한작지(Korean J. Crop Sci.), 64(3): 176~184(2019)
DOI : https://doi.org/10.7740/kjcs.2019.64.3.176

ISSN 0252-9777(Print)
ISSN 2287-8432(Online)

Original Research Article

중부평야지 벼 유기재배 적정 품종 선정

이채영[1,†] · 박재성[2] · 이정관[1] · 김은정[1] · 이희두[2] · 최예슬[1] · 김익제[2] · 홍성택[2] · 김정곤[3] · 우선희[4]

Selection of Suitable Varieties for Organic Rice Farming in the Central Plain Area of Korea

Chae-Young Lee[1,†], Jae-Seong Park[2], Joung-Kwan Lee[1], Eun-Jeong Kim[1], Hee-Du Lee[2], Ye-Seul Choi[1], Ik-Jei Kim[2], Seong-Taek Hong[2], Chung-Kon Kim[3], and Sun-Hee Woo[4]

ABSTRACT The rice variety Chucheongbyeo is mostly cultivated for organic farming in the central region of Korea. This variety is more delicate than the recently developed varieties in rice yield, quality, and pest resistance, and is therefore, not suitable for organic farming. This study was conducted to select suitable varieties for organic rice farming in the central plain area of Korea. We tested 15 different varieties in the organic paddy field of Cheongju city from 2011 to 2013. As the experimental field had good fertility because it had been organically managed for many years, culm length and number of panicles developed better than the varietal characteristics. Daebo, Chinnong and Hyeonpum had slightly lower ripened grain ratio than Chucheongbyeo. The milled rice yield of Samkwang, Sukwang, Haiami, Cheonghaejinmi and Daebo increased by 9-18% compared to that of Chucheongbyeo. The protein content was under 7% for Cheongnam, Sukwang, Daebo, Samkwang, Hyeonpum, Chinnong, Chilbo, Hopyung, Hwangkeumnuri, Suryeojinmi and Jinsumi and under 6% for Sukwang and Samkwang. The whiteness was over 40 in Sukwang, Daebo, Samkwang and Jinsumi. The palatability grade and head rice ratio were good in Daebo, Sukwang, Samkwang and Jinsumi. Therefore, this study recommended Samkwang, Daebo, and Jinsumi as the optimal varieties for organic rice farming in the central plain area of Korea. These varieties could replace Chucheongbyeo, which is inferior to the recently developed varieties in terms of disease and pest resistance and yielding performance.

Keywords : central plain area, organic farming, rice, suitable variety

쌀은 우리의 주곡이지만, 육류와 밀가루 등의 소비 증가와 같은 서구화된 식습관과 쌀 대체식품 및 즉석 가공식품 등 먹거리의 다양화로 인하여, 1인당 연간 소비량은 61.8 kg으로 급감되었다. 10 a 당 쌀 생산량과 소득은 각각 2000년도에 497 kg, 760천원에서 2017년도에는 527 kg, 541천원으로 단위면적당 생산량은 증가되었으나, 소득은 줄어들고 있는 실정이다(MAFRA, 2018).

최근 들어서는 소비자들의 소득수준 향상과 건강에 대한 관심이 많아지고, 안전 먹거리에 대한 인식이 높아져 친환경 농산물의 소비가 증가하고 있다. 이는 삶의 질 향상과 친환경 식품의 소비가치는 5% 수준, 식태도, 영양섭취행동 및 건강행동과는 0.1% 수준에서 각각 유의한 상관관계를 갖기 때문에(Lee, 2017), 친환경 농업과 이에 따른 농산물에 대한 소비자와 농업인들의 관심과 수요가 증가되고 있다.

추청벼는 일본에서 육성되어 1970년도에 국내 장려품종으로 지정되었으며, 현재 중부지역인 경기도와 충청북도의 일반재배 및 친환경 재배에서 가장 많이 재배되고 있는 품종으로 각 도별 재배면적 중 경기도는 50%, 충청북도는 35% 정도 차지하며, 전국적으로 2012년에 93,155 ha에서 재배되었던 것이 2017년에는 69,399 ha로 지속적으로 줄어들고 있는데, 이

[1)]충청북도농업기술원 농업연구사 (Researcher, Chungbuk Agricultural and Extension Services, Cheongju 28130, Korea)
[2)]충청북도농업기술원 농업연구관 (Senior Researcher, Chungbuk Agricultural and Extension Services, Cheongju 28130, Korea)
[3)]충청북도농업기술원 전문경력인사 (Professional Career Officer, Chungbuk Agricultural and Extension Services, Cheongju 28130, Korea)
[4)]충북대학교 식물자원학과 교수 (Professor, Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea)

[†]Corresponding author: Chae-Young Lee; (Phone) +82-43-220-5552; (E-mail) metmega@korea.kr
<Received 15 July, 2019; Revised 16 August, 2019; Accepted 19 August, 2019>

ⓒ 본 학회지의 저작권은 한국작물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.
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.

는 품질과 안정성을 고려한 농업인들이 신동진, 삼광과 같은 품종으로 전환하고 있는 추세이다(Lee *et al*., 2018). 추청벼는 최근 육성된 삼광, 남찬, 알찬미 품종보다 도열병, 흰잎마름병, 줄무늬잎마름병 등의 병해에 감수성이며(Choi, 2002; Lee, 2010), 도복도 잘되는 편이고, 전체적으로 재배안정성이 약한 품종으로(Park *et al*., 2002) 친환경 재배에 적합하지 않다. 쌀 수량은 질소수준 11 kg/10 a를 시용하였을 때 추청벼는 다른 품종보다 10~20% 정도 낮기 때문에 농가 소득 향상을 감소시킬 수 있다(Kim *et al*., 2006).

일반 소비자들은 추청벼의 미질이 국내 육성품종보다 우수한 것으로 알고 있으나 2000년 이후 육성된 삼광, 선품 등의 품종들은 추청벼보다 단백질함량과 아밀로스함량이 낮고, 토요식미치와 완전미율이 높아 미질과 식미 특성이 뛰어나다(Choi *et al*., 2006; Park *et al*., 2016).

