되었습니다.

가뭄저항성 작용기작 ②



* Acetoin and 2,3-butanediol from Bacillus amyloliquefaciens induce stomatal closure in Arabidopsis thaliana and Nicotiana benthamiana, 2018, paper

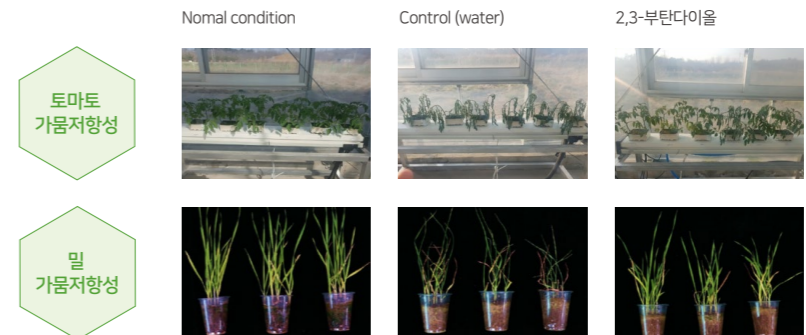
가뭄저항성 : 잔디

- 잔디에 2,3-부탄다이올 처리 (대조구 : ASM, 물처리) 3일 후, 가뭄저항성이 대조구 대비 30% 향상되는 것을 확인했습니다.
- 1회 처리 (가뭄 7일 전 처리) 보다 2회 처리 (가뭄 7일, 1일 전 처리) 하였을 때, 가뭄처리 3일 후 생존률이 향상되었습니다.

시료	희석배수	처리 횟수	가뭄 내성 (%)
2,3-부탄다이올 0.9% SL	×1,000	1회 처리	95.0 ± 5.0
		2회 처리	100.0 ± 0.0
ASM 50% WG	210µg/ml	1회 처리	86.3 ± 4.2
		2회 처리	85.6 ± 7.3
무처리	-	-	72.5 ± 11.8

가뭄저항성 : 작물 (토마토/밀)

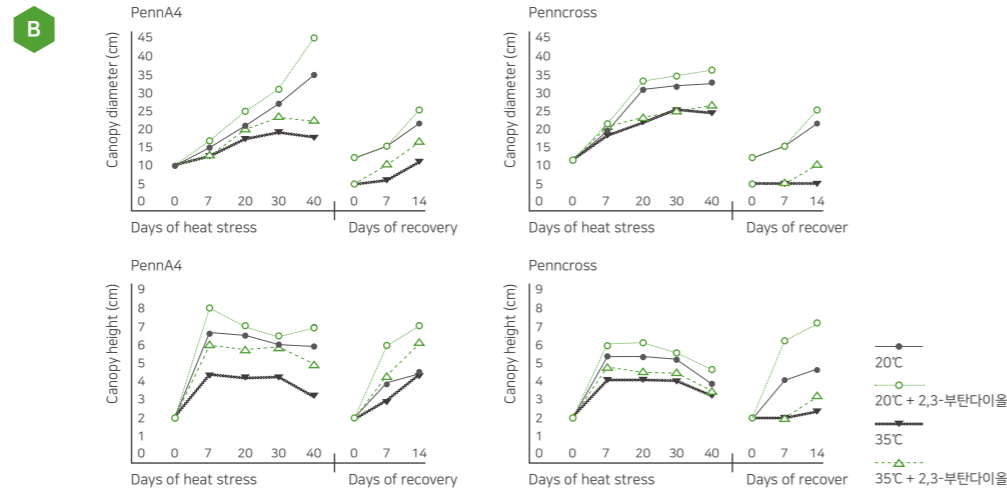
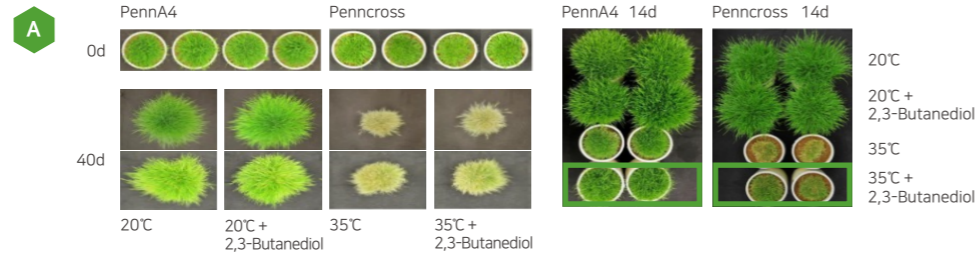
- 토마토에 2,3-부탄다이올 처리 (대조구 : 물처리) 4일 후, 가뭄저항성이 대조구 대비 40% 향상되는 것을 확인했습니다.
- 밀에 2,3-부탄다이올 처리 (대조구 : 물처리) 6일 후, 가뭄저항성이 대조구 대비 60% 향상되는 것을 확인했습니다.





