

## АНОТАЦІЯ

**Береженко Є.Б.** «Обґрунтування параметрів робочих органів гичкозбирального модуля». – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, 2021 р.

У дисертаційній роботі вирішено нове наукове завдання зниження енерговитрат процесу збирання основного масиву гички коренеплодів шляхом розробки та обґрунтування раціональних параметрів робочих органів гичкозбирального модуля. Зниження енергоємності процесу досягається за рахунок одночасного поєднання операцій зрізування та переміщення зрізаної гички одним активним (роторний гичкоріз) і пасивним (направляючий канал) робочими органами.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та поставлено задачі дослідження. Описано наукову новизну, практичне значення отриманих результатів та особистий внесок здобувача. Наведено відомості щодо апробації та опублікування результатів наукових досліджень.

Вирішення даної мети зведено до розв'язання таких наукових прикладних задач: на основі аналізу технологічних процесів зрізування основного масиву гички коренеплодів розробити конструктивно-технологічну схему удосконаленого гичкозбирального модуля; розробити математичні моделі, які описують та характеризують функціональну залежність зміни технологічної подачі зрізаної гички в міжряддя невикопаних коренеплодів залежно від агробіологічних характеристик коренеплодів і умов роботи гичкозбирального модуля; провести математичне моделювання процесу переміщення зрізаної гички в направляючому каналі та визначити його раціональний профіль; розробити залежність, яка характеризує зменшення енергетичних витрат технологічного процесу збирання основного масиву гички удосконаленим гичкозбиральним модулем; провести експериментальні дослідження:

технологічної подачі зрізаної гички в міжряддя невикопаних коренеплодів залежно від агробіологічних характеристик коренеплодів і умов роботи гичкозбирального модуля; довжини різання головки коренеплодів лезом жорстко-закріпленого та підпружиненого плоского ножа; провести порівняльні дослідження показників якості роботи коренезбиральної машини для способу укладання зрізаної гички в міжряддя невикопаних коренеплодів та укладання зрізаної гички в зону між двома суміжними ділільними дисками, що розташовані в міжрядді невикопаних коренеплодів; визначити економічну ефективність застосування удосконаленого гичкозбирального модуля в виробничих умовах.

На основі проведених наукових досліджень обґрунтовано удосконалений спосіб збирання основного масиву гички коренеплодів і основні конструктивно-кінематичні параметри робочих органів гичкозбирального модуля.

На цій підставі: *вперше розроблено*: математичні моделі, які описують функціональну зміну секундної подачі та питомої маси зрізаної та укладеної гички в міжряддя невикопаних коренеплодів залежно від агробіологічних характеристик коренеплодів і умов роботи гичкозбирального модуля; математичні моделі, які описують та визначають профіль кривини внутрішньої поверхні направляючого каналу з умови рівних післяударних швидкостей та рівних швидкостей руху зрізаної гички по всій довжині направляючого каналу; *уточнено* емпіричні моделі секундної подачі та питомої маси зрізаної та укладеної гички в міжряддя невикопаних коренеплодів у зону розташування ділільних дисків залежно від агробіологічних характеристик коренеплодів і умов роботи гичкозбирального модуля; *дістали подальший розвиток* емпіричні моделі, які дозволяють визначити довжину різання головки коренеплодів для двох типів ріжучого ножа залежно від швидкості різання та коефіцієнта жорсткості пружини.

У першому розділі наведено аналіз способів збирання гички коренеплодів і конструкцій гичкозбиральних модулів, результатів теоретично-

експериментальних досліджень процесу зрізування гички роторним гичкорізом, а також наведено обґрунтування вибору конструктивно-компонувальної схеми гичкозбирального модуля для проведення досліджень.

Удосконалений гичкозбиральний модуль складається з рами на якій встановлено горизонтальний роторний гичкоріз, направляючий дугоподібний кожух і змонтований на його внутрішній поверхні направляючий канал. На барабані роторного гичкоріза встановлено секції ножів, а між ними – ділильні диски. За вихідною горловиною направляючого каналу встановлено фартух.