유기재배는 관행재배보다 쌀수량은 16% 적지만, 벼 생육과 병해충 발생은 관행재배와 거의 차이가 없었고, 단백질함량과 식미치는 유기재배에서 높았다(Cha *et al*., 2010). 또한 유기재배가 관행재배보다 쌀수량은 15~19%가 적지만, 순이익은 7~20% 높았으며(Park *et al*., 2012), 쌀 1 kg 생산에 소요되는 에너지는 관행재배와 비교하여 2.3 MJ로 56.5%가 적어(Pagani *et al*., 2017), 친환경 농업이 안전 먹거리와 지속농업을 위한 대체 농법으로 각광을 받을 것으로 판단된다.

본 시험은 중부지역에서 주로 재배되고 있는 추청벼를 재배안정성이 높고, 병해충 저항성을 갖춘 유기재배에 적합한 우수품종으로 대체하고, 지속가능한 친환경 농업에 부응하기 위해 수량성, 재배안정성, 미질 등 종합적인 분석을 통하여 중부평야지 유기재배에 적합한 벼 품종을 선정하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

시험 재료 및 시험 장소

본 연구는 중부 내륙평야지인 충북 청주의 유기재배 인증 농가포장(36°43'N, 127°28'E, 해발 39 m)에서, 내재해성 고품질 벼 하이아미, 청남, 수광, 대보, 삼광, 미광, 청해진미, 현품, 친농, 칠보, 호평, 황금누리, 수려진미, 진수미와 비교품종 추청벼 15품종을 이용하여 2011~2013년 3년간 수행하였다.

재배방법

유기재배를 위하여 벼 종자는 60°C에서 10분간 온탕소독 후 4월 25일에 파종하여 30일간 육묘하여 5월 25일에 이앙하였다. 이앙은 30 × 15 cm로 주당 3본씩 재식하였고, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시비는 질소 4%가 함유된 유기질 비료를 10 a 당 200 kg, 퇴비 1톤을 매년 기비로 시용하였고, 화학비료와 제초제는 전혀 사용하지 않은 상태에서 우렁이 농법으로 재배하였으며, 토양 성분조사는 필지내 W자 형태로 10~15 cm 깊이의 토양을 채취하고 고르게 혼합하여 분석하였다. 기타 재배 관리는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다.

생육, 수량구성요소 및 수량간 조사

출수기는 시험구 40~50%의 포기가 출수에 이른 날로 하였다(Kiyoshika, 2001). 출수 20일 후에 간장, 수장, 수수를 반복당 20주, 수당립수는 3주를 선정 후 채취하여 조사하였다. 등숙비율은 비중이 1.06인 소금물에 수선하여 백분율로 구하였고, 쌀수량은 100주를 예취하여 정조중을 측정하고 10 a로 환산하였다.

미질 및 취반특성

쌀의 외관특성은 곡물분석기(Foss Cervitec 1625, Sweden)를 이용하여 완전립, 싸라기, 분상질립, 피해립 등을 측정하였다. 각 품종별 단백질, 아밀로스함량과 백도 분석은 근적외선 분석기(Foss Infratec 1241, Sweden)를 이용하여 측정하였다.

쌀의 취반특성은 품종별 백미 30 g과 40 ml 증류수를 알루미늄 용기에 담고 디지털스티머(Cooking steamer, Eiko, Japan)에 30분간 조리한 후, 취반식미계(Satake rice taste analyzer, Japan)로 취반한 쌀의 외관, 경도, 점도, 균형도와 식미의 평균값을 구하였다.

아밀로그램 특성은 품종별 반복 당 3 g의 쌀가루를 25 ml의 증류수에 분산시키고, 신속점도측정기(Newport Scientific RVA-4, Australia)를 이용하여 측정하였다. 모든 분석은 3반복으로 하여 정확성을 기하였다.

병해충 조사

농업과학기술 연구조사분석기준에 의하여 포장 달관조사를 하였으며, 그 피해 정도를 0~9, 도복은 1~9로 구분하였고, 3년간 발생 평균을 구하였다.

통계 분석

생육 및 수량 등은 농업과학기술 연구조사분석기준에 의하여 조사하였으며, 각 항목의 평균치간의 유의성은 One-way ANOVA를 이용하여 Duncan's multiple range test에 의하여 5% 유의수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

품종별 생육, 수량 및 수량구성요소 비교

수년간 유기재배한 시험포장 토양의 화학적 특성은 Table 1

과 같다. pH는 5.9로 약산성이었으며, 퇴비와 유기질비료를 매년 기비로 시용하였기 때문에 유기물함량이 29.8 g kg^{-1}로 전국의 일반적인 논토양 24 g kg^{-1}보다는 높았다(Kim *et al*., 2010). 총 질소함량(T-N)은 3,254 mg kg^{-1}으로, 이는 돈분액비가 벼 생육 효과 구명을 위하여 시험한 논의 총 질소함량은 3,183 mg kg^{-1}인 Kang *et al*. (2011)의 토양분석 결과와 비슷한 수준이었다.

