



E46997

**EFFECT OF HIGH CARBON DIOXIDE PRESSURE
TREATMENTS ON SOME BIOCHEMICAL AND
QUALITY CHANGES IN LONGAN FRUIT**

KALLAYA WITHEE

**DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN POSTHARVEST TECHNOLOGY**

**THE GRADUATE SCHOOL
CHIANG MAI UNIVERSITY
OCTOBER 2019**



E46997

**EFFECT OF HIGH CARBON DIOXIDE PRESSURE
TREATMENTS ON SOME BIOCHEMICAL AND
QUALITY CHANGES IN LONGAN FRUIT**



KALLAYA WITHEE

**A THESIS SUBMITTED TO THE GRADUATE SCHOOL IN
PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN POSTHARVEST TECHNOLOGY**

**THE GRADUATE SCHOOL
CHAING MAI UNIVERSITY**

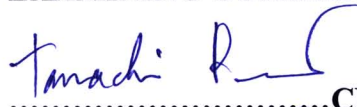
OCTOBER 2010

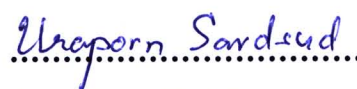
**EFFECT OF HIGH CARBON DIOXIDE PRESSURE
TREATMENTS ON SOME BIOCHEMICAL AND
QUALITY CHANGES IN LONGAN FRUIT**


KALLAYA WITHEE

**THIS THESIS HAS BEEN APPROVED
TO BE A PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN POSTHARVEST TECHNOLOGY**

EXAMINING COMMITTEE


.....CHAIRPERSON
Dr. Tanachai Pankasemsuk



.....MEMBER
Asst. Prof. Dr. Uraporn Sardsud



.....MEMBER
Mr. Uthai Noppakoonwong


.....MEMBER
Asst. Prof. Dr. Kraisri Pisithkul


.....MEMBER
Dr. Rumphan Koslanund

THESIS ADVISORY COMMITTEE


.....ADVISOR
Dr. Tanachai Pankasemsuk


.....CO-ADVISOR
Asst. Prof. Dr. Uraporn Sardsud


.....CO-ADVISOR
Mr. Uthai Noppakoonwong

11 October 2010

©Copyright by Chiang Mai University

ACKNOWLEDGEMENTS

Firstly, I would like to express my sincere gratitude to my supervisor Dr. Tanachai Pankasemsuk to his wise assistance. I also would like to express my Co-adviser, Asst. Prof. Dr. Uraporn Sardsud and Director Uthai Noppakoonwong. I would like to thank the thesis examining committee members, Dr. Rumphon Koslanund and Asst. Prof. Dr. Kraisi Pisithkul.

I am extremely grateful to the former director of Department of Agriculture; Ministry of Agriculture and Cooperatives; Chakarn Sangruksawong, director of Department of Agriculture; Ministry of Agriculture and Cooperatives; Jirakorn Kosaisevi, Director Pornsak Doangputtan and Director Uthai Noppakoonwong. I could not have achieved success without them.

I gratefully thank to Ms. Siree Suwanakatenikom and Dr. Wittaya Apai and everybody at Laboratory of office of Agricultural Research and Development Region 1 (OARD 1). I also have to give thanks to Ms. Pornpan Suttiyam to help me to correct papers and provide valuable comment for all my work as so to Dr. Sangtiwa Suriyong.

I also have to thank the Graduate School, Chiang Mai University, Postharvest Technology Institute, Chiang Mai University and Department of Agriculture for the research scholarship support.

I could not forget to give my thank to the many people who gave advice and help from the Postharvest Technology Institute staff and Chiang Mai Field Crops Research Center staff (Mrs. Hatairat Keha and staff). Moreover, I would like to apologize to the many people that I could not refer to by name.

The biggest thanks and love go to my father, my mother and brother for all their encouragements with love throughout the years of study.