고온저항성 : 잔디

- 잔디에 2,3-부탄다이올을 처리한 경우 무처리구 대비 고온스트레스 후 빠른 회복속도를 보였습니다.
- 2,3-부탄다이올을 처리한 잔디의 경우 무처리구 대비 직경/키/엽색지수 등이 모두 향상된 결과가 보고되었습니다.

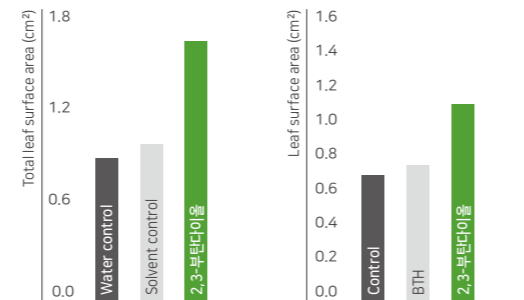


* Butanediol-enhanced heat tolerance in *Agrostis stolonifera* in association with alteration in stress-related gene expression and metabolic profiles, 2018, paper

1-B 비료/작물 활성화제 : 생장 촉진

생육촉진 : 애기장대/담배

- 2,3-부탄다이올 처리(대조구 : 물처리)를 통해 애기장대 생육을 50% 이상 향상시켰습니다.
- 2,3-부탄다이올 처리(대조구 : 물처리)를 통해 담배 생육을 55% 이상 향상시켰습니다.



* GacS dependent production of 2R,3R-butane diol by *P. chlororaphis* O6 is a major determinant for eliciting systemic resistance against *E. carotovora* but not against *P. syringae* pv. *Tabaci* in tobacco, 2006



생육촉진 : 고추

- 2,3-부탄다이올을 포장에서 처리한 결과, 고추의 키/중량 등의 지표가 향상되었습니다.
- 2,3-부탄다이올을 처리한 후 5일간 incubation한 발아 종자 중량이 대조구 대비 증가하였습니다.



※ Number of fruits per 20 plants

Effect of PGPR strains and their mixtures on the height, fresh weight, and dry weight of peppers under field conditions

Treatment ^w	Height (cm) ^x	Fresh weight (g) ^y	Dry weight (g) ^z	Weight of 100 germinated seeds (g)
Water	27.08±0.31	30.03±3.55	5.02±0.47	1.91
BTH	24.06±0.45 ^b	24.97±1.66 ^b	3.80±0.20 ^b	1.10
2,3-Butanediol	28.75±0.23^a	44.52±2.49^a	7.20±0.34^a	2.20

In vitro effects of treatment with single PGPR strains, mixtures of PGPR strains, and chemical inducers of systemic resistance on the weight of seeds after 5 days of incubation

* Biological Control and Plant Growth Promoting Capacity of Rhizobacteria on Pepper under Greenhouse and Field Conditions, 2012, paper / Stereoisomers of the Bacterial Volatile Compound 2,3-Butanediol Differently Elicit Systemic Defense Responses of Pepper against Multiple Viruses in the Field, 2018, paper

생육촉진 : 잔디 그린업

그린업 (Green-up) 촉진효과

- 대상작물 : 캔터키 블루그라스 (G.C.1), 크리핑벤트그라스 (G.C.2)
- 시험방법 : 2주간격으로 제제를 얹면 살포
- 처리물질 : 2,3-부탄다이올
- 시험결과 : 엽록소 지수의 경우 무처리 대비 18% (G.C.1), 8% (G.C.2) 증가하는 것이 확인되었으며, 엽색지수는 무처리구 대비 11% (G.C.1), 3.6% (G.C.2) 증가하는 것으로 확인되었습니다.

2-A 식물병방제 : 약해/독성

약해/독성 평가

- 2,3-부탄다이올을 다양한 작물에 대해 처리 (100배 희석) 하였을 때 약해는 확인되지 않았습니다. (잔디, 토마토, 오이, 고추 등)



① Control (Water) ② 2,3-부탄다이올 (1/100 dilution) ③ 2,3-부탄다이올 (1/10,000 dilution)

Types	Safety						
Tests	단회투여독성 (경구, 경피)	흡입독성	피부감작성	유전독성	피부자극	안정막자극	중금속, 불순물, 잔류농약 (344종)
2,3-부탄다이올	무독성			무자극		미검출	



**유도저항성 기반
방제효과 : 진균**

· 접종 7일 / 10일 후, 2,3-부탄다이올을 처리한 크리핑 벤트그라스는 무접종/무처리구 대비 병징이 크게 감소하는 것이 보고되었습니다.

