

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ РЯЗАНЕТО НА ЧЕРВЕНО ЦВЕКЛО С ДИСКОВ НОЖ

Мариана Ботева, Иван Михайлов

*Университет по хранителни технологии, катедра Техническа механика и машинознание
4002 гр. Пловдив, Р. България
mariana1b@abv.bg, mihaylow@abv.bg*

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF RED BEET CUTTING WITH DISC KNIFE

Mariana Boteva, Ivan Mihaylov

*University of Food Technologies in Plovdiv,
Bulgaria, 4002 Plovdiv
mariana1b@abv.bg, mihaylow@abv.bg*

ABSTRACT

The root crops have important economic significance – as a main material for the food production industry as well as a healthy food for the human beings.

In order to design and produce proper equipment for vegetable cutting, the cutting forces should be estimated. They depend on the parameters of cutting regime, cutting device and cutting type.

The current work presents results of experimental study of red beet cutting process using three different speeds of product movement – 0.05 , 0.084 and 0.125 m/s and seven angular velocities of the rotating cutting blade – between 111 and 415 min⁻¹.

The obtained results for all three product movement speeds show, that the cutting force components F_x and F_y , as well as the resultant force F decrease, when the rotation velocity increases. It is shown, that the dependence is a logarithmic function.

Key words: speed, velocity, cutting forces, red beet.

Въведение. Обработването на кореноплодни зеленчуци чрез рязане заема значителна част от преработващата хранително-вкусова промишленост [2]. Те се нарязват на късове с различна форма и големина за нуждите на консервната промишленост, за получаване на полуфабрикати, в сферата на общественото хранене.

Червеното цвекло (*Beta vulgaris*) е двугодишен кореноплоден зеленчук от семейство Лободови. То се използва за приготвяне на консерви, супи, салати [4,5,6], като червен оцветител [4], например за подобряване на цвета на доматиеното пюре, сосове, десерти, конфитюри и желета, сладкиши и зърнени храни.

Червеното цвекло е богато на растителни влакнини (2-3%), като това на пектина е около 1% [2]. Последният има уникалната способност да улавя и извежда от организма холестерола, редица опасни тежки метали (живак, олово, цинк, кобалт, молибден и др.) и радионуклеиди (плутоний 239, цезий 137, стронций 90), както и огромен брой вредни за организма органични вещества – продукти на метаболизма или на патогенната микрофлора, способствайки по такъв начин за неговата детоксикация. Наред с това растителните фибри съдействат за по-доброто функциониране на храносмилателния тракт. Оцветяването му се дължи на бетацианина – растителен пигмент, който е силен антиоксидант, повишаващ нивото на имунната защита, с подчертано антиканцерогенно действие. Консумацията на червено цвекло намалява артериалното налягане, подпомага и стимулира функционирането на черния дроб [2,3].

Морфологично коренът на цвеклото се състои от основна (паренхимна) тъкан, обкръжаваща снопчета проводяща тъкан, оформена като концентрични окръжности с по-светъл цвят. Физичните характеристики на паренхимната тъкан: твърдост, еластичност и т. н.

се определят в значителна степен от съдържанието на пектинови вещества. По-голямото съдържание на целулоза в проводящата тъкан обуславя по-груба консистенция на кореноплода и е причина за нарастването на силите на рязане.

Прилагането на оптимални режими на рязане е от особена важност за намаляване на енергийните разходи и оптимизиране на режещите механизми за промишлено обработване на червено цвекло. Целта на настоящото изследване е да се установи зависимостта на силата на рязане от големината на работната скорост и големината на скоростта на подаване на продукта, а също и определяне на най-благоприятен режим на работа в рамките на изследвания диапазон на промяна на скоростите.