품종별 생육, 수량구성요소 및 수량은 Table 2와 같다. 출수기는 청남이 8월 8일로 가장 빨랐고, 수광과 대보가 8월 9일~10일, 황금누리와 현품이 8월 18일~19일, 호평은 8월 20일로 가장 늦었다. 출수 40일 후 적산온도를 760°C로 예측한 충북 청주지역 안전출수한계기는 8월 29일(Lee *et al*., 2014)로, 그 이전에 모두 출수되었다. 간장은 토양이 비옥하였기 때문에, 대체로 품종 고유의 특성보다 10 cm 이상 큰 편이었다. 수당립수는 청해진미, 친농과 삼광 등이 120개 이상이었고, 추청벼가 86개로 적었다. 등숙비율은 추청벼와 칠보가 94% 이상으로 높았고, 대보와 현품은 87% 이하로 낮았다. 천립중은 현품이 24.1 g으로 대립종이었고, 대비품종인 추청벼는 20.9 g, 미광은 19.9 g으로 가장 가벼웠다. 10 a 당 쌀수량은 추청벼는 592 kg이었고, 삼광 703 kg, 수광 673 kg, 하이아미 670 kg, 청해진미 657 kg, 대보 648 kg의 순으로 높아, 추청벼에 비해 9~18% 정도 증수되었다. 유기재배에서는 관행재배와 비교하여 간장, 수장, 수수, 수당립수 및 천립중이 통계적으로 유의하게 증가되었고(Kang *et al*., 2011), 분얼 성기까지는 관행재배보다 생육이 저하되었지만, 유수형성기부터 관행재배보다 월등히 왕성한 경향으로(Nishikawa *et al*., 2013), 이는 토양 내 프로테오박테리아, 클로로플렉시, 아키도박테리아 및 액티노박테리아 등의 유용 박테리아 집단이 활성화되어 식물 영양주기에 도움을 주기 때문인 것으로 판단되었다(Suzuki *et al*., 2019). 쌀수량은 관행재배보다 낮지만 유기재배가 거듭될수록 수량이 증가되므로, 지속가능농업을 위해서 유기재배는 단기재배하면 안 될 것으로 판단되었다(de Ponti *et al*., 2012; He *et al*., 2018).

Table 1. Chemical properties of the soil before the experiment.

pH	O.M.	EC	T-N	Avail. P_2O_5	Exch. cation		
					K	Ca	Mg
1:5	g kg^{-1}	dS m^{-1}	mg kg^{-1}		$cmol_c$ kg^{-1}		
5.9	29.8	0.271	3,254	232	0.26	5.62	0.83

품종별 병해충 발생 비교

유기재배 시 벼 품종별 병해충 발생정도를 달관검사한 결과는 Table 3과 같다. 청남, 삼광, 청해진미, 호평, 황금누리, 수려진미와 추청벼는 2기 이화명충이 발생되었다. 잎집무늬마름

Table 2. Comparisons of growth, yield components, and yield of 15 varieties of organically farmed rice.

Variety	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicles/hill	No. of spikelets/panicle	Ripened grain ratio (%)	1,000 grain weight (g)	Yield (kg/10 a)
Haiami	Aug. 11	$89^{c1)}$	22^{ef}	15^{bcd}	118^{cd}	90.9^{cd}	21.7^{g}	670^{ab}
Cheongnam	Aug. 8	83^{e}	24^{abc}	14^{de}	113^{e}	91.3^{bc}	21.5^{h}	591^{c}
Sukwang	Aug. 9	95^{b}	25^{a}	14^{cde}	116^{de}	92.5^{b}	22.4^{d}	673^{ab}
Daebo	Aug. 10	73^{g}	24^{abc}	15^{bcd}	108^{f}	87.0^{f}	22.8^{c}	648^{ab}
Samkwang	Aug. 13	88^{cd}	22^{def}	14^{cde}	128^{ab}	91.5^{bc}	21.0^{j}	703^{a}
Migwang	Aug. 12	86^{de}	20g	16^{a}	91^{h}	92.6^{b}	19.9^{m}	603^{c}
Cheonghaejinmi	Aug. 15	95^{b}	24^{bcd}	13^{e}	131^{a}	89.7^{de}	23.1^{b}	657^{ab}
Hyeonpum	Aug. 19	80^{f}	23^{cde}	15^{ab}	105^{f}	86.9^{f}	24.1^{a}	615^{bc}
Chinnong	Aug. 17	83^{e}	23^{cde}	14^{cde}	126^{b}	89.1^{e}	22.0^{e}	628^{b}
Chilbo	Aug. 11	83^{e}	21^{fg}	16^{a}	98^{g}	94.3^{a}	21.9^{f}	629^{b}
Hopyung	Aug. 20	86^{de}	21^{fg}	15^{ab}	96^{g}	$90.5^{c\sim e}$	21.6^{g}	633^{b}
Hwangkeumnuri	Aug. 18	84^{e}	23^{cde}	14^{de}	119^{cd}	91.8^{bc}	21.3^{i}	592^{c}
Suryeojinmi	Aug. 9	85^{de}	25^{ab}	15^{ab}	121^{c}	$91.1^{b\sim d}$	20.5^{l}	573^{c}
Jinsumi	Aug. 14	95^{b}	22^{def}	14^{cde}	112^{e}	90.9^{cd}	22.0^{e}	637^{b}
Chucheong	Aug. 16	100^{a}	20^{g}	15^{bc}	86^{i}	94.9^{a}	20.9^{k}	592^{c}

[1)] Different lower-case letters in the same column are significantly different (by ANOVA and Duncan's test, $p<0.05$)

Table 3. Degree of disease occurrence and pests in 15 varieties of organically farmed rice.

Variety	Striped rice borer (0-9)		Sheath blight (0-9)	Blast disease (0-9)	Bakanae disease (0-9)	Lodging in the field (1-9)
	1st generation	2nd generation				
Haiami	0	0	1	1	0	2
Cheongnam	0	1	2	0	1	3
Sukwang	0	0	3	0	2	2
Daebo	0	0	1	0	2	1
Samkwang	0	1	2	1	1	3
Migwang	0	0	2	0	0	1
Cheonghaejinmi	0	1	3	1	2	1
Hyeonpum	0	0	0	1	2	1
Chinnong	0	0	3	0	3	1
Chilbo	0	0	1	0	3	1
Hopyung	0	1	3	2	3	1
Hwangkeumnuri	0	1	2	0	2	1
Suryeojinmi	0	1	2	0	1	3
Jinsumi	0	0	1	0	2	2
Chucheong	0	1	3	2	1	3

병은 대부분의 품종이 1~2 정도 수준이었으나, 수광, 청해진미, 친농, 호평과 추청벼 등은 3 정도로 많이 발생되었지만, 현품은 잎집무늬마름병이 발생되지 않았다.

