果実および結果枝単位で振動させた場合の ブルーベリー果実の離脱状況

山岸主門・伊藤憲弘・武田久男・廣瀬佳彦

島根大学生物資源科学部

Rate of Blueberry Harvest Using a Mechanical Vibrator at either the Pedicel, Peduncle or Shoot Level

Kazuto YAMAGISHI, Norihiro ITO, Hisao TAKEDA and Yoshihiko HIROSE

Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University

1. 緒言

ブルーベリーは、同一樹の結果枝内、また果房内において個々の果実の成熟期が異なり、その収穫期間は1ヶ月以上に及ぶ。つまりブルーベリーでは、ブドウのような果房単位での一斉収穫ができず、手摘み収穫の場合、成熟果を果実単位で選択収穫し、同一樹に対して3～5日間隔で計10回程度の収穫回数が必要となる。

果実の収穫方法には手摘み収穫と機械収穫の二つがある。国内ではすべてが手摘み収穫で、現在までのところ、機械収穫は行われていない。

米国では1950年代に小型の手持ち式バイブレータが開発された (Austin 1994)。この機械は、結果枝や旧枝、主軸枝に振動を加え、樹冠下においた布製のキャッチングフレーム上に果実を振るい落とす方式である。さらに、1960年代には、樹をまたぐ大型の収穫機械 (over-row harvester) が登場した (Monroe・Levin 1966)。米国では、この大型収穫機械の発達普及によってブルーベリーの栽培面積が著しく拡大し、各種加工用果実の7割以上が機械で収穫されている (Moore 1994)。この大型収穫機械は、主に加工用果実の収穫を対象に様々な実用機が開発されてきた。さらに、最近では生食用果実を対象とした実用化試験も行われている (Petersonら 1997)。

わが国では栽培面積が数10アールの小規模園が多く、また傾斜地園が多いことから、大型収穫機械の実用化はほとんど望めない。日本国内のブルーベリーの栽培面積は、平成11年度現在で267haであるが、今後、栽培面積の拡大を目指すためには、全作業時間のうち7割から8割を占める収穫・調製作業の合理化を図ることが重要である。その方策の一つとしては、日本の経営規模に適合した小型バイブレータの導入が収穫作業の能率化につながると期待される。

米国では、大型収穫機械の普及により、現在、小型バイブレータの一般的な使用はほとんどみられない。また、この小型機械を使用した詳細な実用化試験もほとんど行われていない (Austin 1994)。国内では、杉田ら (1996) や赤瀬ら (1999) が報告した、既製のウメ用振動収穫機等をそのままブルーベリーに代用した圃場離脱試験のみである。また、振動収穫をする上で重要と思われるブルーベリー果実の形態的特性や着生強度、適切な振動の大きさ等に関する報告は、ハイブッシュブルーベリーで行われた赤瀬ら (1999) の報告がある。しかし、ハイブッシュブルーベリーと比較して果皮が硬いため、振動・落下による傷果の発生が少ないと予想されるラビットアイブルーベリーについては、まだ検討がなされていない。

そこで、筆者らは、小型バイブレータによって成熟果を効率的に振動収穫することを目指し、実験に着手した。本試験は、第一段階として圃場試験のための基礎的資料を得ることを目的に実施した。すなわち、まずラビットアイブルーベリー果実の形態的性質と着生強度を調べ、つづいて試作した室内試験装置を用い、果実および結果枝を単位として振動さ

平成13年8月3日受付

平成14年2月2日受理

Corresponding author

山岸主門 Kazuto YAMAGISHI

〒690-1102 島根県松江市上本庄町2059

2059 Kamihonjo, Matsue, Shimane, 690-1102

E-mail: shumon@life.shimane-u.ac.jp

せた時の果実離脱状況を調査した。

2. 材料および方法

試験は島根大学附属生物資源教育研究センターで実施した。品種はラビットアイブルーベリー [*Vaccinium ashei* (Reade)] ‘ティフブルー’ を供試した。離脱試験は収穫最盛期後半にあたる1996年8月中旬に室内で行った。果実は、表1に示すように果実の色調によって未熟果から成熟果までⅠ段階からⅤ段階までの5つの段階に分類した。この分類は、Shutakら(1980)が作成したColor Stageを参考とし、Ⅰ段階はMature green、Ⅱ段階はGreen pink、Ⅲ段階はBlue pink、Ⅳ段階はBlue、そしてⅤ段階はRipeにほぼ対応させた。なお、生食用としては完熟したⅤ段階が適するが、加工原料としての熟度を考えると、適度な酸味をジャムに加える働きをもつⅢ段階とⅣ段階果実を適熟果としてみなすこともできる。