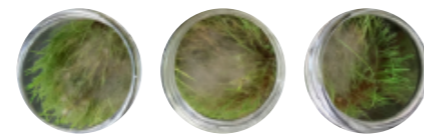


250 μM 2,3-부탄다이올-treated grass without inoculation

250 μM 2,3-부탄다이올-treated grass with inoculation



Water-treated grass without inoculation



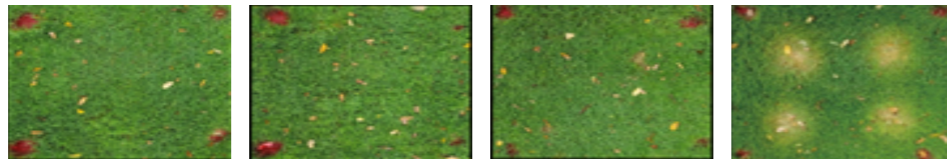
Water-treated grass with inoculation.

* Transcriptional Responses of Creeping Bentgrass to 2,3-Butanediol, a Bacterial Volatile Compound (BVC) Analogue, 2017, paper

**유도저항성 기반
방제효과 : 진균**

· 다양한 진균병 (동전마름병, 써머패치병) 방제를 위해 2,3-부탄다이올을 화학농약과 합제처리한 결과, 화학농약의 반량으로 기존 정량 수준의 방제효과를 확보할 수 있었습니다.

합제효과
(동전마름병, 써머패치병)



2,3-부탄다이올 + 화학농약 A (x4,000)

화학농약 A (x2,000)

화학농약 A (x4,000)

무처리구



2,3-부탄다이올 + 화학농약 B (x2,000)

화학농약 B (x1,000)

화학농약 B (x2,000)

무처리구

02 OUR DISCOVERY AND PRODUCTION

04 EXCLUSIVE FEATURES 1-A

06 EXCLUSIVE FEATURES 1-B, 2-A

08 EXCLUSIVE FEATURES 2-A, 2-B

10 EXCLUSIVE FEATURES 2-B

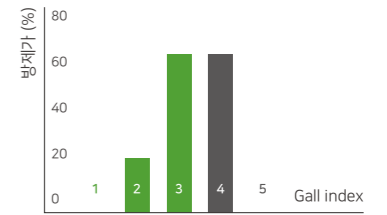
11 PROPERTIES, PACKAGING AND CERTIFICATES



**유도저항성 기반
방제효과 : 선충**

· 2,3-부탄다이올의 토마토 뿌리혹선충병에 대한 방제효과를 실험한 결과, 접종 전후 3회 처리시 접종 6주 후 66.7% 방제가 확인되었습니다.

· 대상 품종 : 서광 토마토
· 조사 시기 : 접종 6주 후



번호	시료	농도 / 희석배수	처리 횟수	방제 (%)
1	2,3-부탄다이올	× 10,000	1회	0.0 ± 11.55
2	2,3-부탄다이올	× 10,000	2회	26.67 ± 22.11
3	2,3-부탄다이올	× 10,000	3회	66.67 ± 11.55
4	살충제 T	× 5,000	1회	66.67 ± 22.11
5	무처리구	-	-	0.0

*살충제 T 액상수화제 : Abamectin 1.68% SC



2,3-부탄다이올 1회

2,3-부탄다이올 2회

2,3-부탄다이올 3회

살충제 T (x5,000)

무처리구

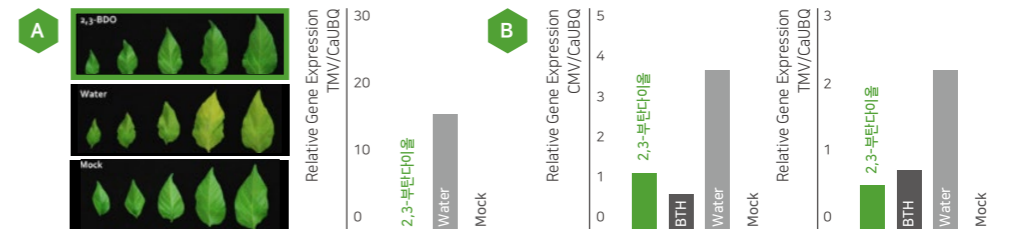
2 - B 식물병방제 : 면역력 증진

**유도저항성 기반
방제효과 : 바이러스**

· CMV/TMV 바이러스 방제효과를 온실에서 평가한 결과 2,3-부탄다이올 처리에 따른 병징 감소 결과가 보고되었습니다.