도열병은 호평과 추청벼가 2 정도 발생되었고, 하이아미, 삼광, 청해진미와 현품이 1 정도 발생되었으나, 그 외 품종은 발생되지 않았다. 키다리병은 삼광이 1, 친농, 칠보와 호평이 3 정도로 많이 발생되었으나, 하이아미와 미광벼는 발생되지 않았다. 국내 72품종에 대해서 키다리병 저항성 검정을 한 결과, 저항성 품종은 남평벼, 인월벼 2품종, 삼광, 흑진주벼 등 7품종은 중도저항성, 그 외 품종은 감수성 품종으로 분류하였다(Lee *et al*., 2011). 키다리병이 전혀 발생하지 않은 하이아미와 미광은 향후 시험을 더 수행해서 저항성 여부를 판단해야 할 것으로 판단되었다.

도복은 추청벼, 삼광, 청남과 수려진미가 3으로 많이 발생되었고, 하이아미, 수광과 진수미가 2, 그 외 품종은 도복에 강한 것으로 조사되어 Park *et al*. (2002)의 연구결과와 비슷하였다.

유기재배에서는 관행재배보다 벼 체내의 질소함량이 낮고, 이로 인해 아미노산이 적으며, 특히 그 중 아르기닌이 4배 정도 적기 때문에 벼멸구와 흰등멸구의 발생이 통계적으로 유의하게 적은 경향이며(Kajimura *et al*., 1995), 유기질 비료의 투입이 많으면 혹명나방과 흰등멸구의 발생이 증가하기 때문에 적정량을 시비해야 하고, 병해충 발생은 품종별 차이가 많을 것으로 판단되었다(Xi *et al*., 2009).

품종별 미질, 아밀로그램 및 식미특성

벼 유기재배에 따른 미질 및 쌀 품위 특성은 Table 4와 같다. 완전미율은 대보, 삼광, 수광, 진수미와 칠보가 93% 이상으로 높았고, 추청벼는 89.5%, 호평, 황금누리, 수려진미, 미광, 청해진미와 친농은 79~83% 정도로 낮았다.

밥맛과 가장 관계가 깊은 쌀의 이화학적 성분은 단백질과 아밀로스함량이다(Kim *et al*., 2009). 단백질함량은 미광이 8.37%로 가장 높았고, 추청벼는 7.50%, 수광, 삼광, 황금누리, 진수미, 대보의 순으로 낮았으며, 5.72~6.27%의 범위였다. 고식미 쌀밥은 쌀알의 백미 단백질함량이 7% 이하였고, 유기질 비료를 시용하면 단백질함량이 낮아 미질이 양호하고, 쌀의 단백질함량은 식미와 부의 상관관계라고 하였다(Chae, 2005; Oh & Kim, 2013; Chae & Jun, 2002). 본 시험에서 수광, 삼광, 황금누리, 진수미와 대보는 단백질함량이 낮았기 때문에 식미가 좋을 것으로 판단되었다.

아밀로스함량은 추청벼의 16.59%에 비해 미광은 14.82%로 가장 낮았고, 하이아미, 청남, 삼광, 칠보, 수려진미 등이 각각 15.27~15.80%의 범위로 낮은 경향이었다. 아밀로스함량이 높은 쌀은 취반 시 밥의 부피가 증가하고 끈기는 감소하며 굳기가 증가하여 식감을 저하시키는데(Choi *et al*., 1997), 본 시험에서는 대체적으로 품종특성표보다 아밀로스함량이 낮았다.

백도는 밥맛에 영향을 주는 중요한 요소인데, 본 시험에서는 삼광이 46.57로 가장 높았고, 대보 43.04, 수광 40.42, 진수

Table 4. Comparison of rice quality properties of 15 varieties of organically farmed rice.

Variety	Protein (%)	Amylose (%)	Whiteness	Head rice ratio (%)	Broken rice ratio (%)	Chalky rice ratio (%)	Damaged rice ratio (%)
Haiami	7.45±0.03[b1)2)]	15.28±0.26[h]	38.04±0.19[g]	85.03±0.29[d]	6.30±0.03[f]	2.87±0.32[d]	5.80±0.53[a]
Cheongnam	6.65±0.04[e]	15.68±0.12[g]	33.21±0.27[j]	90.37±0.32[c]	4.73±0.29[g]	3.17±0.25[d]	1.73±0.17[b]
Sukwang	5.72±0.03[k]	17.01±0.10[c]	40.42±0.12[c]	93.47±0.90[ab]	4.63±0.64[g]	0.93±0.12[f]	0.97±0.32[c]
Daebo	6.27±0.05[h]	16.11±0.06[f]	43.04±0.16[b]	93.93±0.15[ab]	3.10±0.06[h]	2.20±0.12[de]	0.76±0.15[cd]
Samkwang	5.97±0.06[j]	15.66±0.06[g]	46.57±0.29[a]	94.80±0.20[ab]	3.43±0.35[h]	1.10±0.06[f]	0.67±0.15[cd]
Migwang	8.37±0.03[a]	14.82±0.12[i]	27.87±0.13[l]	80.40±0.75[e]	8.50±1.00[c]	10.43±0.32[b]	0.66±0.06[cd]
Cheonghaejinmi	7.21±0.04[c]	16.10±0.03[f]	36.28±0.17[h]	82.43±5.37[de]	11.57±3.44[b]	5.33±1.59[c]	0.67±0.45[cd]
Hyeonpum	6.86±0.01[d]	17.95±0.12[b]	37.86±0.22[g]	92.17±2.10[bc]	4.53±1.66[g]	2.40±0.44[de]	0.90±0.17[cd]
Chinnong	6.58±0.04[ef]	16.36±0.06[e]	34.42±0.29[i]	79.83±0.31[e]	7.30±0.44[e]	12.50±0.50[a]	0.36±0.12[d]
Chilbo	6.62±0.04[e]	15.27±0.21[h]	38.91±0.06[e]	93.93±0.15[ab]	3.03±0.06[h]	2.20±0.12[de]	0.83±0.15[cd]
Hopyung	6.50±0.02[fg]	18.31±0.12[a]	38.61±0.17[f]	83.50±0.42[d]	13.40±0.31[a]	1.20±0.10[f]	1.90±0.10[b]
Hwangkeumnuri	6.08±0.02[i]	16.80±0.10[cd]	32.23±0.16[k]	83.47±0.42[d]	13.33±0.31[a]	1.20±0.10[f]	2.00±0.10[b]
Suryeojinmi	6.22±0.03[h]	15.80±0.26[g]	34.24±0.10[i]	80.27±0.81[e]	8.00±1.07[cd]	11.13±0.40[ab]	0.60±0.10[cd]
Jinsumi	6.42±0.06[g]	17.00±0.10[c]	40.08±0.21[d]	95.53±0.72[a]	3.17±0.81[h]	0.93±0.12[f]	0.37±0.10[d]
Chucheong	7.50±0.08[b]	16.59±0.03[d]	38.14±0.13[g]	89.53±0.49[c]	7.77±0.26[de]	2.27±0.21[de]	0.43±0.15[d]