このような成熟段階ごとに分けた果実等を用いて以下に示す2つの試験を行った。なお、供試した果実や結果枝は試験当日に採取した。

1) 果実の果皮色・形態的性質・着生強度

色彩色差計(MINOLTA製CR-200)で果皮色を測色し、 $L^*a^*b^*$ 表色系色度によって表示した。また果実の形態的性質としては、1果実重と果径を測定した。参考として各果実の小果柄についても、柄長と柄径を記録した。さらに、果実の着生強度は小果柄と果柄間および果実と小果柄間の引張り抵抗力をもって表した。測定は引張り型ロードセル・動ひずみ測定器(共和電業製DPM-1N)を用いた。なお、供試果実数は果皮色と形態的性質の調査では、成熟段階ごとにそれぞれ20個ずつとし、着生強度調査では、同様に10個ずつとした。

2) 振動による果実離脱状況

(1) 振動発生機

振動試験は、振動発生機を作製して実施した。振動発生機は、モーター(HITACHI製0.4kw)、インバ

ータ(HITACHI製HFC-VWE)、伝導アームおよび加振部を挟むクランプで構成し、これらを架台にセットした。振動の大きさは、モーター、プーリおよびインバータによって制御した。すなわち、全振幅はモーターに取り付けたプーリの伝導アームの装着位置を変化させ、振動数はインバータによって、モーターの回転数を調節することでそれぞれ制御した。

(2) 加振部位

加振位置は、図1に示すように①小果柄、②果柄および③結果枝の3種の部位とし、それぞれ振動発生機のクランプに、下向きに装着した。供試果実数は、①小果柄と②果柄に装着して、1果実単位で加振する場合、成熟段階ごとに10果とし、Ⅴ段階果実については、重さ1g程度のものを用いた。③結果枝を装着して加振する場合は、長さ約10cmで平均5果房、つまり約30果の様々な成熟段階果実をほぼ同

図1 振動発生機のクランプの装着部位と加振方向の概略図

- ①：小果柄装着の場合
- ②：果柄装着の場合
- ③：結果枝装着の場合

表1 ブルーベリー果実の成熟段階指標

成熟段階	果皮色による指標	Color Stage ^z
Ⅰ段階	果実全体が緑で、がく側にわずかに赤みを帯びる	Mature green
Ⅱ段階	果実の1/2程度が赤みを帯びる	Green pink
Ⅲ段階	果実全体が赤く、わずかに青みを帯びる	Blue pink
Ⅳ段階	小果柄付着部の周りを除き、果実全体が青い	Blue
Ⅴ段階	小果柄付着部の周りも含め、果実全体が青い	Ripe

z: Shutakら(1980)より引用した。

割合含んだ結果枝を10本ずつ供試した。なお、着葉した結果枝の場合は、すべて葉を除去した。

(3) 振動の大きさの設定等

①小果柄装着の場合は、まず、Ⅴ段階果実について、全振幅を10、20、30、40、50mmの5種類とし、振動数はそれぞれ10.5、7.5、5.0、5.0、4.5Hzから開始し、離脱割合が100%に達するまで、0.5Hzずつ増加させた。つぎにⅠ段階、Ⅱ段階、Ⅲ段階、Ⅳ段階果実については、全振幅30mmのみの振動とし、それぞれ9.5、8.0、7.0、6.5Hzの振動数から開始し、離脱割合が100%に達するまで、0.5Hzずつ増加させた。なお、供試した振動発生機の性能の問題から、最大の振動数は13.5Hzまでとした。