Під час обертання роторного гичкоріза ножі зрізують гичку з головок коренеплодів, яка під дією повітряного потоку переміщується до вхідної горловини направляючого каналу, а далі транспортується по ньому до фартуха, де подрібнена гичка коренеплодів укладається у зону між двома суміжними дисками, що встановлені у міжрядді невикопаних коренеплодів.

У другому розділі наведено теоретичний аналіз технологічного процесу збирання основного масиву гички коренеплодів удосконаленим гичкозбиральним модулем.

На основі аналізу процесу переміщення зрізаної гички розроблено математичні моделі, які характеризують функціональну зміну секундної подачі та питомої маси зрізаної та укладеної в зону між двома суміжними дисками, що встановлені у міжрядді невикопаних коренеплодів залежно від агробіологічних характеристик і умов роботи гичкозбирального модуля.

Встановлено, що функціональна зміна, як секундної подачі, так і питомої подачі маси зрізаної та подрібненої гички залежно від зміни швидкості руху гичкозбирального модуля, урожайності гички та густоти насадження коренеплодів має лінійний, прямопропорційний характер.

За середньої урожайності гички великорозмірних коренеплодів 170...190 ц/га, або 1,7...1,9 кг/м<sup>2</sup>, густоти насадження коренеплодів 8...10 шт./м<sup>2</sup> та усередненого значення робочої швидкості руху гичкозбирального модуля від 1,5 до 1,6 м/с середнє значення секундної подачі гички становить від 60 до 80 кг/с, а питомої маси укладеної гички в міжряддя невикопаних коренеплодів – від 25 до 30 кг/м<sup>2</sup>.

На основі гарантованого переміщення зрізаної гички у направляючому каналі до фартуха отримано функціональні залежності, які визначають профіль направляючого каналу з умови рівних післяударних швидкостей та рівних швидкостей руху зрізаної гички по всій довжині направляючого каналу.

Встановлено, що за діаметра роторного гичкоріза 0,35...0,4 м, частоти обертання роторного гичкоріза 73,3 рад/с або колової швидкості Г-подібного ножа 24,5 м/с, кут вильоту зрізаної гички з ножа становить 85 град., а раціональний кут між напрямком вектора доударної швидкості та дотичною до профілю направляючого каналу в точці удару знаходиться в діапазоні 30...35 град. за якого початкова швидкість руху зрізаної гички знаходиться у діапазоні 9,5...10,5 м/с, а на виході з вихідної горловини – 2,5...3,5 м/с, при цьому час переміщення гички по направляючому каналу становить 0,15...0,2 с.

На основі аналізу можна констатувати, що: мінімальна висота профілю направляючого каналу рівна або менше 1 м досягається за кута зіткнення рівного 35 град.; профіль, у якого кут зіткнення рівний 15 град. призводить до значного збільшення матеріаломісткості направляючого каналу та збільшення кутової швидкості роторного гичкоріза, або збільшення енергозатрат процесу; найбільш прийнятним є профіль, у якого кут зіткнення близький до 25 град., при цьому висота профілю направляючого каналу становить 1,2 м.

У третьому розділі наведено програму, опис експериментальних установок і методику проведення експериментальних досліджень.

Програма експериментальних досліджень передбачала: розробку емпіричних моделей, які характеризують: функціональну зміну секундної подачі та питомої маси зрізаної гички, укладеної в міжряддя невикопаних коренеплодів залежно від зміни незалежних факторів – швидкості руху гичкозбирального модуля, урожайності та густоти насадження коренеплодів цикорію; функціональну зміну довжини різання головки коренеплодів кормових буряків залежно від зміни незалежних факторів – швидкості різання та коефіцієнта жорсткості пружини підпружиненого ножа; проведення порівняльних польових досліджень показників якості збирання коренеплодів

цикорію для двох способів зрізування основного масиву гички – суцільне укладання зрізаної гички в міжряддя невикопаних коренеплодів і укладання зрізаної гички в зону між двома суміжними ділільними дисками, що розташовані в міжрядді невикопаних коренеплодів.