1) Each value is mean ± standard deviation (n=3).
2) Different lower-case letters in the same column are significantly different (by ANOVA and Duncan's test, $p<0.05$)

미 40.08이었다. 추청벼는 38.14로 38 이상이었고, 수려진미 34.24, 친농 34.42, 청남 33.21, 황금누리 32.23, 미광 27.87로 낮았다. Kim (2002)는 일반적으로 백도가 38 이상이면 밥맛이 좋다고 하였으며, 충북에서 생산한 추청벼는 단백질함량이 7.81%, 백도가 38.77, 호화 온도는 88.10°C라고 하여, 본 시험의 결과와 비슷하였다. 본 시험에서 추청벼의 완전미율은 89.5%였는데, 유통 중인 추청벼의 완전미율은 97% 이상 높았다는 보고와는 다소 차이가 있었다(Park *et al*., 2011). 이는 유통 쌀은 RPC의 선별과정을 통해 정선이 이뤄진 것으로 완전미율이 본 시험과 차이가 있는 것으로 판단되었다.

품종별 쌀의 아밀로그램 특성은 Table 5와 같다. 최고점도(Peak)는 삼광, 칠보, 수려진미, 미광, 수광과 청남 등이 높았고, 추청벼는 낮은 경향이었다. 최종점도(Final)는 최고점도와 치반점도(Setback)를 더한 것으로, 현품, 미광과 삼광 등이 높았다. 노화 경향을 반영하는 치반점도(Setback)는 현품이 70.4로 가장 높았다.

수려진미, 삼광, 칠보, 수광, 대보와 청남 등은 -20 이상으로 조사되어, 저장 시 노화가 더디게 진행될 것으로 판단되었다. 추청벼는 12.2로 다소 높은 경향이었고, 고시히카리는 치반점도가 -132 RVU, 호화온도가 63.9°C로 낮아 이화학적 특성이 다른 품종보다 우수하였고, 치반점도는 아밀로스함량, 쌀알의 밸런스, 강하점도와 고도로 유의한 상관관계가 있으므로 (Nakamura *et al*., 2012), 본 시험에서는 삼광, 수광과 대보가 식미가 우수한 품종으로 예상할 수 있었다.

호화온도는 추청벼와 호평이 각각 84.7°C와 84.3°C로 가장 높았으며, 식미치가 우수한 품종인 삼광, 대보, 수광과 진수미 품종이 70.9~72.4°C로 낮았다. 이는 우리나라에서 재배되고 있는 일반형 품종 중에서 식미가 양호한 품종들은 식미치가 높고, 단백질함량이 낮으며, 호화온도가 낮고, 최고점도와 최종점도가 높으며, 최저점도 및 치반점도가 낮았다는 보고와 같은 경향이었다(Choi *et al*., 2006).

품종별 쌀의 취반 특성은 Table 6과 같다. 외관은 진수미, 칠보, 호평과 수광이 양호하였고, 경도는 미광이 가장 딱딱한 물성을 나타내었으며, 나머지 품종은 비슷한 수준이었다. 점성은 황금누리, 진수미, 삼광, 칠보와 수광이 우수하였고, 전반적인 밸런스는 수광, 대보와 칠보가 좋았다. 이는 남부지방의 탑라이스 재배지역에서도 삼광, 고품과 운광이 수량은 다소 낮아도 일품벼보다 완전미율이 높고 미질이 좋았다는 보고와 비슷한 경향이었다(An *et al*., 2008).

기계적 식미치는 대보가 72.3으로 가장 높았고, 수광 67.3, 삼광 66.0, 진수미 65.7 순으로 좋았다. 추청벼는 58.7로 청남, 청해진미, 현품, 호평, 황금누리 등과 비슷하였고, 수려진미와 미광벼는 각각 52.3 및 53.0으로 추청벼보다 낮았다. 추청벼를 유기재배와 관행재배 시 토요 식미치는 각각 59.2 및 67.4로 관행

Table 5. Amylogram properties of 15 varieties of organically farmed rice.