②果柄装着の場合は、Ⅴ段階果実について、全振幅を30mmとし、振動数を6.0、6.5、7.0、7.5、8.0Hzの5種類とした。

③結果枝装着の場合は、①小果柄で加振した試験結果を参考にし、各全振幅においてⅤ段階果実が100%離脱した時の振動数で加振した。すなわち、全振幅10mm時は13.5Hz、全振幅20mm時は9.5Hz、全振幅30mm時は7.5Hz、全振幅40mm時は7.0Hz、全振幅50mm時は5.5Hzの振動数に設定した。

なお、加振方向は図1に示したとおりであった。加振時間はすべて30秒間とした。

(4) 測定項目

測定項目は、すべての試験において離脱した果実数とその所要時間を計測し、必要に応じて、離脱果実の1果実重、小果柄の付着の有無、成熟段階を記録した。

3. 結 果

1) 果実の果皮色・形態的性質・着生強度

各成熟段階別果実の果皮色、形態的特性を表2に示した。果皮色は成熟段階ごとに特徴的な値を表し

た。すなわち、成熟が進むにつれて、色調の明るさを示すL*値は漸次低下し、b*値より、黄色から青色に変化することが確認された。さらには、a*値より、Ⅲ段階果実が赤色を強く示すことが確認された。また、1果実重および果実の縦径・横径は最初の成熟段階ⅠからⅣ段階の間で微増傾向を示したが、ⅣからⅤ段階への進行過程で、著しく増加する傾向が認められた。一方、小果柄長は8～9mm程度、小果柄径は1mm前後を示し、成熟段階による相違は認められなかった。

図2に成熟段階別の小果柄と果柄間および果実と小果柄間の着生強度を示した。小果柄と果柄間では、成熟段階による着生強度の大きな相違がみられず、いずれも200g前後の値で推移した。一方、果実と小果柄間の着生強度は、未熟な果実のⅠ段階で253gを示し、以下成熟の進行に伴い、次第に強度が減少し、Ⅴ段階では81gであった。この2種の着生強度を同じ成熟段階間で比較すると、Ⅰ段階とⅡ段階では同程度の値を示したが、Ⅲ段階以降は小果柄と果柄間に対して、有意に果実と小果柄間の着生強度が小さくなり、とくにⅤ段階では、その差が100g以上であった。

2) 振動による果実離脱状況

小果柄を振動発生機のクランプに装着した果実単位の振動離脱状況について、まず、表3には、成熟段階Ⅴの果実を用いて、全振幅を10～50mmに変化させた場合の試験結果を示した。同じ全振幅内における離脱状況は、全般的に振動数を増加させることにより離脱割合が上昇し、平均離脱所要時間も短縮する傾向であった。果実が100%離脱した時の振動数は、全振幅10mmで13.5Hzを要したのに対し、全振幅が大きくなるのに伴って低い振動数で果実の離脱が100%に達し、全振幅50mmでは、5.5Hzで全果実が離脱した。さらに詳細にみると、全振幅10mmで

表2 各成熟段階別果実の果皮色と各種形態的特性

成熟段階	果皮色			1果実重 (g)	果径		小果柄 長 (mm)	小果柄 径 (mm)
	L*値	a*値	b*値		縦 (mm)	横 (mm)		
Ⅰ段階	66.1±2.2	-6.6±2.2	33.4±1.5	0.52±0.02	8.2	10.4	8.3	1.12
Ⅱ段階	56.8±3.0	12.9±4.3	17.7±2.9	0.61±0.02	8.6	10.6	8.3	1.07
Ⅲ段階	44.2±1.0	22.2±1.2	10.0±1.7	0.65±0.03	8.9	10.9	9.2	1.10
Ⅳ段階	38.7±0.8	6.4±1.3	-2.0±0.6	0.64±0.02	8.4	10.6	8.6	0.94
Ⅴ段階	40.3±0.8	1.4±0.2	-5.2±0.3	1.06±0.08	9.9	12.6	9.4	1.12

※果皮色と1果実重は、平均値±S.E.で表した。

図2 小果柄と果柄間および果実と小果柄間の着生強度(引張り抵抗力)の成熟段階による変化
2種の着生強度間に、t検定で、**は1%、***は0.1%水準で有意差があることを示し、nsは有意差がないことを示す。

