

Изследване качеството на работа на почвообработваща фреза при параметрична нестабилност

Иван Митков*

*Катедра: Механизация на земеделието, Лозароградинарски факултет
Аграрен Университет – Пловдив
Бул. Менделеев 12, 4000
E-mail: i_mitkov70@abv.bg*

Резюме: Обработката на почвата е основна технологична операция при отглеждането на земеделските култури. Почвообработващите фрези са машините, които раздробяват най-фино почвата, като я довеждат до така нареченото – „градинско състояние“.
В статията е представено изследване на почвообработваща фреза с хоризонтална ос на въртене, като са проследени показатели определящи качеството на работа.

Ключови думи: почвообработка, почвообработваща фреза, раздробяване на почвата

*Автор за кореспонденция

Investigation of the performance quality of tillage cutter under parametric instability

Ivan Mitkov*

*Department of Mechanization of agriculture, Faculty of Horticulture with Viticulture
Agricultural University – Plovdiv
Mendeleev Blvd 12, 4000
E-mail: i_mitkov70@abv.bg*

Abstract: The soil treatment is a basic technological operation in the cultivation of agricultural crops. The soil tillers are the machines that fragment the soil the most finely, bringing it to the so-called - "garden condition".
The article presents a study of a soil tillage cutter with a horizontal axis of rotation, and indicators determining the quality of work are tracked.

Keywords: soil treatment, tillage cutter, soil fragmentation

*Corresponding author

Въведение

Земеделието е набор от техники за обработване на земята, предназначени да увеличат максимално качеството и количеството на реколтата.

По същество обработката на почвата представлява механично въздействие на работните органи на земеделските машини, за определено време, върху определен обем почва, с

цел достигане на определена структура удовлетворяваща агротехническите условия за отглеждане на дадена култура (Dallev et al, 2012).

Даллев (2013) разглежда машините с активни работни органи и пише, че с фрезването се постигат добри резултати при почвообработка:

- разрохква се почвата;
- премахват се плевелите;
- разместват се добре торовете в почвата.

Фрезите се използват за повърхностна почвообработка след основната, а така също и за директна обработка след прибиране на предшественика. На предварително изорани почви се фрезува на дълбочина до 12 cm, а на неизорани почви - на дълбочина до 18 cm. При добре обработена почва количеството агрегати с едрина до 5 cm трябва да са над 85%;

Допуска се отклонение от зададената дълбочина на обработка, не повече от 1 cm;

Подрязването и унищожаването на плевелите трябва да обхване поне 95% от общото им количество, при фрезване;

Не се допуска фрезване на почви с коренищни плевели, тъй като операцията спомага за тяхното разпространение.

Работните органи на фрезата извършват сложно движение: постъпателно със скорост V_M с целия агрегат и въртеливо около оста на фрезовия барабан с ъгловата скорост ω .

Обработеният почвен слой се наситнява и размесва в най-голяма степен при работа с ротационни оръдия с активно въртящи се работни органи, които имат ударно действие върху почвата и са в състояние да я наситнят и заравнят, без да се налага провеждането на допълнителни обработки (Hristova, 2022). Чрез изменение на скоростта на движение и скоростта на въртене на барабана при обработка със съвременните фрези е възможно да се регулира степента на наситняване и размесване на орния слой и да се създаде благоприятна структура на почвата в момента на обработката. По такъв начин се спестява времето, което е необходимо за слягане на почвата до сеитбата и не се налага обработване за разбиване на буците, с което почвата допълнително се изсушава (Veleva and Hristova, 2022).

Фрезата използва по-пълно мощността на трактора и подготвя почвата за сеитба с един ход, с което се намалява броят на минаванията на трактора по полето и уплътняването на почвата.

Изследванията през последните години (Dallev et al, 2015, Ivanov et al, 2015, Vileva et al, 2022) показват, че ротационните оръдия не само осигуряват по-добро качество на обработката, но и активно въздействат върху почвеното плодородие. Доброто размесване на орния слой води до значително повишаване на биологичната активност и ефективното му плодородие (Dobrevska et al, 2022).

