

최근 국내 표고 재배사의 온도, 습도 변화 성향 조사

김지은¹ · 김준영¹ · 안홍석¹ · 권혁우² · 고한규² · 김성환^{1,*}

¹단국대학교 자연과학대학 미생물학과 및 생물다양성연구소

²산림조합중앙회 산림버섯연구센터

Investigation of the shift trends of temperature and humidity in greenhouses for oak mushroom cultivation

Ji Eun Kim¹, Jun Young Kim¹, Hong Seok Ahn¹, Hyuk Woo Kwon², Han Gyu Ko², and Seong Hwan Kim^{1,*}

¹Department of Microbiology and Institute of Biodiversity, College of Natural Science, Dankook University, Cheonan, 31116. Korea

²Forest Mushroom Research Center, National Forest Cooperative Federation, Yeosu 12653, Korea

ABSTRACT: The temperature and humidity of 49 greenhouses for oak mushroom cultivation were investigated for 5 years to analyze the trends in the change of these parameters according to the climate change in Korea. The 5-year average temperature and humidity were 24.7°C and 60.5%, respectively, in sawdust media-based cultivation houses and 24.4°C and 60.0%, respectively, in log-bed cultivation houses. The average temperature in the summer was 29.8°C in 2016, 29.1°C in 2017, and 33.3°C in 2018 in the log-bed cultivation houses and 26.8°C in 2016, 20.4°C in 2017, and 24.2°C in 2018 in the sawdust media-based cultivation houses. During the investigation, temperatures over 30°C were detected in one cultivation house in spring and five such houses in summer. When classifying by cultivation type, temperatures over 30°C were found in five log-bed cultivation houses and temperatures less than 20°C were found in four log-bed cultivation houses in fall. This study shows that log-bed cultivation houses for oak mushroom need to be modified to cope with the climate change.

KEYWORDS: Cultivation house, Humidity, Oak mushroom, Temperature

표고(*Lentinula edodes*)는 항암 작용과 항비만 효과를 갖고 영양적인 면에서도 우수하며 맛과 향이 뛰어난 약용 및 식용 버섯으로 동아시아, 특히 중국, 일본, 우리나라에서 많이 소비되는 버섯이다(Nanba *et al.*, 1987; Lee *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 2014). 현재 우리나라의 표고 생산량과 생산액은 꾸준히 증가하고 있다. 2014년 표고의 총

생산량은 19,398톤이고 생산액은 1,840억원이며, 2016년 총 생산량은 23,469톤이고 생산액은 2,119억원에 이른다(Korea Forest Service, 2016). 또한 2014년 표고의 수출량은 60.59톤, 136만 달러였으며 2017년 현재 95.26톤, 216만 달러에 달하였다(Statistics of Forest Product's Trade, 2017). 2015년 표고버섯 생산하는 임가 수는 4,512가구에 달하였으며, 최근 10년간 주요 임산물 수출 실적으로는 목재 및 목제품, 석재, 밤, 합판에 이어 상위 5번째로 많은 수출 실적을 나타내고 있다.

지구온난화의 영향으로 우리나라의 기온은 점차 오르고 있고, 온대지방에서 아열대지방으로 기후가 바뀌어 가고 있는 추세로 알려지고 있다. 특히 2018년 여름의 경우 기온은 최대치를 국내 여러 지역에서 기록하였다. 이에 따라 표고를 재배하는 환경인 재배사에 대한 정보를 검토하여 환경변화가 어떠한지 기초 정보를 파악하고 있다면 향후 재배사 관리를 위한 초석이 될 것으로 보여진다. 현재 국내에 표고 재배환경에 대한 정보 자료가 부족할 실정이라서 본 연구는 최근 5년 동안 국내 여러 지역의 표고 재배사 내부의 온도와 습도를 측정된 자료를 검토 하여 재

J. Mushrooms 2018 December, 16(4):342-346
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2018.16.4.342>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author
 E-mail : piceae@dankook.ac.kr
 Tel : +82-41-550-3454

Received September 22, 2018
 Revised November 20, 2018
 Accepted November 30, 2018