表3 小果柄で加振した場合のV段階果実の離脱状況

振動数 (Hz)	V 段 階									
	全振幅 10mm		全振幅 20mm		全振幅 30mm		全振幅 40mm		全振幅 50mm	
	割合 ^z (%)	時間 ^y (秒)	割合 (%)	時間 (秒)	割合 (%)	時間 (秒)	割合 (%)	時間 (秒)	割合 (%)	時間 (秒)
4.5									20	28.8
5.0					40	17.9	30	22.6	70	7.0
5.5					50	10.1	60	10.4	100	6.9
6.0					60	13.0	80	7.6		
6.5					80	7.8	90	7.7		
7.0					90	7.5	100	3.8		
7.5			60	7.5	100	2.7				
8.0			70	9.4						
8.5			60	5.6						
9.0			90	5.8						
9.5			100	3.8						
10.0										
10.5	50	7.7								
11.0	80	10.0								
11.5	70	13.9								
12.0	80	1.9								
12.5	70	2.6								
13.0	90	6.3								
13.5	100	4.4								

z：離脱割合，y：平均離脱所要時間(振動時間は30秒間までとした)。

は、離脱割合が50%を示した振動数10.5Hzから3.0Hz増加させた13.5Hzで100%の離脱に達したのに対して、全振幅50mmでは離脱割合が20%であった振動数4.5Hzから、わずか1.0Hzの増加で離脱割合が100%に到達した。このことから、大きな振幅では、振動数のわずかな変化によって離脱状況が著しく変動することが判明した。

表4には、同じく小果柄をクランプに装着し、成熟段階Ⅰ～Ⅴの5つの段階の果実を用い、振動数を変化させながら全振幅30mmで加振した場合の離脱状況を示した。成熟段階Ⅰでは、10.0Hzで初めて果実離脱を生じたが、Ⅲ段階やⅣ段階では7.5Hz、7.0Hz

で離脱がおり、離脱を開始する振動数は成熟が進むにつれて低くなることが明白であった。また、Ⅴ段階の果実が100%離脱した7.5Hzの振動数についてみると、Ⅲ段階果実が10%、Ⅳ段階果実が40%離脱したものの、Ⅰ・Ⅱ段階の未熟な果実ではまったく離脱しなかった。

つぎに、果柄をクランプに装着して加振した場合のⅤ段階果実の離脱状況を表5に示した。なお、全振幅は30mmとし、振動数を6.0Hzから8.0Hzまで変化した。その結果、平均離脱所要時間と振動数との関係、および離脱割合と振動数との関係は、全振幅30mmで振動させた小果柄装着の場合の結果（表

表4 小果柄で加振した場合の各成熟段階果実の離脱状況

振動数 (Hz)	Ⅰ段階		Ⅱ段階		Ⅲ段階		Ⅳ段階		Ⅴ段階	
	割合 ^z (%)	時間 ^y (秒)	割合 (%)	時間 (秒)	割合 (%)	時間 (秒)	割合 (%)	時間 (秒)	割合 (%)	時間 (秒)
5.0									40	17.9
5.5									50	10.1
6.0									60	13.0
6.5							0	—	80	7.8
7.0					0	—	30	18.2	90	7.5
7.5					10	21.0	40	13.8	100	2.7
8.0			0	—	40	19.6	70	12.3		
8.5			10	11.8	40	18.2	80	17.2		
9.0			50	19.4	90	14.6	90	14.1		
9.5	0	—	60	18.2	100	14.6	100	4.7		
10.0	10	24.5	70	12.0						
10.5	10	9.0	70	10.4						
11.0	20	14.3	90	9.0						
11.5	10	13.0	90	8.2						
12.0	20	4.8	100	7.6						
12.5	40	12.4								

z：離脱割合，y：平均離脱所要時間（振動時間は30秒間までとした）。

※全振幅はすべて30mmとした。

表5 果柄で加振した場合のⅤ段階果実の離脱状況

振動数 (Hz)	Ⅴ段階・全振幅 30mm		
	離脱割合 (%)	平均離脱所要時間 (秒)	小果柄付着率 ^z (%)
6.0	60	11.0±3.3	83
6.5	60	11.9±5.0	50
7.0	90	7.4±1.6	89
7.5	90	4.6±1.4	67
8.0	100	3.1±1.1	65

z：（小果柄付着率）＝（小果柄の付着した離脱果実数）／（全離脱果実数）

※振動時間は30秒間までとした。

3)と同様な傾向を示した。すなわち、平均離脱所要時間は、振動数の増加とともに減少し、離脱割合も振動数7.0～8.0Hzで90～100%に達した。しかし、全離脱果実数の内、小果柄の付着した離脱果実数、すなわち、小果柄付着率は、いずれの振動数においても、50%から89%と、非常に高い割合を示した。