Variety	Viscosity (RVU)					Pasting temp. (°C)
	Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback	
Haiami	273±3.85$^{d-g1)2)}$	155±1.36^{cd}	118±2.50^{efg}	267±1.84^{cd}	-5.1±2.08^{c}	80.4±0.47^{ab}
Cheongnam	307±5.29^{bcd}	164±8.11^{bc}	143±3.72^{bc}	281±6.41^{bc}	-25.6±4.26^{d}	79.5±4.50^{bc}
Sukwang	302±2.89^{b-e}	163±6.13^{bc}	139±7.60^{cd}	279±6.50^{bcd}	-22.7±7.90^{d}	72.4±2.26^{de}
Daebo	295±4.58^{b-f}	166±9.35^{bc}	130±7.26^{de}	275±4.93^{bcd}	-20.0±9.44^{d}	72.3±0.91^{de}
Samkwang	354±1.5^{a}	199±5.02^{a}	154±6.51^{b}	316±5.71^{a}	-37.8±7.18^{e}	71.7±0.42^{de}
Migwang	315±8.05^{bc}	190±3.00^{a}	125±7.52^{ef}	314±7.00^{a}	-0.7±8.50^{c}	84.6±1.76^{a}
Cheonghaejinmi	276±6.82^{c-g}	164±3.53^{bc}	113±4.00^{fgh}	275±5.09^{bcd}	-1.6±1.99^{c}	82.5±0.48^{ab}
Hyeonpum	253±8.15^{g}	194±6.50^{a}	58±4.19^{i}	323±6.94^{a}	70.4±2.79^{a}	74.1±1.78^{de}
Chinnong	266±5.50^{efg}	160±3.58^{cd}	106±2.15^{gh}	280±4.66^{bcd}	14.3±1.31^{b}	83.7±0.40^{ab}
Chilbo	318±5.15^{ab}	174±8.22^{b}	144±3.50^{bc}	288±9.35^{b}	-29.4±4.42^{de}	75.7±6.78^{cd}
Hopyung	255±6.66^{b-g}	156±8.45^{cd}	99±8.36^{h}	276±7.00^{bcd}	20.8±3.10^{b}	84.3±1.22^{a}
Hwangkeumnuri	260±7.15^{fg}	153±4.77^{cd}	106±3.88^{gh}	275±3.91^{bcd}	14.9±3.60^{b}	81.8±1.08^{ab}
Suryeojinmi	319±2.26^{ab}	148±2.14^{d}	171±1.56^{a}	261±1.48^{de}	-57.7±2.30^{f}	80.7±1.56^{ab}
Jinsumi	249±6.62^{g}	135±8.05^{e}	114±3.10^{fg}	247±9.89^{e}	-2.6±1.27^{c}	70.9±1.78^{e}
Chucheong	256±3.17^{fg}	152±2.45^{cd}	104±3.71^{gh}	268±3.05^{cd}	12.2±4.26^{b}	84.7±0.37^{a}

1) Each value is mean ± standard deviation (n=3).
2) Different lower-case letters in the same column are significantly different (by ANOVA and Duncan's test, $p<0.05$)

Table 6. Rice cooking quality of 15 varieties of organically farmed rice.

Variety	Appearance	Hardness	Stickiness	Balance	Palatability
Haiami	5.8±0.2$^{d-g1)2)}$	8.1±0.3^{bc}	6.2±0.5^{a-d}	5.7±0.1^{c-f}	61.3±0.6^{de}
Cheongnam	5.7±0.6^{d-g}	8.1±0.1^{bc}	5.7±1.3^{cde}	5.7±0.7^{c-f}	58.7±1.5^{ef}
Sukwang	6.5±0.2^{abc}	7.8±0.2^{bc}	7.0±0.9^{a}	6.7±0.3^{a}	67.3±0.6^{b}
Daebo	5.8±0.8^{c-g}	7.6±0.4^{c}	6.8±1.1^{ab}	6.6±0.5^{ab}	72.3±2.5^{a}
Samkwang	5.9±0.4^{b-f}	8.1±0.2^{bc}	7.1±0.6^{a}	6.1±0.4^{a-d}	66.0±2.0^{bc}
Migwang	5.4±0.4^{fg}	8.8±0.7^{a}	5.0±0.8^{e}	5.0±0.6^{f}	53.0±1.0^{g}
Cheonghaejinmi	6.2±0.9^{a-e}	7.7±0.4^{bc}	6.8±1.0^{ab}	6.4±0.9^{abc}	57.0±3.5^{f}
Hyeonpum	5.2±0.4^{g}	8.0±0.2^{bc}	5.7±0.1^{de}	5.3±0.3^{ef}	59.3±2.1^{def}
Chinnong	5.6±0.4^{efg}	7.9±0.5^{bc}	6.4±0.1^{a-d}	5.9±0.3^{b-e}	60.3±2.1^{def}
Chilbo	6.3±0.3^{a-d}	7.6±0.6^{bc}	6.7±0.4^{abc}	6.4±0.3^{abc}	63.0±2.6^{cd}
Hopyung	6.6±0.7^{ab}	7.7±0.5^{bc}	6.4±0.5^{a-d}	6.2±0.9^{a-d}	58.0±1.0^{ef}
Hwangkeumnuri	5.7±0.6^{d-g}	7.8±1.0^{bc}	7.2±0.7^{a}	6.0±0.8^{b-e}	58.0±2.6^{ef}
Suryeojinmi	5.4±0.5^{fg}	8.1±0.5^{bc}	6.0±0.4^{bcd}	5.4±0.2^{def}	52.3±3.2^{g}
Jinsumi	6.8±0.4^{a}	7.6±0.2^{c}	7.0±0.7^{a}	6.5±0.8^{abc}	65.7±1.5^{bc}
Chucheong	5.4±0.5^{fg}	8.2±0.2^{b}	6.3±0.9^{a-d}	5.6±0.5^{def}	58.7±0.6^{ef}

1) Each value is mean ± standard deviation (n=3).
2) Different lower-case letters in the same column are significantly different (by ANOVA and Duncan's test, $p<0.05$)

재배에서 높은 경향이었고, 시판브랜드 33종 쌀의 토요 식미치를 조사한 결과, 추청벼가 81.73으로 가장 높았고, 히토메보레는 79.59, 남평벼는 73.49, 새추청벼는 73.86, 일품벼는 69.23이었다는 보고와는 다소 다른 경향이었다(Na *et al*., 2007; Kim *et al*., 2012). 그러나 같은 방법으로 식미와 토요 식미치를 조사한 결과 추청벼보다 삼광, 해담, 하이아미와 같은 최근 육성 품종이 더 높다는 결과와 비슷하였다(Park *et al*., 2016).