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

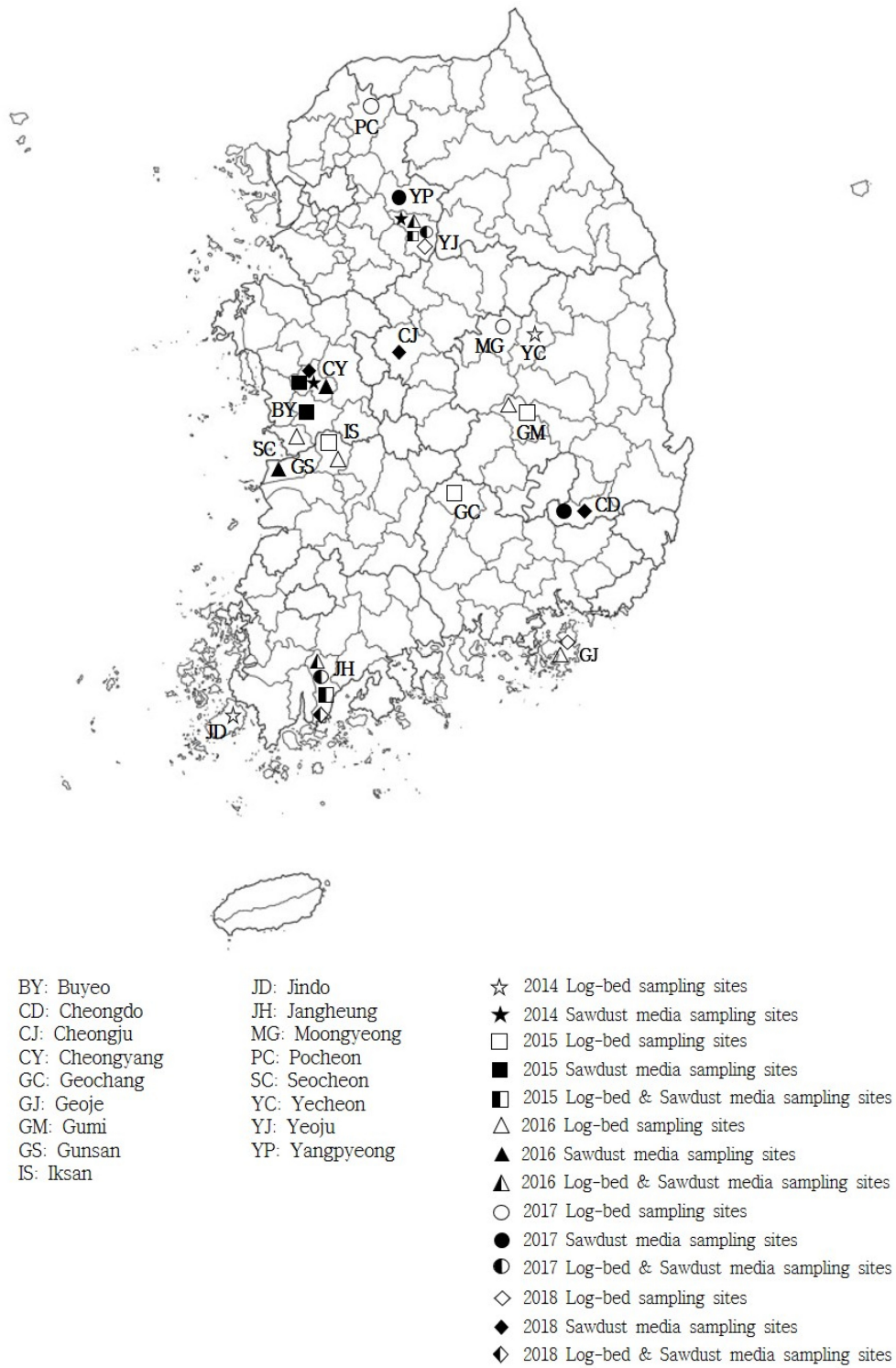


Fig. 1. Sampling location, investigation year, and cultivation type of oak mushroom used for this study.

배환경에 어떠한 변화 성향이 있는지 알고 보고자 수행하였다.