つづいて、結果枝単位で振動させた場合の離脱状況について表6に示した。1果実重は、すべての振動の大きさにおいて未離脱果実が0.5g程度と低かったのに対し、離脱果実は1g以上の値を示した。これは未離脱果実には未熟果を、離脱果実には成熟果を多く含んでいたためといえる。平均離脱所要時間は、全振幅30mmと40mmで7秒台の比較的短い値を示したが、小果柄付着率は、全振幅30mm以上で19%から21%の比較的高い割合であった。離脱果実中の未熟果混入率は、全振幅40mmで9%と比較的高かったものの、他の振動の大きさでは5%以下の低い割合であった。一方、未離脱果実中の成熟果残存率は、全振幅10mmおよび20mmで30%、20%と、比較的高かったが、全振幅30mmで6%、全振幅40mmで4%と低く抑えられた。

4. 考 察

1) 果実の果皮色・形態的性質・着生強度

ブルーベリー果実の生長は、二重S字型曲線を示し、一般的に果皮が赤色から青色に変わってから約1週間で著しく肥大し、酸度が減少し、糖度が高まり成熟果となる(志村ら1986)。ラビットアイブルーベリーの最主要品種である‘ティフブルー’を用いた本試験でもⅣ段階からⅤ段階への移行に伴って、a*値とb*値がともに減少して青色を呈し、1果実重と果径の増加が認められた(表2)。なお、振動によ

り成熟果を効率よく離脱収穫する上では、このような成熟後期の急激な果実肥大が、質量増加による運動エネルギーの増大をもたらし、その結果、それが有利に働くと考えられる。

果実の着生強度について、赤瀬ら(1999)は、ハイブッシュブルーベリーにおいて、果実と小果柄間の引張り抵抗力をストレングージによって測定し、未熟果では約150～250g、成熟果では約100gであったことを報告している。このことはラビットアイブルーベリーを用いた本試験においても同様な結果が得られた。加えて、本試験では果柄と小果柄間の着生強度を調べた結果、Ⅲ段階以降の成熟段階において、果実と小果柄間の着生強度が小果柄と果柄間よりも小さくなること確認した(図2)。このことは振動収穫において、小果柄付着のない成熟果を選択的に獲得できる可能性の高いことを示唆するものである。

2) 振動による果実離脱状況

振動による果実の離脱状況は、小果柄で加振した場合、全振幅と振動数の適切な組み合わせにより、いずれの振動においても成熟果を100%離脱させることができた(表3)。ただし、全振幅50mmでは、振動数のわずかな変化で離脱割合が大きく変動した。

実際の圃場での振動収穫を考えると、振動発生機を保持する作業者の体に振動が吸収されたり、様々な角度で着生する枝葉によって振動発生機からの振動の大きさが減じたりすることが想定される。赤瀬ら(1999)も対象とする小枝の振動状態に影響を及ぼす小枝の大きさ(規模)を小枝の基部直径と全長から求め、この規模が大きいと果実に直接振動が伝わらず離脱率が低下したと報告している。したがって、現場においては、加振する枝の規模等によって振動発生機の振動数を微調整する必要があると考え

表6 結果枝^zで加振した場合の果実離脱状況

		全振幅10mm	全振幅20mm	全振幅30mm	全振幅40mm	全振幅50mm
		振動数13.5Hz ^y	振動数9.5Hz	振動数7.5Hz	振動数7.0Hz	振動数5.5Hz
離 脱 果 実	平均離脱所要時間(秒)	10.8±1.0	12.0±1.0	7.6±0.4	7.8±0.7	11.2±1.4
	小果柄付着率(%)	15	12	21	19	21
	未熟果混入率 ^x (%)	3	5	3	9	5
	1果実重(g)	1.05±0.66	1.12±0.05	1.05±0.66	1.13±0.07	1.10±0.06
未離脱 果 実	成熟果残存率 ^w (%)	30	20	6	4	16
	1果実重(g)	0.57±0.05	0.59±0.04	0.49±0.02	0.52±0.02	0.58±0.01

z：結果枝は長さ約10cmで、平均で5果房(約30果の様々な成熟段階果実を含む)のものを供試した。

y：表4より、各振幅においてⅤ段階果実が100%離脱した時の振動数で30秒間振動させた。

x：(未熟果混入率)=(Ⅰ・Ⅱ段階果実数)/(全離脱果実数)

w：(成熟果残存率)=(Ⅴ段階果実数)/(全未離脱果実数)