Установено е Parkhomenko et al. (2023), че в резултат на наситняването на почвата, размесването и равномерното разпределение на органичните остатъци и торовете в целия орен слой, количеството на натрупаните нитрати в обработената с фреза площ се удвоява, биологичните процеси протичат по-интензивно, обемът на корените се увеличава, те се разпределят равномерно в орния слой и добивите от отглежданите култури се повишават.

След обработка с фреза се създават условия за натрупване на влага в почвата и образуване на повече хумус, и за повишаване на противоерозионната устойчивост на почвата поради обогатяването на повърхностния слой с органично вещество (Dallev et al, 2017). Такава обработка при положение, че е правилно съчетана с внасяне на хербициди, окултуряване и удълбочаване на орния слой и торене с достатъчно количество органични и минерални торове, дава добри резултати и в борбата против плевелите (Hristova and Veleva, 2022).

Върху процесите на обработка на почвата, които са обект на изследването, влияние оказват множество фактори. Едни от тях са свързани с материала на обработването – почвата, характеризираща се с определени физико-механични свойства, моментна влажност и състояние, и т.н. Други фактори са свързани с технологичните характеристики на изследваната машина и се определят от скоростта на движение на агрегата, честотата на въртене на барабана и дълбочината на обработка.

Целта на изследването е да се установи качеството на работа на почвообработваща фреза с хоризонтална ос на въртене при параметрична нестабилност (промяна на постъпателна скорост и влажност). Параметрите, които ще се изследват са - спазване на дълбочината на обработка и раздробяването на почвата.

Материали и методи

Зависимите променливи се определят от целта на изследването, а именно определяне на разпрашаването, раздробяването на почвените агрегати, а така също и оптимизиране режима на работа на машината на базата на оптимална влажност.

Обобщаващ показател който може да послужи като критерий за качеството на деформацията, е агрегатния състав на почвата. Той е непосредственият ефект от процеса обработване на почвата, а от друга страна от него зависи обемната плътност на почвата, порьозността, запазването на влагата и твърдостта. Освен това се поставят определени изисквания за оптималното раздробяване на повърхностния слой както и за предпазването му от изсушаване и от ерозия. Според някои изследвания (Атанасов, 2010) началото на ерозия настъпва при приблизително 30% агрегати с размер под 1mm, а ерозионно опасно е състояние при 50% агрегати с размер под 1mm.

Наличието на агрегати над 25mm повече от 30% също е нежелателно. Агрономически ценната фракция е от 1÷10 mm. Нейното процентно участие се изисква да е най-голямо ($\geq 60\%$).

Раздробяването се определя за всеки опит, като през равни разстояния по дължината на опитната леа се вземат по 5 почвени проби по следния начин: забива се метална кутия без дъно с размери 400 x 300 x 300 mm. Дъното се вкарва под нея и кутията с почвата се изважда. Взетите проби се оставят на закрито, при което се изсушават до въздушно сухо състояние и се разделят на фракции чрез сита с отвори 1, 10 и над 10 mm .

Фракциите се претеглят с точност до 1g и се определя процентния им състав.

Показателят за ерозионно-опасно състояние на почвата се характеризира от фракцията с размер до 1 mm.

Показателят за агрономически ценна почва се определя от фракцията с размери от 1 до 10 mm.

$$P = \frac{G_{фр}}{G_{п}} \cdot 100\%$$

където: $G_{фр}$ е масата на дадена фракция, g ,

$G_{п}$ е масата на цялата проба, g.

Влажността се определя, чрез преносим почвен влагомер АМ-128 SOIL, като за целта се правят по 10 измервания на влажността по дължина на работният участък

Дълбочината на работа се измерва с дървен метър, който се забива в почвата до необработената твърда почва и се отчита. Направени са по 10 измервания на всеки участък, като е намерена средната дълбочина на фрезване.

Преди започването на опитите, опитната машина се наглася за работа на определената дълбочина.

Експерименталното изследване се провежда съгласно плана на опитите (Митков и др., 1993).