· CMV/Pepper mottle virus (PepMoV)/TMV/ Tomato spotted wilt virus (TSWV)/Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) 방제효과를 포장에서 평가한 결과 병징감소 및 수확량 증가결과가 보고되었습니다.

GREEN HOUSE TEST

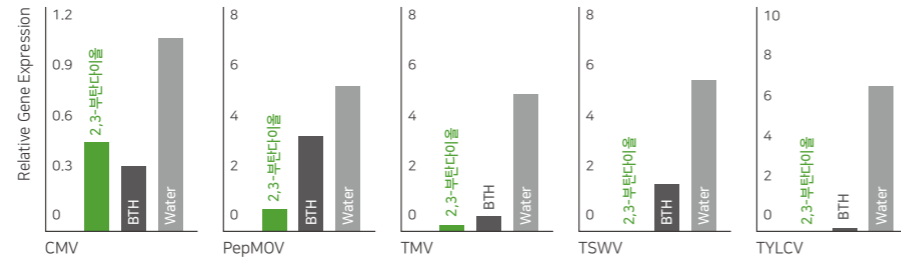
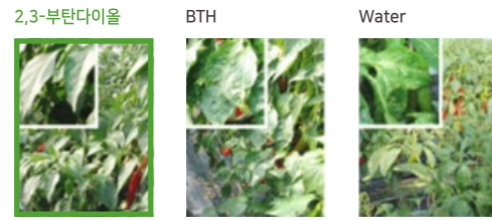




유도저항성 기반 방제효과 : 바이러스

FIELD TEST

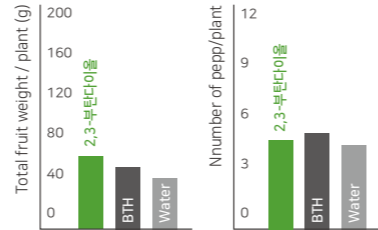
A



B



Number of fruits per 20 plants



* Stereoisomers of the Bacterial Volatile Compound 2,3-Butanediol Differently Elicit Systemic Defense Responses of Pepper against Multiple Viruses in the Field, 2018, paper

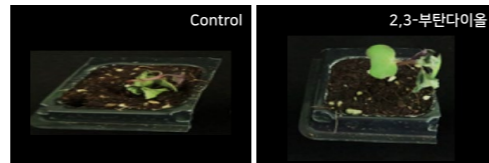
유도저항성 기반 방제효과 : 세균

- 2,3-부탄다이올 처리를 통해 *Ralstonia solanaceum*에 의해 야기되는 토마토세균병을 80%까지 방제가능함을 확인했습니다.
- 2,3-부탄다이올 처리를 통해 *Xanthomonas campestris* pv.에 의해 야기되는 양배추검은썩음병을 66%까지 방제가능함을 확인했습니다.

토마토 풋마름병



양배추 검은썩음병



PROPERTIES

구분	2,3-부탄다이올
Chemical formula	C ₄ H ₁₀ O ₂
Molecular weight (g/mol)	90.121g/mol
Boiling point (°C)	approx. 180°C
Vapour pressure (Pa)	24.7~56.6 Pa at 20°C
Water solubility (g/L)	about 500 g/L at 20°C
Density (g/cm ³)	0.992~1.002g/cm ³
Flash point (°C)	91~96°C
Viscosity (mPa · s)	44~128mPa · s at 25°C

PACKAGING

Industrial Standard Pack	Plastic packaging of 20kg and 200kg
Samples	100g, 250g, 500g, 1kg, 2kg

CERTIFICATES

- EU-REACH ('19)
- USDA BioPreferred® Program - 100% Bio-based ('18)
- New Excellence Technology by Korea Ministry of Trade, Industry and Energy ('18)
- New Excellent Product by Korea Ministry of Trade, Industry and Energy ('19)
- COSMOS ('19)
- Vegan ('19)

PRODUCT SUMMARY

- INCI Name: 2,3-Butanediol
- IECIC name: 2,3-Butanediol
- EC Number: 823-920-1, 208-173-6
- CAS Number: 5341-95-7, 513-85-9
- Functions
 - 환경 스트레스 내성 강화제
 - 생장 촉진제
 - 유도성장성 기반 병충해 방제제

CONTACT INFORMATION

GS Caltex Corporation Chemicals Sales Team
 Email gsbiochem@gscaltex.com