られる。本試験結果では、全振幅30mm以下の場合、振動数が0.5Hzずつ増加するのに伴って、少しずつ離脱割合も増加した(表3)。したがって、これらの全振幅では、実際の果実離脱状況を観察しながら、適切な振動数に調整することが比較的容易であると考えられる。このことから、振動数の微調整を前提とした機械的な振るい落とし収穫の場合、全振幅は30mm以下が適していると推察された。

全振幅30mmで全成熟段階果実を振動させた結果(表4)、振動数7.5Hzの振動では、Ⅰ～Ⅱ段階の未熟果を離脱させずに、Ⅴ段階の成熟果100%と加工適性を有するⅢ～Ⅳ段階の適熟果10～40%を離脱させることができた。さらにこの振動数7.5Hzでは、平均離脱所要時間が、それぞれⅢ段階では21.0秒間、Ⅳ段階では13.8秒間、Ⅴ段階では2.7秒間であり、仮に振動時間を5秒間程度に短縮すればⅢ・Ⅳ段階果実の離脱を抑えることも可能であろうと推察された。

さらに、果柄で加振した成熟果の離脱状況(表5)が、小果柄で加振した場合(表3)とはほぼ同様であったことから、全振幅30mmで振動数7.5Hz程度の振動の大きさがそのまま果柄位置まで伝われば、適熟果を効率よく選択収穫できることが推測できた。ただし、上述の果実単位で振動させた試験では、いずれも小果柄に対して垂直方向に加振している。実際に樹上では主軸枝や旧枝に対する結果枝、また結果枝に対する果柄(果房)、果柄に対する小果柄、それぞれその着生方向・角度は様々である。

なお、本試験では、複雑な着果構造、かつ多様な成熟段階果実を有するブルーベリーの振動収穫適性を調べる前段階として、葉を取り除いてある程度単純化させた結果枝を振動させ、その離脱状況をみた(表6)。その結果は、供試した5種類の振動の大きさの中で、全振幅30mm・振動数7.5Hzの組み合わせが、他の組み合わせと比較し、平均離脱所要時間が短く、離脱果実中の未熟果混入率が低く、そして未離脱果実中の成熟果残存率も低かったことから、振動による振るい落とし収穫法において、最も望ましい振動の大きさであると判断された。

最後に、小果柄付着率に注目すると、果柄で加振した場合の小果柄付着率が50%から89%と極端に高かった(表5)。これは小果柄基部(小果柄の果柄側)に大きな曲げモーメントが集中的に作用したためと考えられた(赤瀬・上出1997)。これに対して、結果枝で加振した場合は、いずれの振動の大きさでも比較的低水準であったものの、12%から21%の割合で

小果柄が付着したまま離脱した。このことは、成熟の進行とともに果実の着生強度は低下したが(図2)、結果枝中の果実(小果柄)の着生部位によっては、振動エネルギーが果柄と小果柄の接合部に直接働き、表5でみたような小果柄付着率の高い状況で離脱する現象が生じたと考えられる。ただし、ブルーベリーの場合、小果柄は生食用、加工用ともに不要物であり、選別の手間を考慮すると、できる限り排除すべきものである。なお、成熟果を効率よく離脱させることと小果柄付着果を少なくすることが、振動の大きさの制御や加振位置の調節で両立可能かどうかは、今後の課題である。

さらには、圃場試験への移行に際して、この全振幅30mm・振動数7.5Hzの組み合わせを基本として、さらに大きな枝単位での振動試験を試みたい。

5. 摘要

小型バイブレータによるラビットアイブルーベリーの振動収穫の基礎的資料を得るため、果実の形態的性質や着生強度、また室内試験装置を用いて果実および結果枝単位で加振した時の離脱状況を調査した。