Скоростта на движение се контролира чрез оборотите и съответната предавка.

Растителните остатъци и плевели по повърхността на полето не се контролират, тъй като при избора на опитното поле е спазено изискването те да са сравнително равномерно разпределени. Опитите са проведени при това състояние, тъй като основно значение за динамиката на процеса има почвата с нейните свойства.

Обект на изследване е почвообработваща фреза с хоризонтална ос на въртене, работна ширина - 1,65 m, необходима мощност – 30 к.с., раб.тела - 32, маса – 195 kg, фиг.1.



Фиг.1 Почвообработваща фреза

Резултати и дискусия

Изследването се проведе в опитното поле на катедра Растениевъдство, при АУ-Пловдив.

Машината бе агрегирана с трактор АГТ - 80, с мощност на двигателя – 81 к.с. и обороти на ВОМ – 540 min^{-1} .

Скорост на движение на агрегата $v = 2.8; 3.5; 4.8 \text{ km/h}$, на I, II и III бавна предавка на трактора, при различна влажност $W \%$.

Зададената дълбочина на работа е 10 cm.

Обработването на повърхностния слой на полето с машината, в зависимост от скоростта и влажността на почвата бе направено с помощта на многофакторен регресионен анализ на основата на провеждане на пасивен експеримент с ниво на значимост $\alpha=0,05$.

Данните от опитите са посместени в табл.1.

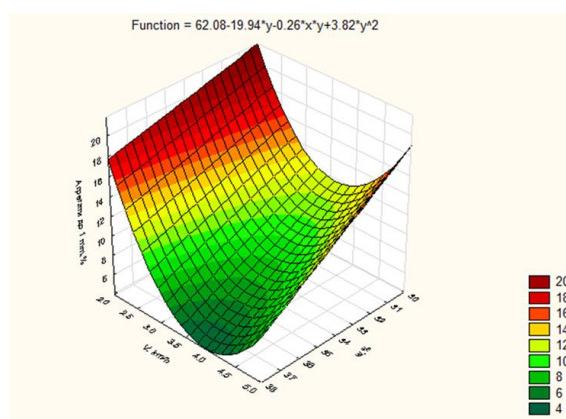
Таблица 1. Данни от полските опити

№	План на експеримента			Данни от експеримента, %		
	W, %	v, km/h	a, cm	< 1mm	от 1 до 10 mm	>10 mm
1	30,7	2.8	8,0	16	53	31
2	31,4	2.8	8,5	12	61	26
3	33,7	2.8	8,5	12	63	25
4	35,3	2.8	9,0	10	67	23
5	37,4	2.8	9,5	9	69	22
6	30,7	3.5	7,5	11	50	39

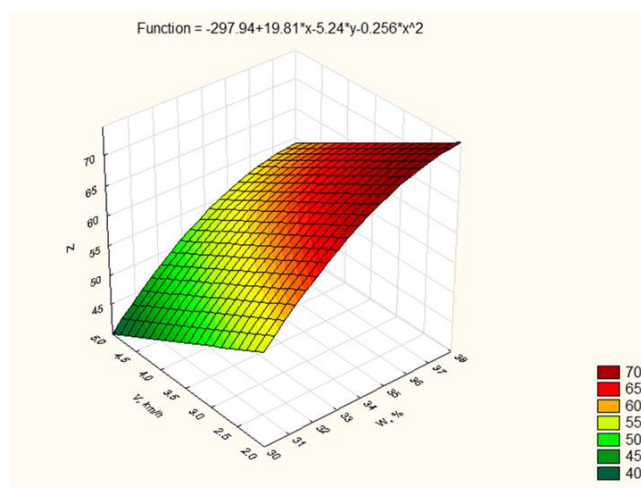
7	31,4	3.5	7,5	10	55	35
8	33,7	3.5	7,5	9	59	32
9	35,3	3.5	8,0	7	65	28
10	37,4	3.5	8,5	6	68	26
11	30,7	4.8	6,9	18	42	40
12	31,4	4.8	7,3	15	47	38
13	33,7	4.8	7,5	11	54	35
14	35,3	4.8	7,9	10	58	32
15	37,4	4.8	8,9	9	60	31