Kallaya Withee

Thesis Title	Effect of High Carbon Dioxide Pressure Treatments on Some Biochemical and Quality Changes in Longan Fruit	
Author	Miss Kallaya Withee	
Degree	Doctor of Philosophy (Postharvest Technology)	
Thesis Advisory Committee	Dr. Tanachai Pankasemsuk	Advisor
	Asst. Prof. Dr. Uraporn Sardsud	Co-advisor
	Mr. Uthai Noppakoonwong	Co-advisor

ABSTRACT**E46997**

The effect of high carbon dioxide pressure (HCP) on longan post harvest quality was studied. were by storage the fruit at 10 °C after treated with high carbon dioxide pressure (HCP) at 1.0, 1.5 and 2.0 kg.cm⁻² for 1, 2 and 3 hours. It was found that HCP treatments could extend the storage life of the fruit. The HCP treatments could reduce pericarp browning, weight loss percentage, respiration rate, ethylene production and fruit decay. The fruit under HCP treatments could stored for 18 days while the storage life of HCP untreated fruit was only 12 days. The HCP treatments at 2.0 kg.cm⁻² for 1 hour and 2 hours gave the best consumer acceptance scores.

Study of the effect of storage temperatures (5 and 10 °C) with HCP at 2.0 kg.cm⁻² for 1 hour and 2 hours compared with the HCP untreated treatment on the some biochemical changes and storage life of the longan fruit. It was found that HCP did not affect pH, TA of the aril and pericarp of the fruit. However, reducing sugars, phosphofructokinase, phosphofructokinase pyrophosphate: fru-6-p

phosphotransferase, pyruvate kinase, 1- aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase, ACC oxidase, polygalacturonase and polyphenoloxidase activities of HCP treating fruit were lower than the HCP untreating fruit. The storage lives of HCP treatments at 1 and 2 hours were 30 and 27 days respectively while the HCP untreating fruit was only 21 days at 5°C. The storage lives of HCP treatments at 1 and 2 hours were 18 and 15 days respectively while the HCP untreating fruit was only 12 days at 5°C.

The effect of HCP on *Pestalotiopsis* sp. fruit decay was studied by using the mycelium inoculation for 12 hours at room temperature. The inoculated fruit were treated with HCP at 2 kg·cm⁻² for 1 hour and 2 hours before stored at room temperature. It was found that HCP treatments could not reduce *Pestalotiopsis* sp. fruit decay. All of the inoculated fruit were completely decayed within 72 hours. However the HCP treatments could reduce *Pestalotiopsis* sp. mycelium growth in culture media but HCP induced the spore formation of the fungi.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

ผลของการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ความดันสูง
ต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีบางประการและ
คุณภาพของผลลำไย

ผู้เขียน

นางสาวกัลยา วิธี

ปริญญา

วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร. ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผศ. ดร. อูราภรณ์ สะอาดสุด อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
นายอุทัย นพคุณวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

E46997

การศึกษาผลของคาร์บอนไดออกไซด์ความดันสูง (high carbon dioxide pressure; HCP) ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของลำไย ด้วยความดันของคาร์บอนไดออกไซด์ 1.0, 1.5 และ 2.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 1, 2 และ 3 ที่ อุณหภูมิห้องก่อนนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่า HCP สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลลำไย โดยสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเปลือก ชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ลดอัตราการหายใจและการสร้างเอทิลีน ลดการเน่าเสีย และมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 18 วันในขณะที่ผลลำไยที่ไม่ได้รับ HCP มีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 12 วัน ซึ่งผลลำไยในกรรมวิธี HCP 2.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 1 และ 2 ชั่วโมง มีคุณภาพผลดีกว่าผลลำไยในกรรมวิธีอื่น ๆ

ศึกษาผลของอุณหภูมิ 2 ระดับคือ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ที่ใช้ในการเก็บรักษาร่วมกับการที่ผลลำไยได้รับ HCP 2.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร นาน 1 และ 2 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รับ HCP พบว่า HCP ไม่มีผลต่อ pH และปริมาณกรดที่สามารถโคเดเทรทของเนื้อและเปลือก แต่มีผลทำให้น้ำตาลรีดิวซ์ต่ำกว่าชุดที่ไม่ได้รับ HCP และสามารถลดการหายใจด้วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ฟอสโฟฟรุกโตไคเนส (phosphofructokinase) ไพโรฟอสโฟทรานสเฟอเรส (pyrophosphate: fru-6-p phosphotransferase) และไพรูเวทไคเนส (pyruvate kinase) ต่ำกว่า อีก