단백질함량과 경도가 낮고 수분함량과 부착성이 높으면 식미치가 높고, 낮은 아밀로스와 높은 지방산 함량이 밥맛에 가장 많은 영향을 미치는데, 취반 후 점착성과 균형도가 양호한 취반특성을 가진 품종이 식미치가 높았고(Kim 2004), 이는 본 시험에서도 같은 경향이었다. 관행재배보다 유기재배에서 도정된 쌀의 총 질소함량이 8~10% 낮기 때문에 식미가 우수하였고(Sakagami *et al*., 2016), 본 시험의 품종간 식미도 비슷할 것으로 판단되었다.

이상의 결과 유기재배에서 국내 육성된 품종은 등숙률이 추청벼보다 3~7% 낮았지만 수량은 8~19%가 증수되었고, 이화명충, 잎집무늬마름병과 도열병 등의 병해충과 도복에 강하여 재배에 안정적이었으며, 단백질함량이 낮고, 완전미율과 식미치가 높은 경향이었다. 이에 따라 중부평야지 유기재배에 적합한 품종은 '삼광', '진수미', '대보'가 선정되었다.

적 요

추청벼는 중부평야지의 유기재배에 가장 많이 재배되고 있는 품종이지만 최근 육성된 품종보다 쌀수량, 미질, 병해충 저항성이 약하기 때문에 유기재배에 적합하지 않으므로 유기재배에 적합한 벼 품종을 선정하고자 삼광, 진수미 등 고품질 15 품종을 충북 청주시에 소재한 유기재배 인증 농가포장에서 3년간 시험하여 검토한 연구결과는 다음과 같다.

1. 시험연구포장은 수년간 유기재배를 하여 지력이 좋았기 때문에 관행재배보다 생육이 왕성하여 간장 및 수수가 증가되었다. 대보, 친농과 현품은 등숙비율이 추청벼보다 낮았으나 10 a 당 쌀수량은 9~18% 증수되었다.
2. 3년간 병해충 피해가 많이 발생하지 않았으나 품종별 차이가 있었다. 추청벼와 비교하여 우수한 품종은 이화명충(2기)은 하이아미, 수광, 대보, 미광, 현품, 친농, 칠보와 진수미, 잎집무늬마름병은 하이아미, 대보, 현품, 칠보와 진수미, 이삭도열병은 청남, 수광, 대보, 미광, 친농, 칠보, 황금누리, 수려진미와 진수미, 벼 키다리병은 하이아미, 미광, 도복은 대보, 미광, 청해진미, 현품, 친농, 칠보, 호평과 황금누리가 강하였다.
3. 단백질함량이 추청벼보다 낮은 품종은 청남, 수광, 대보, 삼광, 현품, 친농, 칠보, 호평, 황금누리, 수려진미와 진수미로 7% 미만이었고, 특히 수광과 삼광은 6% 미만으로 우수하였다. 백도는 수광, 대보, 삼광, 진수미가 40 이상으로 추청벼보다 높았다. 기계적 식미치는 대보, 수광, 삼광과 진수미가 우수하였고, 완전미율은 현품, 수광, 삼광, 대보와 진수미가 높았다.
4. 최고 및 최종점도는 삼광, 미광과 칠보가 높았고, 치반점도는 현품이 가장 높았다. 수려진미, 청남, 삼광, 대보와 수광은 -20 이상이기 때문에 저장 시 노화가 더디게 진행될 것으로 판단되었고, 호화온도는 수광, 대보, 삼광과 진수미가 가장 낮았다.
5. 이상의 결과 중부평야지 유기재배에서 많이 재배되고 있는 추청벼를 대체하기 위한 품종은 수량성, 식미특성 및 병해충저항성을 고려해 볼 때 '삼광', '진수미', '대보'가 적합할 것으로 판단되었다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명 : 벼 신품종 육성 및 이용촉진사업, 세부과제번호 : PJ00650307)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌(REFERENCES)

An, D. J., J. G. Won, S. J. Kim, C. D. Choi, and S. C. Lee. 2008. Selection of rice cultivars adaptable to top rice cultivation region in Southern part of Korea. Korean J. Crop Sci. 53(S) : 53-57.

Cha, K. H., H. J. Oh, R. D. Park, H. G. Park, K. N. An, and W. J. Jung. 2010. Comparison of growth, yield and quality between organic cultivation and conventional cultivation in rice(*Oryza sativa* L.) field. Korean J. Organic Agri. 18(2) : 199-208.

Choi, H. C. 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. Korean J. Crop Sci. 47(S) : 15-32.

Choi, H. C., H. C. Hong, and B. H. Nahm. 1997. Physico-chemical and structural characteristics of grain associated with palatability in *Japonica* rice. Korean J. Breed. 29(1) : 15-27.

Chae, J. C. 2005. Rice production science. Hyangmunsa. Seoul, Korea. p. 346.

Chae, J. C. and D. K. Jun. 2002. Effect of harvest time on

yield and quality of rice. Korean J. Crop Sci. 47(3) : 254-258.

Choi, Y. H., K. H. Kim, H. C. Choi, H. G. Hwang, Y. G. Kim, K. J. Kim, and Y. T. Lee. 2006. Analysis of grain quality properties in Korea-bred japonica rice cultivars. Korean J. Crop Sci. 51(7) : 624-631.

de Ponti, T., B. Rijk, and M. K. van Ittersum, 2012. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. Agric. Syst. 108 : 1-9.

He, X., Y. Qiao, L. Liang, M. T. Knudsen, and F. Martin. 2018. Environmental life cycle assessment of long-term organic rice production in subtropical China. J. Cleaner Prod. 176 : 880-888.

Kajimura, T., K. Fujisaki, and F. Nakasuji. 1995. Effect of organic rice farming on leafhoppers and planthoppers: 2. Amino acid content in the rice phloem sap and survival rate of planthoppers. Appl. Entomol. Zool. 30(1) : 17-22.