След обработка на опитните данни от раздробяването на почвата в зависимост от скоростта и влажността ѝ са получени следните регресионни уравнения и графики, описващи процеса на раздробяване:

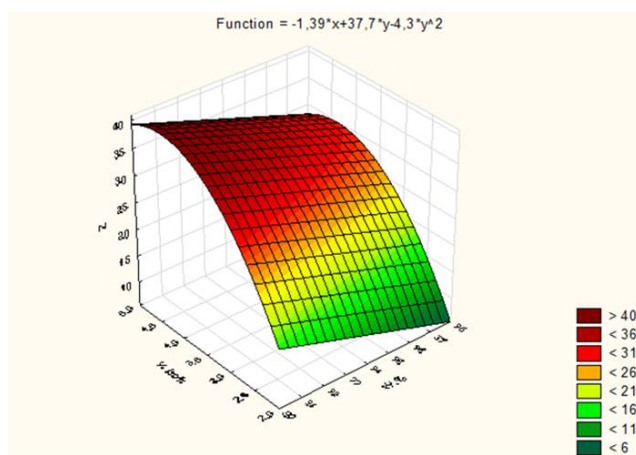
- За агрегати до 1 mm



- За агрегати от 1 до 10 mm



- За агрегати над 10 mm



От графиките се вижда, че с увеличаване на постъпателната скорост и намаляване на влажността, агрегатите до 1 mm увеличават стойностите си. Същата тенденция се запазва и за агрегатите над 10 mm, като при тях увеличението е доста по-голямо. Това се дължи основно от факта, че почвата е суха, а фрезовият барабан прави по-малко обороти на единица площ, респективно стъпката на фрезата е по-голяма. В ниските стойности на скоростта с увеличаване на влажността ситуацията се променя положително в полза на агрегатите между 1 и 10 mm, но тази тенденция се запазва до към нива на скоростта 6 km/h и влажност 37%.

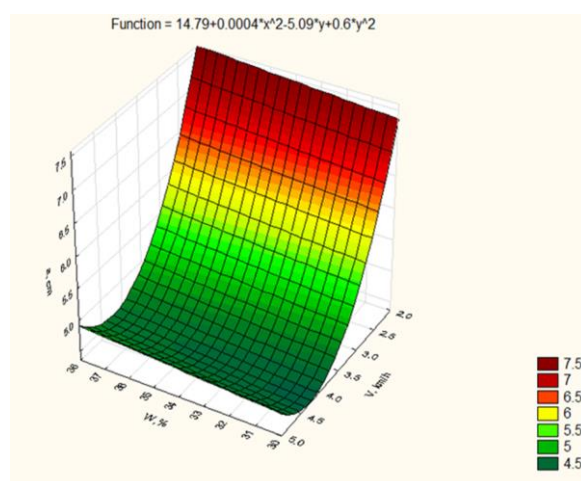
Подходяща скорост на обработка на почвата с фреза е около 4 km/h и влажност за конкретния тип почва – 36%, при която биха се получили следните агрегати:

До 1 mm – 10%

От 1 до 10 mm – 60%

Над 10 mm – 30%

Изследваната устойчивост на машината по показателя спазване на зададената дълбочина в зависимост от скоростта и влажността на почвата също е направена с помощта регресионен анализ, като е получено следното уравнение и графика –



От графиката става ясно, че в ниските стойности на скоростта имаме по-плавно изменение на дълбочината, което се движи в рамките на допустимото. Промените на дълбочината започват да стават по-чувствителни при разлики с увеличаване на скоростта и промени във влажността на почвата.