ทั้งลดการสร้างเอทิลีนและลดกิจกรรมของเอนไซม์เอซีซีซินเทส(ACC synthase) และเอซีซีออกซิเดส(ACC oxidase) นอกจากนี้การับอนโคออกไซด์ความดันสูงสามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์โพลิ กาล แล ค ตู โร เน ส (polygalacturonase) และ โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase) โดยกรรมวิธีที่ให้ HCP นาน 1 และ 2 ชั่วโมงแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยผลลำไยมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 30 และ 27 วัน ขณะที่ผลลำไยที่ไม่ได้รับ HCP มีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 21 วัน ที่ 5 องศาเซลเซียส ส่วนที่ 10 องศาเซลเซียส ผลลำไยมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 18 และ 15 วัน ขณะที่ผลลำไยที่ไม่ได้รับ HCP มีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 12 วัน

การศึกษาผลของ HCP ต่อการเน่าเสียของผลลำไยที่เกิดจากเชื้อรา *Pestalotiopsis* sp. โดยนำผลลำไยที่ปลูกเชื้อ *Pestalotiopsis* sp. โดยใช้เส้นใยแล้ว 12 ชั่วโมง จากนั้นจึงให้ HCP 2.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 1 และ 2 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับผลลำไยที่ไม่ได้รับ HCP ก่อนนำไปเก็บรักษาไว้อุณหภูมิห้อง พบว่า การเกิดโรคของผลลำไยที่ได้รับและไม่ได้รับ HCP ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลลำไยเกิดอาการเน่าที่ช้าลงอย่างรวดเร็วภายใน 72 ชั่วโมง ส่วนการเจริญของเส้นใยและสปอร์ของเชื้อรา *Pestalotiopsis* sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ พบ HCP ทำให้การเจริญของเส้นใยลดลงแต่ HCP กลับชักนำให้มีการสร้างสปอร์เร็วขึ้น

TABLE OF CONTENTS

	Page
ACKNOWLEDGEMENT	iii
ABSTRACT (ENGLISH)	iv
ABSTRACT (THAI)	vi
TABLE OF CONTENT	viii
LIST OF TABLES	xii
LIST OF FIGURES	xiv
ABBREVIATIONS	xvii
CHAPTER 1 INTRODUCTION	1
CHAPTER 2 LITERATURE REVIEW	
Controlled Atmosphere in Longan	2
Oxygen Treatments	4
Carbon dioxide Treatments	6
<i>The effect of high carbon dioxide on fruit ripening</i>	6
<i>The effect of high carbon dioxide on fruit softening</i>	6
<i>The effect of high carbon dioxide on fungal growth</i>	7
High Carbon dioxide Pressure Treatments	7
The Combination between Oxygen and Carbon dioxide	8
Hypobaric of Low-pressure (LP) Storage	9
CHAPTER 3 MATERIALS AND METHODS	11

3.1 Effect of High Carbon dioxide Pressure Treatments on Postharvest Quality in Longan Fruit

<i>3.1.1 Determination of the pericarp and aril color</i>	11
<i>3.1.1.1 Browning Index</i>	11
<i>3.1.1.2 Determination of pericarp color</i>	12
<i>(outer and inner side) and aril color by using a colorimeter</i>	
<i>3.1.2 Determination of weight loss</i>	13
<i>3.1.3 Measurement of respiration rate</i>	13
<i>3.1.4 Measurement of ethylene production</i>	14
<i>3.1.5 Evaluation of disease incidence and acceptance</i>	14

3.2 Effect of High Carbon dioxide Pressure Treatments and Storage Temperature on Some Chemical Components and Biochemical Characteristics in Longan Fruit