Материали и методи. Експериментите за определяне влиянието на големината на подавателната и работната скорост на рязане върху силите на рязане на червено цвекло са проведени с образци с размери: дължина 100 mm , ширина 60 mm и дебелина 10 mm . Червеното цвекло е сорт „Либери“, закупено от производител от региона на град Пловдив. То е престояло четири дни след брането. Избрани са здрави кореноплодни зеленчуци със средна големина с диаметър 120 mm . Опитите са проведени при температура 20°C , върху опитен стенд за изследване силите на рязане на храни, с режещ инструмент дисков нож [1].

Експерименталните данни са получени при рязане с три подавателни скорости – $0,05$; $0,083$ и $0,125\text{ m/s}$, със седем различни честоти на въртене на режещия инструмент за всяка подавателна скорост: $111,45$; $162,25$; $212,65$; 263 ; $311,75$; $363,8$; $413,9\text{ min}^{-1}$.

Резултати и обсъждане. На фиг. 1 е показан опитният образец преди рязането, а на фиг. 2 – след отрязване. Полученият срез при всички подавателни и работни скорости е гладък, стените са прави, липсват назъбвания, предизвикани от образуването на изпреварващи пукнатини. До голяма степен това се дължи на предимствата на рязането с дисков нож (рязане с плъзгане), при което необходимата сила за осъществяване на процеса рязане се разлага на нормална и тангенциална съставна. Това води до намаляване на нормалната сила на рязане, а оттам – на по-малко смачкване на продукта, по-малка загуба на сок и по-качествен срез.



Фиг.1. Опитен образец от червено цвекло



Фиг.2. Опитният образец след разрязване

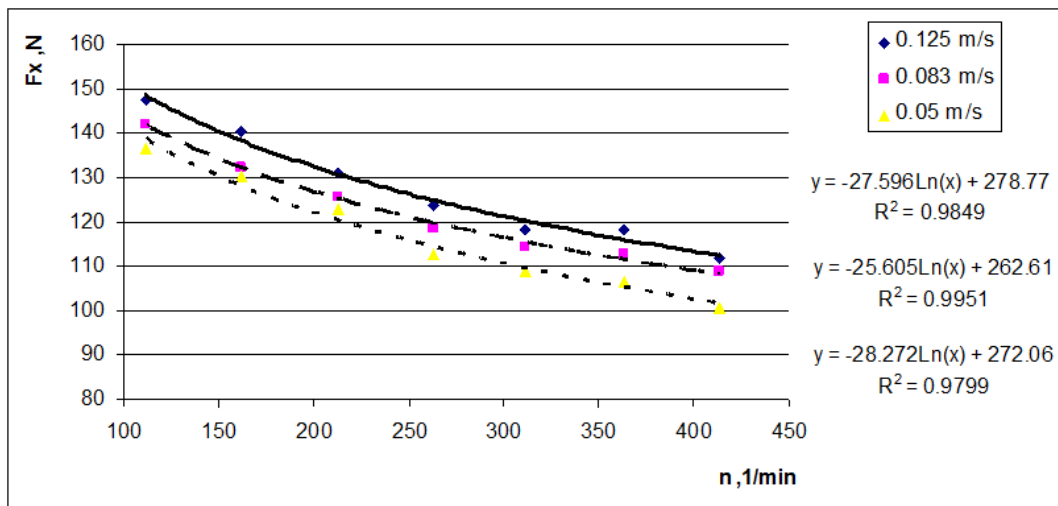
Резултатите за получените стойности на съставлящите на силата на рязане F_x и F_y и на резултантната сила F са представени в таблица 1 за подавателни скорости на рязане $0,05$; $0,083$ и $0,125\text{ m/s}$. Графично резултатите са отразени на графиките на фиг.3, фиг.4 и фиг.5.

Графичните зависимости представляват логаритмични криви, като в изследвания диапазон на промяна на честотите на въртене на дисковия нож при рязане с подавателна скорост $0,05\text{ m/s}$ графиката на резултантната сила на рязане F е по-стръмна от тези при подаване $0,083$ и $0,125\text{ m/s}$.