Заклучение

Въз основа на извършените изследвания се могат да се формулират следните изводи:

1. Изследвана е работата на почвообработваща фреза с хоризонтална ос на въртене при параметрична нестабилност (различна скорост на движение на агрегата и различна влажност на почвата) и са изведени регресионни зависимости и графики описващи процеса на раздробяване на почвата на фракции и устойчивостта на машината по показателя дълбочина на работа.
2. Установено е, че с увеличаване на постъпателната скорост, в ниските стойности на влажността, се влошава обработката като агрегатите от 1 до 10 mm рязко намаляват за сметка на другите.
3. Експериментално е доказано е, че в ниските стойности на скоростта, фрезата запазва по-устойчиво зададената дълбочина на фрезоване.
4. Най-добрият диапазон на работа на фрезата е при скорост 4 km/h и влажност за конкретния тип почва – 36%.

Литература

1. Атанасов, Г. А. (2010). Ефективни агротехнически методи за защита на почвата от водна ерозия в България. Научни трудове на Русенския университет, 49, 28-32.
2. Bileva, T., Valcheva, E., Popova, R., Dobrevska, G., Dallev, M., & Petrova, S. (2022). Effect of management practices on soil fauna in organic orchard in Plovdiv region. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 28(4).
3. Dallev, M., and I. Ivanov. "Study of body for surface tillage in heavy soils with low humidity." *Scientific Papers-Series A, Agronomy* 58 (2015): 45-48.
4. Dallev, M., and Iv Ivanov. "Influence of the disk angle adjustment on the condition soil surface using surface tilling machine." *Agricultural science and technology* 4.1 (2012): 92-93
5. Dallev, Manol, Ivan Ivanov, and Rada Popova. "Investigation of control erosion by surface treatment of the soil with tillage active body." 52. HRVATSKI I 12. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ AGRONOMA (2017): 637.
6. Dobrevska, G., P. Ivanova, and Manol Dallev. "Influence of agricultural cultivation methods on the physicochemical and colour parameters of Florina apples during storage in conventional refrigerated rooms." *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 28.3 (2022): 534-540.
7. DOBREVSKA, Galya, and Manol DALLEV. "CHANGES IN CONVENTIONAL AGROTECHNOLOGY IN THE GROW OF APPLE ROOTSTOCKS." *Scientific Papers. Series B. Horticulture* 64.1 (2020).
8. Hristova G., (2022). Study of sowing quality in vegetable crops depending on tillage, *SCIENTIFIC ATLAS, NO 6, ISSN 2738-7518*
9. Hristova G., P. Veleva, (2022). Effect of the depth of pre-sowing tillage on the yield of wheat grown by conventional technology, *Agricultural science and technology, VOL. 14, No 2, pp 69-74, ISSN 1313-8820 (print) ISSN 1314-412X (online), DOI: 10.15547/ast.2022.02.021*
10. Ivanov, Ivan, and Manol Dallev. "STUDY OF BODY FOR SURFACE TILLAGE IN MEDIUM SANDY-CLAY SOILS WITH LOW HUMIDITY." *Scientific Papers-Series A, Agronomy* 58 (2015): 49-52.
11. Parkhomenko, G., Kambulov, S., Pakhomov, V., Bozhko, I., & Babenko, O. (2023). Results of determining the agrotechnical indicators of a flat cutter for fine tillage. In *E3S Web of Conferences (Vol. 413, p. 02046)*. EDP Sciences.

12. Veleva P. M. and G. M. Hristova, (2022). Statistical models expressing relations between soil moisture, aggregate speed, and tillage depth at plowing and cultivation, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1216 012006

Chief Asst. prof. eng. Ivan Mitkov, PhD

E-mail: i_mitkov70@abv.bg



Ivan Mitkov completed higher education 1990 - 1995 - Higher education at the Technical University "Vasil Aprilov" - Gabrovo - professional qualification "Mechanical Engineer" - Master's degree, specialty: "Technology of metals and metalworking technique", 2012 - 2015 - ESD "Doctor" in the scientific specialty: "Mechanization and electrification of plant growing" in the professional field 5.1. Mechanical Engineering. In 2017 he was awarded PhD degree in the scientific specialty Mechanization and Electrification in Plant Crop. Since 2018 he has been a Chief Assistant professor at the Department of Mechanization of Agriculture at the Agricultural University - Plovdiv. He is the author of a number of scientific publications in the sphere of agricultural mechanization.