3.2.1 Effect of High Carbon dioxide Pressure Treatments and Storage Temperature on Some chemical Components in Longan Fruit	15
<i>3.2.1.1 Measurement of pH and titratable acidity (TA) of aril and pericarp</i>	15
<i>3.2.1.2 Determination of aril reducing sugars</i>	15
3.2.2 Effect of High Carbon dioxide Pressure Treatments and Storage Temperature on Some Biochemical Changes in Longan Fruit	16
<i>3.2.2.1 Determination of respiration rate</i>	16
<i>3.2.2.2 Extraction and analysis of phosphofructokinase (PFK), pyrophosphate :fru-6-P phosphotransferase (PFP) and pyruvate kinase</i>	17
<i>3.2.2.3 Determination of ethylene production</i>	18
<i>3.2.2.4 Analysis of ACC synthase, ACC oxidase activity, and ACC concentration</i>	18

3.2.2.5 <i>Determination of polygalacturonase(PG) activity in the pericarp</i>	19
3.2.2.6 <i>Determination of Polyphenol oxidase(PPO) enzyme</i>	20
3.2.2.7 <i>Evaluation of disease incidence</i>	20
3.3 Effect of High Carbon dioxide Pressure on Inoculated Longan Fruit and Mycelium Growth of <i>Pestalotiopsis</i> sp.	20
 CHAPTER 4 RESULTS AND DISSCUSIONS	 22
 4.1 Effect of High Carbon dioxide Pressure Treatments on Postharvest Quality in Longan Fruit	
4.1.1 <i>The pericarp and aril color</i>	22
4.1.2 <i>Fruit weight loss percentage</i>	40
4.1.3 <i>Respiration rate</i>	42
4.1.4 <i>Ethylene production</i>	44
4.1.5 <i>Disease incidence percentage and overall quality acceptance</i>	45
 4.2 Effect of High Carbon dioxide Pressure Treatments and Storage Temperature on Some Chemical Components and Biochemical Characteristics in Longan Fruit	
4.2.1 Effect of High Carbon dioxide Pressure Treatments And Storage Temperature on Some Chemical Components in Longan Fruit	
4.2.1.1 <i>pH and TA value of aril and pericarp</i>	48
4.2.1.2 <i>Reducing sugars</i>	56

4.2.2 Effect of High Carbon dioxide Pressure Treatments and Storage Temperature on Some Biochemical Characteristics in Longan Fruit	
4.2.2.1 <i>Respiration rate</i>	58
4.2.2.2 <i>Phosphofructokinase activity</i>	60
4.2.2.3 <i>Pyrophosphate :fru-6-p phosphotransferase activity</i>	62
4.2.2.4 <i>Pyruvate kinase activity</i>	65
4.2.2.5 <i>Ethylene production</i>	68
4.2.2.6 <i>ACC synthase, ACC oxidase activity, and ACC concentration</i>	68
4.2.2.7 <i>Polygalacturonase activity</i>	71
4.2.2.8 <i>Polyphenol oxidase activity</i>	73
4.2.2.9 <i>Percentage of disease incidence</i>	76
4.3 Effect of High Carbon dioxide Pressure on Inoculated Longan Fruit and Mycelium Growth of <i>Pestalotiopsis</i> sp.	80
CHAPTER 5 CONCLUSIONS	84
REFERENCES	85
PUBLICATIONS	96
CURRICULUM VITAE	97

LIST OF TABLES

Table		Page
1	Browning score of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	24
2	L* value of outer pericarp of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	26
3	C* value of outer pericarp of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	27
4	Hue angle of outer pericarp of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	28
5	L* value of outer pericarp of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	31
6	C* value of outer pericarp of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10 °C after treating with high carbon dioxide pressures .	32
7	Hue angle of outer pericarp of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	33
8	L* value of aril of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	36
9	C* value of aril of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	37
10	Hue angle of aril of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	38
11	Weight loss percentage of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	41
12	Respiration rate of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	43
13	Pearson's correlation(r) between peel discoloration, fruit decay and their relations	47

LIST OF TABLES (Continued)

Table		Page
14	pH of longan fruit juice stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	50
15	pH of longan pericarp stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	51
16	Titrateable acidity of longan fruit juice stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	54
17	Titrateable acidity of longan pericarp stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	55
18	Reducing sugars longan fruit juice stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	57
19	Respiration rate of longan fruit stored at 5 and 10 °C after treating with high carbon dioxide pressure	59
20	Phosphofructokinase activities of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10 °C after treating with high carbon dioxide pressure	61
21	Pyrophosphate:fru-6-P phosphotransferase activities of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	64
22	Pyruvate kinase activity of longan fruit stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	66
23	Polygalacturonase activity of longan fruit stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	69
24	Polyphenoloxidase activity of longan fruit stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	72
25	Pearson's correlation(r) between chemical changes, biochemical changes and their relations.	79