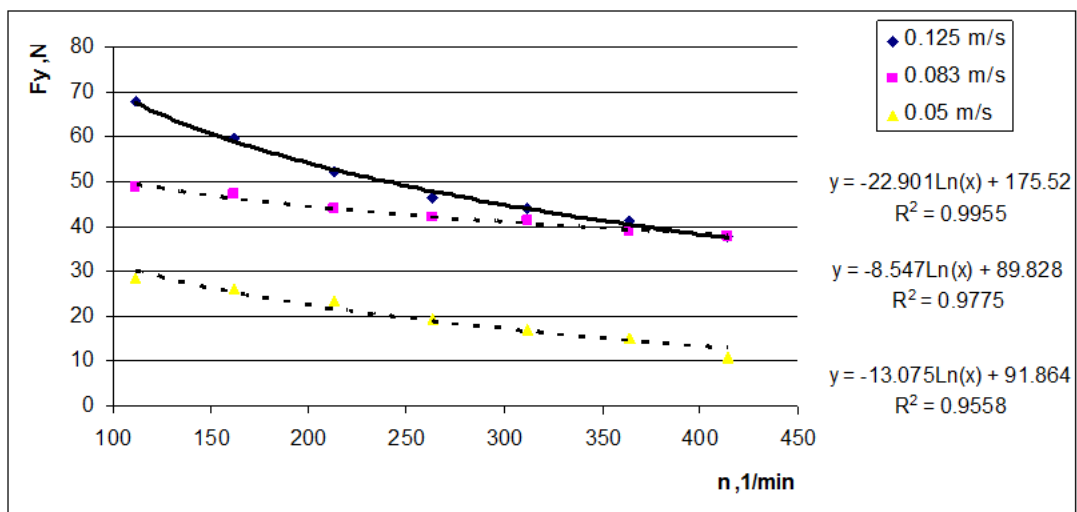
Таблица 1

n , $1/\text{min}$	$0,05 \text{ m/s}$			$0,083 \text{ m/s}$			$0,125 \text{ m/s}$		
	F_x, N	F_y, N	F, N	F_x, N	F_y, N	F, N	F_x, N	F_y, N	F, N
111.45	136.7	28.6	139.6598	142.2	48.7	150.3081	147.7	67.8	162.5181
162.25	130.4	26.1	132.9864	132.4	47.3	140.5953	140.4	59.6	152.5265
212.65	122.8	23.4	125.0096	125.8	44.1	133.3059	131.1	52.2	141.1101
263	112.8	19.4	114.4561	118.8	42.3	126.106	123.8	46.6	132.28
311.75	108.9	17.2	110.2499	114.4	41.2	121.5928	118.4	44.1	126.3462
363.8	106.7	15.2	107.7772	112.6	39.2	119.2284	118.2	41.2	125.1746
413.9	100.5	11.1	101.1111	108.9	37.8	115.2738	112.1	37.8	118.3015

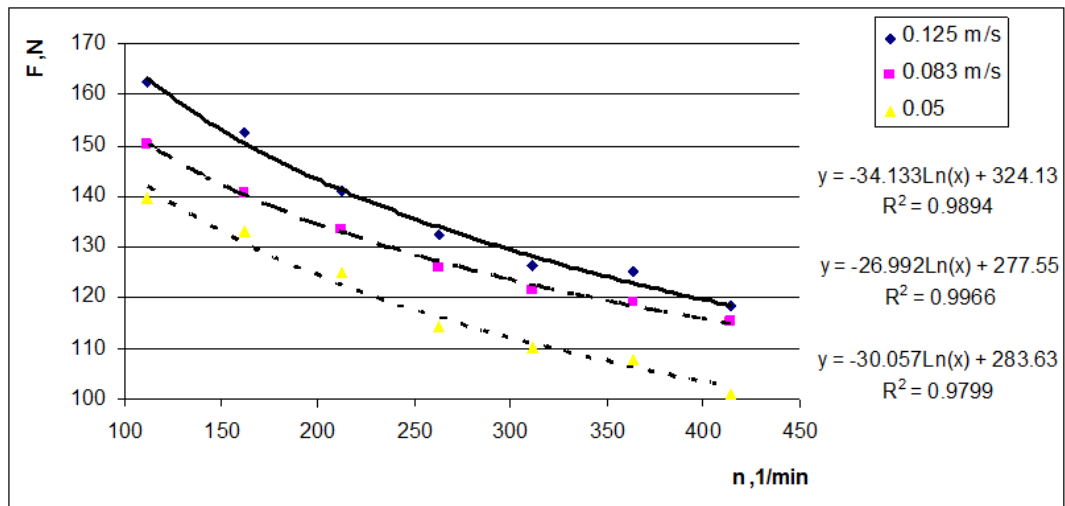
Хоризонталната съставляща на силата на рязане F_x се променя по идентични криви, като разликата между максималната и минимална сила на рязане и за трите подавателни скорости е около $35 N$.