Kang, S. W., D. C. Seo, J. H. Han, Y. J. Seo, S. G. Lee, I. W. Choi, W. T. Jeon, U. G. Kang, J. S. Heo, and J. S. Cho. 2011. Effect of mixed cultivation with green manure crops and liquid pig manure on rice growth. Korean J. Soil Sci. Fert. 44(6) : 1095-1102.

Kim, C. E., M. Y. Kang, and M. H. Kim. 2012. Comparison of properties affecting the palatability of 33 commercial brands of rice. Korean J. Crop Sci. 57(3) : 301-309.

Kim, D. C. 2002. Post harvest technology for high quality rice. Proceedings of the Korean society of postharvest science and technology of agricultural products conference. pp. 54-63.

Kim, H. I. 2004. Comparison of Korean and Japanese rice cultivars in terms of physicochemical properties(Ⅱ) : The comparison of Korean and Japanese rice by amylose content and cooking characteristics. J. East Asian Soc. Dietary Life. 14(2) : 145-155.

Kim, J. I., H. C. Choi, K. H. Kim, J. K. Ahn, N. B. Park, D. S. Park, C. S. Kim, J. Y. Lee, and J. K. Kim. 2009. Varietal response to grain quality and palatability of cooked rice influenced by different nitrogen applications. Korean J. Crop Sci. 54(1) : 13-23.

Kim, M. S., W. I. Kim, J. S. Lee, G. J. Lee, G. L. Jo, M. S. Ahn, S. C. Choi, H. J. Kim, Y. S. Kim, M. T. Choi, Y. H. Moon, B. K. Ahn, H. W. Kim, Y. J. Seo, Y. H. Lee, J. J. Hwang, Y. H. Kim, and S. K. Ha. 2010. Long-term monitoring study of soil chemical contents and quality in paddy fields. Korean J. Soil Sci. Fert. 43(6) : 930-936.

Kim, S. J., J. G. Won, D. J. Ahn, S. D. Park, and K. B. Choi. 2006. Effect of N-fertilization on rice growth and quality of milled rice. Korean J. Crop Sci. 51(S) : 67-72.

Kiyoshika H. 2001. The growing rice plant; an anatomical monograph. pp. 249.

Lee, D. J., J. H. Kim, and K. S. Kim. 2014. Spatiotemporal assessment of the late marginal heading date of rice using climate normal data in Korea. Korean J. Agri. Forest Meteo. 16(4) : 316-326.

Lee, J. H., Y. J. Kim, and G. H. Jeong. 2018. Analysis of agro-food consumption trend Ⅱ. Rural Development Administration Bul. p. 6-7.

Lee, Y. H. 2010. Rice growth and grain quality in No—till and organic farming paddy field as affected by different rice cultivars. Korean J. Soil Sci. Fert. 43(2) : 209-216.

Lee, Y. H., M. J. Lee, H. W. Choi, S. T. Kim, J. W. Park, I. S. Myung, K. S. Park, and S. W. Lee. 2011. Development of *In vitro* seedling screening method for selection of resistant rice against bakanae disease. Res. Plant Dis. 17(3) : 288-294.

Lee, Y. J. 2017. A Study on the casual relationships among eco-friendly consumption value, dietary attitude, nutrient intake behavior, health behavior and quality of life. Culinary Sci. & Hospitality Res. 23(7) : 50-62.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2018. Agriculture, food, and rural affairs statistics yearbook. Sejong, Korea. p. 380.

Na, G. S., S. K. Lee, and S. Y. Kim. 2007. Antioxidative effects and quality characteristics of the rice cultivated by organic farming and ordinary farming. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 50(1) : 36-41.

Nakamura, S., D. Suzuki, R. Kitadume, and K. Ohtsubo. 2012. Quality evaluation of rice crackers based on physicochemical measurements. Biosci. Biotechnol. Biochem. 76(4) : 794-804.

Nishikawa, T., K. Kido, K. Li, H. Inoue, and T. Inamura. 2013. Temporal growth inhibition of rice plant and growth recovery observed under application of anaerobically-digested cattle manure. Plant Prod. Sci. 16(2) : 154-165.

Oh, T. S. and C. H. Kim. 2013. Effect of using fertilizer on the growth of rice and soil. Korean J. Crop Sci. 58(1) : 36-42.

Pagani, M., T. G. Johnson, and M. Vittuari. 2017. Energy input in conventional and organic paddy rice production in Missouri and Italy. J. Environ. Manage. 188 : 173-182.

Park, C. E., Y. S. Kim, D. J. Park, K. J. Park, and B. K. Kim. 2011. Pasting and sensory properties of commercial rice products. Korean J. Food Sci. Technol. 43(4) : 401-406.

Park, H. Y., D. S. Shin, K. S. Woo, E. Y. Sim, H. J. Kim, S. K. Lee, Y. J. Won, S. B. Lee, and S. K. Oh. 2016. Mechanical quality evaluation of rice cultivars that could potentially be used to produce processed cooked rice. Korean J. Crop Sci. 61(3) : 145-152.

Park, J. S., S. S. Lee, Y. H. Kim, and J. I. Choi. 2012. Analysis of economic effects for organic cultivation agriculture in rice. Korean J. Organic Agri. 20(4) : 519-533.

Park, J. S., W. W. Lee, Y. C. Ju, and Y. H. Kim. 2002. Field lodging degree of rice varieties according to nitrogen application rate. Korean J. Crop Sci. 47(3) : 226-235.

Sakagami, N., F. Shiotsu, N. Agustiani, M. Komatsuzaki. and

Y. Nitta. 2016. Characteristics of elemental composition and organic component of Indonesian rice. Trop. Agr. Develop. 60(2) : 65-70.

Suzuki, K., M. Takemura, T. Miki, M. Nonaka, and N. Harada. 2019. Differences in soil bacterial community compositions in paddy fields under organic and conventional farming conditions. Microbes Environ. 34(1) : 108-111.

Xi, Y. G., P. Qin, G. H. Ding, W. M. Fan, and C. M. Han. 2009. The application and analysis of rice-growth model for organic rice fertilization management. Ecolog. Engineer. 35 : 602-608.