본 연구를 위하여 2014년부터 2018년까지 5년 동안 국내 17개 지역의 49곳의 표고 재배사에서 온도와 상대습도를 Testo 410-2 (Testto AG, Germany)를 사용하여 측정

하였다 (Fig. 1). 계절의 구분은 3-5월은 봄, 6-8월은 여름, 9-11월은 가을로 정하였다. 2014년 가을에는 톱밥배지를 사용하는 청양과 여주, 원목재배를 하는 진도와 예천 소재 4곳의 재배사에서 측정하였다. 2015년에는 톱밥배지 재배를 하는 여주 2곳, 청양, 부여, 장흥 각 1곳과 원

목재배를 하는 여주, 익산, 장흥, 거창, 구미 등 5곳 등 총 7개 지역 10곳 재배사에서 가을에 측정하였다. 2016년 봄에는 장흥(원목과 톱밥), 구미(원목), 거제도(원목), 여주(원목과 톱밥배지 재배 2곳 재배사)에서 측정하였고, 여름에는 익산(원목), 군산(톱밥), 서천(원목), 청양(톱밥)에서 측정하였다. 2017년에 봄에는 여주(원목, 톱밥), 장흥(원목, 톱밥) 2개 지역 4곳 재배사에서 측정하였고, 여름에는 장흥(원목, 톱밥), 청도(톱밥), 여주(원목, 톱밥), 양평(톱밥), 포천(원목) 등 5개 지역 7곳 재배사에서 측정하였으며, 가을에는 문경(원목), 여주(원목, 톱밥), 장흥(원목, 톱밥) 3개 지역 5곳 재배사에서 측정하였다. 2018년에는 여주(톱밥), 장흥(원목, 톱밥 2곳), 청도(톱밥), 거제도(원목), 청양(톱밥), 청주(톱밥) 6개 지역 8곳 재배사에서 측정하였다.

2014년부터 2018년까지 5년간 전국 17개 지역 49곳의 표고 재배사의 온도 범위는 톱밥재배의 경우 10.2°C에서 32.2°C 범위로 측정되었고 평균 온도는 24.66°C이었다 (Table 1). 상대습도는 28.3%에서 91.47%로 측정되었고 평균 60.5%였다. 원목재배의 경우는 16.2°C에서 35.07°C 범위이었고 평균 온도는 24.42°C로 측정되었다. 상대습도는 28.2%에서 92.26% 범위이었고 평균 60.03%로 측정되었다. 상대습도가 높은 재배사는 발생작업을 위한 살수 작업을 하여 높게 측정된 것으로 파악되었다. 상대습도는 평균의 표준편차 범위 내에 포함되어 톱밥배지 재배사와 원목 재배사의 재배법에 따른 유의성이 없는 것으로 나타났다.

대부분의 재배사의 평균 온도는 톱밥배지 재배사와 원목재배사 모두 24°C 내외로 표고 균사 생장에 적합한 범위였다. 그러나 최고 온도와 최저 온도는 톱밥배지 재배사와 원목 재배사간에 차이가 있었다. 원목 재배사가 최고 온도와 최저 온도 모두 3°C 내지 4°C 높았다. 기상의 영향을 많이 받는 원목재배사의 온도가 20°C를 넘지 않는 4곳 모두 가을에 조사되었다. 톱밥배지 재배사의 경우 온도는 대부분 20-30°C 범위에 속하였는데 저온인 10.2-16.6°C 온도를 유지하는 재배사 3곳은 저온품종 표고의 발생작업으로 인해 저온으로 온도조절을 한 것에 기인한 것으로 분석된다.

기상청 국가기후데이터센터에 따르면 특히 2018년 올해 여름은 기상청 관측 이래 폭염일수가 31.5일로 1위였으며 지난해 2017년의 14.4일에 비하여 약 2.1배나 더 많았다. 또한 열대야도 2018년에 17.7일로 1위였고 지난해에 비하여 약 7일이나 더 많은 것으로 나타나, 우리나라는 지구온난화 영향으로 평균기온이 점차 오르고 있는 추세이다. 조사기간 중 30°C가 넘는 고온으로 측정된 재배사는 6곳 있었는데 그 중에서 봄철에 1곳, 여름철에 5곳이었다. 이 중 원목재배사가 5곳이어서 원목 재배사는 외부 기온에 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 2016년 여름철 표고 원목재배사의 온도 평균은 29.8°C였고 2017년에는 29.05°C, 그리고 2018년에는 33.3°C를 기록하였다.