成熟後期の急激な果実重の増加により、未熟果に比べて成熟果の慣性モーメントは大きくなることが予想され、これは振動による成熟果の選択的離脱を生じやすくするものと推察された。

未熟果では、小果柄と果柄間の着生強度と果実と小果柄間の着生強度が同程度であったのに対して、成熟果では、果実と小果柄間の保持力の減少がより著しかった。したがって成熟果では、収穫後の調製時に取り除く必要のある小果柄が付着しにくい状況であることが示された。

果実単位で振動させた場合、果実が離脱を開始する振動数は熟度が進むにつれて低くなり、全振幅30mmの振動数7.5Hzでは、未熟果は離脱せずに適熟果が効率よく振るい落とされた。

一方、各成熟段階果実を約30個着果させた結果枝を対象に、全振幅30mmで振動数7.5Hzの振動を与えた場合、小果柄付着果が多少振るい落とされたものの、離脱果実中の未熟果混入率と未離脱果実中の成熟果残存率がともに低く抑えられた。

キーワード

ブルーベリー、振動収穫、成熟段階、小果柄、果柄、結果枝、果実の着生強度、未熟果、成熟果

引用文献

- 赤瀬 章・上出順一 (1997): 小枝を対象としたオウトウシェーカの開発 (第1報) シェーカの改良とほ場試験, 農業機械学会誌 59(1); 99-107.
- 赤瀬 章・鈴木 洋・本間英治・神原麻土・布袋屋明嗣 (1999): ブルーベリーの機械収穫, 農業機械学会東北支部報 46; 45-48.
- Austin, M.E. (1994): (Rabbiteye blueberries), productivity and harvesting, Agscience, Inc., Florida, pp.102-112.
- Monroe, G.E. and J.H. Levin (1966): Mechanical harvesting of cultivated blueberries. Transactions of the ASAE 9(1); 4-5.
- Moore, J.N. (1994): The blueberry industry of North America. HortTechnology 4(2); 96-102.
- Peterson, D.L., S.D. Wolford, E.J. Timm and F. Takeda (1997): Fresh market quality blueberry harvester. Transactions of the ASAE 40(3); 535-540.
- 志村 勲・小林幹夫・石川駿二 (1986): ブルーベリー果実の発育特性とその品種間差異について, 園芸学会雑誌 55(1); 46-50.
- Shutak, V.G., R.E. Gough and N.D. Windus (1980): The cultivated highbush blueberry: twenty years of research. Rhode Island Agricultural Experiment Station Bulletin. 428.
- 杉田国一・本間英治・真下美佳・石川駿二 (1996): 梅用振動収穫の利用によるブルーベリー収穫の試み, 農作業研究 31(別1); 121-122.

Summary

Efficiencies of a hand-held vibrator for harvesting fruit from 'Tifblue' (Rabbiteye blueberry [*Vaccinium ashei* (Reade)]) were investigated in relation to the properties of fruit and force required to dislodge fruit.

It was found that the heavier fruit dislodged quicker than the lighter fruit, it is thought that this is due to increased inertia movement associated with the heavier fruit.

The degree of force required to dislodge the fruit from the pedicel was much the same as one required to dislodge the pedicel from the peduncle in green fruit. In ripe fruit (all blue color), on the other hand, the former was far less than the latter. This indicated that the pedicel, an unwanted item in the market, was separated from ripe fruit more readily compared with green fruit.

Ripe fruit dislodged more readily at a low vibrant frequency than less ripe fruit. Ripe fruit dislodged most efficiently at a 30mm stroke and 7.5Hz frequency, although with this vibration mode almost all the green fruit did not dislodge.

On the other hand, when applying the vibration to the shoot (30mm stroke and 7.5Hz frequency), among the fruit which were dislodged there were a few fruit with pedicels attached which needed to be graded out before shipping to the market. However, there were few ripe fruit among the fruit left on the shoot, and the fruit dislodged were mostly ripe fruit.

Key words

blueberry, vibrant harvesting, color stage, pedicel, peduncle, shoot, degree of force required to dislodge the fruit from the pedicel, green fruit, ripe fruit