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	Browning scale of longan pericarp	12
2	Color chart of Minolta model CR-300	13
3	Browning index of longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10 °C after treating with high carbon dioxide pressures	23
4	L* value chroma value and Hue angle of outer pericarp longan fruit cv. Daw at 10 °C after treating with high carbon dioxide pressures	29
5	L* value chroma value and hue angle of inner longan fruit pericarp cv. Daw stored at 10 °C after treating with high carbon dioxide pressures	34
6	L* value chroma value and hue angle of longan fruit aril cv. Daw stored at 10 °C after treating with high carbon dioxide pressures	39
7	Weight loss percentage of longan fruit cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	40
8	Respiration rate of longan fruit cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	42
9	Ethylene production of longan fruit cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	44
10	Disease incidenc percentage of longan fruit cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	45
11	Overall acceptance score of longan fruit cv. Daw stored at 10°C after treating with high carbon dioxide pressures	46
12	Aril pH of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	49
13	Pericarp pH of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10 °C after treating with high carbon dioxide pressure	49

LIST OF FIGURES (Continued)

Figure		Page
14	Titrateable acidity percentage of aril of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	52
15	Titrateable acidity percentage of pericarp longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	53
16	Reducing sugar of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	56
17	Respiration rate of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	58
18	Phosphofructokinase (PFK) activities of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	60
19	Pyrophosphate:fru-6-P phosphotransferase activities of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	63
20	Pyruvate kinase activities of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	65
21	Ethylene production of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10°C after treating with high carbon dioxide pressure	68
22	ACC synthase, ACC oxidase activity and ACC concentration of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10°C after treated with high carbon dioxide pressure	69
23	Polygalacturonase activities of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10 °C after treating with high carbon dioxide pressure	71
24	Polyphenoloxidase activities of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10 °C after treating with high carbon dioxide pressure	75
25	Disease incidence percentage of longan fruit cv. Daw stored at 5 and 10 °C after treating with high carbon dioxide pressure	76

LIST OF FIGURES (Continued)

Figure		Page
26	Longan fruit cv. Daw stored 15 days at 5 and 10 °C after treating with high carbon dioxide pressure	77
27	Longan fruit cv. Daw stored 21 days at 5 °C after treating with high carbon dioxide pressure	77
28	Disease severity of inoculated longan fruit with <i>Pestalotiopsis</i> sp. after treating with high carbon dioxide pressure	80
29	Disease severity of inoculated fruit cv. Daw stored 72 hours in room temperature after treating with high carbon dioxide pressure	80
30	Mycelium growth of <i>Pestalotiopsis</i> sp. on PDA after treating with high carbon dioxide pressure	82
31	Mycelium and spore of <i>Pestalotiopsis</i> sp. after treating with high carbon dioxide pressure	83

ABBREVIATIONS

ACC	=	1- aminocyclopropane-1-carboxylic acid
BI	=	Browning index
C*	=	Chroma
cm	=	Centimeter
CO ₂	=	Carbon dioxide
CRD	=	Completely randomized design
cv.	=	Cultivar
°C	=	Celsius degree
DI	=	Disease incidence
DMRT	=	Duncan's multiple rage test
GAP	=	Good agricultural practice
HCP	=	High carbon dioxide pressure
H°	=	Hue angle
hr	=	Hour
kg-cm ⁻²	=	Kilogram per centimeter square
L*	=	Lightness
LP	=	Low-pressure
O ₂	=	Oxygen
PDA	=	Potato dextrose agar
PFK	=	Phosphofructokinase activity
PFP	=	Pyrophosphate : fru-6-p phosphotransferase
PG	=	Polygalacturonase activity
PK	=	Pyruvate kinase activity
PPO	=	Polyphenol oxidase activity
PVC	=	Polyvinyl chloride
r	=	Correlation coefficient
Res	=	Respiration rate
RH	=	Relative humidity
TA	=	Titrateable acidity