2018년도 표고 원목재배사의 온도가 예년보다 훨씬 높은 것은 우리나라의 이상 고온 영향인 것으로 추정된다. 특히 30°C가 넘는 온도는 증온성 품종을 재배하는 곳에서 표고 생육에 큰 피해를 줄 것이며, 2018년 장흥지역이 곰팡이 병해로 인해 피해가 큰 것으로 알려져 이는 고온 피해에 따른 병충해에 취약해지는 문제가 발생할 가능성이 높아짐을 알 수 있다.

톱밥재배사의 경우에는 시설재배로 되기 때문에 온도 조절이 가능하여 여름철 경우 2016년은 평균 26.8°C, 2017년은 평균 20.4°C, 2018년은 평균 24.2°C로 측정되었다. 따라서 원목 재배사 보다 기온이 크게 낮음을 볼 수 있었다. 우리나라 표고 품종은 대부분 중·저온성 품종을 재배하고 있는데 원목재배의 경우에는 기온이 높아짐에 따라 재배사의 온도가 올라가는 성향을 나타내기 때문에 재배사 온도를 낮추는 재배관리에 집중해야 해야 할 것이다. 나아가 향후를 대비하여 우리나라 기후에 맞는 고온성 표고 품종의 육종이 꼭 필요하다고 사료된다. 그리고 변화하는 기후에 대응하기 위하여 지속적인 표고 재배사 내 온도 및 습도의 모니터링 정보가 필요할 것이다.

본 연구결과와 조사된 표고 재배사내의 온도와 습도 환경에서는 표고뿐만 아니라 세균이나 진균 등 다양한 미생물이 생장 할 수 있는 좋은 환경이었다. 최근 보고에 따르면 이러한 표고 재배사내의 공기중에는 다양한 미생물이 존재한다는 것을 알 수 있다(Ahn *et al.*, 2017; Kim *et al.*, 2014). 분리된 세균 중에는 인체에 유해한 여러 세균 종들이 동정 되었으며 재배사내 부유세균 농도는 환경부의 다중이용시설 실내 공기질 유지 기준인 800 cfu/m³가 넘는 재배사가 다수 존재하였다. 정부는 국내의 실내 공기질 관리의 선진화를 위해 2018년 부유진균의 오염 농도 또한 세계보건기구 수준인 500 cfu/m³ 수준에서 관리하도록 권고기준을 규정하였다(Ahn *et al.*, 2018). 따라서 기온의 상승과 습도를 고려할 때 재배사의 진균 농도 또한 함께 조사 모니터링 되어야 할 것이다. 나아가 인체나 버섯재배에 피해를 줄 수 있는 국내에 기록되지 않은 진균 종이 출현하는 지에 대한 연구도 병행되어야 기후변화에 따른 표고 재배환경의 변화에 따른 문제점에 대한 대응을 할 수 있을 것이다. 또한 앞으로 우리나라 기후변화에 따라 고온성 표고 품종의 육종연구가 수행되어야하고 변화하는 기후에 대응하기 위하여 지속적인 표고 재배사내 온도, 습도 등 다양한 환경변화의 모니터링 정보가 제공되어야 할 것이다.