Для експериментального дослідження секундної подачі та питомої маси зрізаної та укладеної гички в міжряддя невикопаних коренеплодів цикорію застосовували експериментальний зразок 3-х рядного гичкозбирального модуля. Для дослідження довжини різання головок коренеплодів кормових буряків лезом ріжучого ножа було виготовлено маятниковий копер з встановленим на кінці маятника двома типами ножів – плоского ножа, який жорстко закріплений на осі маятника та підпружиненого ножа.

Методика проведення експериментальних досліджень базувалася на основі наукових методів планування та реалізації планованих факторних експериментів з метою отримання рівнянь регресії параметра оптимізації.

Обробку експериментального масиву даних проводили за загальновідомими методами розрахунку з використанням методик регресійного та кореляційного аналізу.

У четвертому розділі наведено результати реалізації програми експериментальних досліджень.

На основі обробки експериментального масиву даних отримано: лінійні рівняння регресії, які описують функціональну зміну секундної подачі та питомої маси гички, укладеної в міжряддя невикопаних коренеплодів цикорію залежно від зміни урожайності та густоти насадження коренеплодів і швидкості руху гичкозбирального модуля.

За мінливого збільшення зміни урожайності гички в межах від  $1,4 + 0,2$  (кг/м<sup>2</sup>) до  $1,6 + 0,2$  (кг/м<sup>2</sup>) та густоти насадження коренеплодів цикорію в межах від  $7 + 2$  (шт./м<sup>2</sup>) до  $9 + 2$  (шт./м<sup>2</sup>) секундна подача гички у міжряддя невикопаних коренеплодів збільшується пропорційно збільшенню кожного фактора та знаходиться у діапазоні від 18 кг/с до 40 кг/с за швидкості руху модуля від 1,2 м/с до 1,6 м/с.

За мінливого зменшення зміни урожайності гички в межах від  $1,6 - 0,2$  (кг/м<sup>2</sup>) до  $2,0 - 0,2$  (кг/м<sup>2</sup>) та густоти насадження коренеплодів цикорію  $\Gamma_k - \Delta\Gamma_k$  в межах від  $7 - 2$  до  $11 - 2$  (шт./м<sup>2</sup>) секундна подача гички у міжряддя невикопаних коренеплодів збільшується пропорційно збільшенню кожного фактора та знаходиться у діапазоні від 6 кг/с до 26 кг/с за швидкості руху модуля  $\mathcal{Q}_M$  від 1,2 м/с до 1,6 м/с.

Домінуючими факторами, вплив яких призводить до значної зміни питомої маси гички, яку зрізано ножами роторного гичкоріза та укладено у міжряддя невикопаних коренеплодів між двома суміжними ділильними дисками є урожайність гички та густота насадження коренеплодів цикорію. При цьому питома маса гички за зміни швидкості руху гичкозбирального модуля від 1,2 м/с до 1,6 м/с знаходиться у діапазоні  $18...27$  кг/м<sup>2</sup> та  $10...18$  кг/м<sup>2</sup>.

Розбіжність між теоретичними та експериментальними значеннями секундної подачі зрізаної гички в міжряддя невикопаних коренеплодів цикорію при зміні густоти насадження та урожайності гички знаходиться в діапазоні від 12 % до 20 %, а питомої маси гички, укладеної в міжряддя невикопаних коренеплодів – від 7 до 18 %.

За результатами порівняльних досліджень встановлено, що загальна кількість домішок у зібраному воросі коренеплодів зменшується на 0,8 %, у тому числі: загальна кількість ґрунтових домішок зменшується на 0,5 %; загальна кількість рослинних домішок зменшується на 0,3 %; кількість вільного ґрунту зменшується на 0,2 %; кількість вільних рослинних домішок зменшується на 0,5 %.

Встановлено, що кількість зрізаної та укладеної гички в захисні зони невикопаних рядків коренеплодів для базового способу збирання гички дорівнює 4,5 %, а для удосконаленого способу збирання гички – 2,1 %, тобто кількість гички зменшується в 2,2 рази.