Фиг.3. Зависимост на съставлящата F_x на силата на рязане от честотата на въртене на дисковия нож.



Фиг.4. Зависимост на съставлящата F_y на силата на рязане от честотата на въртене на дисковия нож.



Фиг.4. Зависимост на резултантната сила на рязане F от честотата на въртене на дисковия нож.

Съставлящата F_y се променя различно за различните подавателни скорости. Тя намалява най-стръмно – с 55,75% при подаване $0,125$ m/s, като разликата между максималната и минимална сила на рязане F_y е 30 N. Най-плавна е промяната на F_y при подаване $0,083$ m/s, където разликата между максималната и минимална сила на рязане F_y е само $10,9$ N. В края на диапазона на приложените честоти на въртене на дисковия нож стойностите на F_y за двете подавания се изравняват.

Заклучение. И за трите подавателни скорости с увеличаване на честотата на въртене на дисковия нож съставлящите на силата на рязане F_x и F_y и резултантната сила F намаляват.

Най-малки са силите на рязане на червено цвекло при подаване $0,05$ m/s, като най-малката стойност 101.11 N е отчетена при честота на въртене 413.9 min⁻¹. Най-голяма сила на рязане - 162.5 N е отчетена при подавателна скорост $0,125$ m/s и честота на въртене на ножа $111,45$ min⁻¹.

При честоти на въртене в края на изследвания диапазон се наблюдава тенденция за изравняване на големините на силите на рязане за подаванията $0,083$ и $0,125$ m/s, затова ако при сравняване на двата режима с честоти на въртене на дисковия нож над 400 min⁻¹ критерият е производителността, по-изгоден режим е този с подавателна скорост $0,125$ m/s, а при критерий енергийна ефективност - режимът с подавателна скорост $0,083$ m/s.

Литература.

1. Ботева М., С. Василев, И. Михайлов - Стенд за определяне силите на рязане на хранителни продукти, 23-та международна научна конференция, 6 – 7 юни 2013 г., Съюз на учените, Стара Загора, Международно научно on-line списание „Наука и технологии”, изд. Съюз на учените – Стара Загора, Volume III, Number 4, 2013: Technical studies, ISSN 1314-4111.
2. Танчев С. и кол., Следберитбени технологии на плодове и зеленчуци, Академично издателство на ВИХВП – Пловдив, 2002
3. Bhupinder Singh, Bahadur Singh Hathan, Chemical composition, functional properties and processing of Beetroot - a review, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 1, January-2014 679 ISSN 2229-5518 IJSER © 2014, <http://www.ijser.org>
4. Downham, A. and P. Collins (2000) Colouring our foods in the last and next millennium, *International Journal of Food Science and Technology*, 35: 2-22.
5. <http://www.stephennottingham.co.uk/beetroot5.htm>
6. Stafford, A. (1991) The manufacture of food ingredients using plant cell and tissue cultures, *Trends in Food Science Technology*, 5(2): 116-122.