적 요

기후 변화에 따른 표고 재배사내 온도와 습도의 변화 추이를 알아보기 위하여 5년 동안 봄, 여름, 가을 기간에 걸쳐 국내 49곳의 표고버섯 재배사에서 온도와 습도를 측정 분석하였다. 톱밥배지 재배사의 5년간 평균 온도와

Table 1. Temperature and relative humidity investigated between 2014 to 2018 in the cultivation houses for oak mushroom

Year/Date	Location	Cultivation type	Temperature(°C)	Humidity(%)
2014.09.24	Jindo	Log-bed	27.7 ± 0.7	78.1 ± 0.3
2014.09.24	Jangheung A	Sawdust media	24.5 ± 1.3	57.7 ± 0.7
2014.09.25	Yecheon	Log-bed	25.5 ± 0.9	65.7 ± 1.2
2014.09.25	Cheongyang	Sawdust media	29.1 ± 1.6	51.2 ± 0.5
*2015.10.06	Yeosu A	Log-bed	28.2 ± 0.4	39.7 ± 1.6
*2015.10.06	Yeosu A	Sawdust media	28.3 ± 0.3	39.5 ± 1.3
*2015.10.07	Yeosu B	Sawdust media	26.3 ± 1.1	28.3 ± 0.5
*2015.11.06	Cheongyang B	Sawdust media	22.8 ± 1.0	84.9 ± 1.0
*2015.11.06	Buyeo	Sawdust media	20.8 ± 0.3	77.4 ± 0.2
*2015.11.06	Iksan	Log-bed	20.1 ± 0.8	51.9 ± 0.8
*2015.11.09	Jangheung B	Log-bed	16.2 ± 0.8	78.4 ± 1.3
*2015.11.09	Jangheung C	Sawdust media	16.6 ± 1.3	82.0 ± 0.5
*2015.11.10	Geochang	Log-bed	19.9 ± 0.8	51.5 ± 1.6
*2015.11.10	Gumi	Log-bed	17.7 ± 0.9	55.6 ± 1.2
*2016.04.26	Jangheung B	Log-bed	25.8 ± 0.6	47.3 ± 5.1
*2016.04.26	Jangheung D	Sawdust media	23.4 ± 1.1	76.6 ± 1.9
*2016.05.18	Gumi	Log-bed	30.8 ± 0.3	28.2 ± 1.8
*2016.05.19	Geoje	Log-bed	25.0 ± 1.1	46.8 ± 4.0
*2016.05.30	Yeosu A	Log-bed	28.0 ± 0.2	45.4 ± 2.4
*2016.05.30	Yeosu A	Sawdust media	26.5 ± 0.7	60.3 ± 7.7
*2016.05.31	Yeosu B	Sawdust media	26.8 ± 0.5	85.6 ± 5.7
*2016.06.10	Iksan	Log-bed	30.2 ± 0.7	57.8 ± 2.6
*2016.06.10	Gunsan	Sawdust media	28.5 ± 1.8	65.9 ± 1.7
*2016.06.10	Seocheon	Log-bed	29.4 ± 0.2	60.4 ± 2.7
*2016.06.14	Cheongyang	Sawdust media	25.1 ± 0.7	53.6 ± 0.9
2017.04.19	Yeosu A	Log-bed	20.0 ± 0.5	33.1 ± 2.6
2017.04.19	Yeosu A	Sawdust media	21.6 ± 1.2	69.2 ± 8.3
2017.05.10	Jangheung E	Sawdust media	20.7 ± 1.6	59.1 ± 2.8
2017.07.20	Jangheung B	Log-bed	32.4 ± 0.3	72.4 ± 1.5
2017.07.20	Jangheung E	Sawdust media	23.5 ± 1.1	78.7 ± 2.1
2017.08.04	Cheongdo	Sawdust media	25.1 ± 0.9	53.1 ± 2.5
2017.08.10	Yeosu A	Sawdust media	22.8 ± 1.0	68.9 ± 0.9
2017.08.10	Yeosu A	Log-bed	25.4 ± 0.7	92.3 ± 0.4
2017.08.10	Yangpyeong	Sawdust media	10.2 ± 0.4	69.3 ± 3.6
2017.08.11	Pocheon	Log-bed	29.4 ± 0.4	77.2 ± 3.6
2017.09.04	Moongyeong	Log-bed	29.1 ± 0.9	50.7 ± 4.5
2017.10.13	Yeosu A	Log-bed	18.5 ± 0.6	54.7 ± 1.4
2017.10.13	Yeosu A	Sawdust media	23.0 ± 0.4	67.1 ± 1.1
2017.10.20	Jangheung B	Log-bed	21.0 ± 1.2	54.5 ± 0.3
2017.10.20	Jangheung E	Sawdust media	22.0 ± 0.9	59.0 ± 0.8
2018.06.04	Yeosu A	Sawdust media	23.8 ± 1.3	45.1 ± 0.4
2018.06.22	Jangheung B	Log-bed	31.5 ± 0.6	36.4 ± 0.4
2018.06.22	Jangheung A	Sawdust media	24.4 ± 1.0	78.1 ± 4.0

Table 1. Continued

Year/Date	Location	Cultivation type	Temperature(°C)	Humidity(%)
2018.07.19	Cheongdo	Sawdust media	16.4 ± 0.5	67.8 ± 3.2
2018.07.20	Geoje	Log-bed	35.1 ± 0.8	56.2 ± 0.9
2018.07.31	Cheongyang	Sawdust media	23.8 ± 0.7	74.8 ± 6.6
2018.08.01	Cheongju	Sawdust media	32.2 ± 0.4	48.3 ± 2.3
2018.08.28	Jangheung F	Sawdust media	24.5 ± 0.3	91.5 ± 1.9

*: Ahn *et al.*, 2017.

습도는 24.7°C와 60.5%이었다. 원목 재배사의 5년간 평균 온도는 24.4°C, 평균 습도는 60.0%로 나타났다. 여름철 기간 중 온도 평균은 원목재배사의 경우는 2016년 29.8°C, 2017년 29.1°C, 2018년 33.3°C이었으며 톱밥배지 재배사의 경우는 2016년 26.8°C, 2017년 20.4°C, 2018년 24.2°C이었다. 조사 기간 중 30°C가 넘는 고온으로 측정된 재배사는 봄철에 1곳, 여름철에 5곳이었으며 원목 재배사가 5곳을 차지하였다. 원목재배에서 온도가 20°C를 넘지 않는 재배사는 4곳으로 모두 가을에 조사된 온도였다. 본 연구 조사는 기후변화에 대비해 표고 재배사의 경우 원목 재배사 관리에 우선적으로 대비해야 함을 시사하였다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부, 해양수산부, 농촌진흥청, 산림청 Golden Seed 프로젝트 사업(원예종자사업단, 과제번호: 213007-05-1-WTH32)에 의해 수행된 연구임.

REFERENCES

Ahn HS, Kim JY, Ko HG, Kim SH. 2017. Investigation of bacterial diversity in the indoor air of greenhouses used

for oakwood mushroom cultivation. *J Odor Indoor Environ.* 16:287-295.

Ahn GR, Kim JY, Kim S, Lee DH, Kim SH, Son BS, Park M-K. Concentration and diversity of mold in indoor air of the houses located at adjacent and nonadjacent Gwangyang iron works. *J Odor Indoor Environ* 17:191-197.

Korea Forest Service. 2016. Statistical Yearbook of Forestry 2016. 46:286.

Kim JY, Kwon HW, Jang SU, Choi MA, Ko HG, Kim SH. 2014. A study of bacterial concentration and species in the indoor air of green houses used for shiitake cultivation. *J Odor Indoor Environ* 13:237-242

Lee BW, Park KM. 1998. Anti-tumor activity of protein-bound polysaccharides extracted from mycelia of *Lentinus edodes*. *Kor J Food Sci Technol.* 30:665-671.

Lee MR, Oh DS, Wee AJ, Yun BS, Jang S, Sung CK. 2014. Anti-obesity effects of *Lentinus edodes* on obese mice induced by high fat diet. *J Kor Food Sci Nutri.* 43:194-199.

Nanba H, Mori K, Toyomasu T, Kuroda H. 1987. Antitumor action of oak mushroom (*Lentinus edodes*) fruit bodies orally administered to mice. *Chemi Pharma Bulletin.* 35:2453-2458.

Statistics of Forest Product's Trade. 2017. [cited 2017 Aug 17]; Available from: URL:https://www.forest.go.kr/newkfsweb/kfi/kfs/soft/selectPrTradePrdList.do?mn=KFS_02_03_03_05_02