Ефективне підсилення швидкості різання головок коренеплодів, або збільшення довжини різання головок коренеплодів кормових буряків

відбувається в другому випадку конструктивного виконання ріжучого ножа (підпружиненого ножа) за жорсткості пружини більше 35 Н/см.

У п'ятому розділі наведено шляхи подальшого удосконалення робочих органів гичкозбирального модуля, розрахунок зменшення енерговитрат процесу збирання гички удосконаленим модулем і розрахований економічний ефект від застосування удосконаленого модуля.

На основі аналізу теоретично-експериментальних досліджень було обґрунтовано такі раціональні параметри гичкозбирального модуля: діаметр роторного гичкоріза 0,35 м; частота обертання роторного гичкоріза 600...650 об/хв; діаметр ділильних дисків 0,4 м; відстань між ділильними дисками 0,35 м; швидкість руху гичкозбирального модуля 1,6...1,8 м/с.

Було встановлено, що питомі затрати споживчої потужності шнекового конвеєра при збиранні гички з 6 рядків коренеплодів і урожайністю гички від 1,4 до 1,8 кг/м<sup>2</sup> за зміни швидкості руху гичкозбирального модуля від 1,2 до 1,6 м/с змінюються в діапазоні від 0,011 кВт до 0,018 кВт с/ кг м. При цьому за одночасного збирання 3-х, 4-х і 6-ти рядків коренеплодів питомі затрати споживчої потужності удосконаленого гичкозбирального модуля зменшуються, відповідно, на: 0,023...0,28 кВт с/ кг м; 0,017...0,22 кВт с/ кг м; 0,011...0,014 кВт с/ кг м.

**Ключові слова:** роторний гичкоріз, направляючий канал, секундна подача гички, питома маса гички, зміна урожайності гички, зміна густоти насадження коренеплодів, профіль направляючого каналу, параметри.

## **ABSTRACT**

Berezhenko E.B. «Substantiation of the haulm gatherer working bodies parameters». Qualifying scientific work on the rights of the manuscript. Qualification scientific work with the manuscript copyright.

Doctor of Philosophy thesis on specialism 133 «Industrial Engineering» (13 – Mechanical Engineering). – Ternopil I. Puluj national technical university, Ternopil, 2021.

In the dissertation work the new scientific problem of energy consumption reduction of root crops tops harvesting process is solved by development and substantiation of rational haulm gatherer working bodies parameters. Energy consumption is reduced by combining the cutting and moving operations of the cut-off tops with one active (rotary top cutter) and one passive (guide channel) working body.

In the introduction to the general relevance of the topics, the purpose and objectives of the study are formed. The scientific novelty, practical significance of the obtained results and personal contribution of the applicant are described. Information on approbation and publication of research results is given.

The solution of this work objective is reduced to the connection of the following complex scientific problems: to develop the constructive-technological scheme of the improved haulm gatherer on the technological processes analysis basis of the root crops tops cutting; to develop mathematical models that describe and characterize the functional dependence of changes in the technological delivery of cut off tops between rows with unexcavated roots crops depending on the agrobiological characteristics of roots crops and operating conditions of the haulm gatherer; to carry out mathematical modeling of the process of moving the cut off tops in the guide channel and to determine its rational profile; to develop a dependence that characterizes the energy costs reduction of the using improved haulm gatherer in the technological process of root crops tops harvesting; to carry out experimental researches of: technological delivery of cut off tops between rows with unexcavated roots crops depending on the agrobiological characteristics of roots

crops and operating conditions of the haulm gatherer; the length of root crop head cutting by using a rigidly fixed knife and by using spring-loaded flat knife; to carry out comparative researches of haulm gatherer working quality indicators for a method of stacking a cut off tops between rows with unexcavated roots crops and stacking a cut off tops in the area between two adjacent dividing disks located in the row spacing of unexcavated roots; to determine the economic efficiency of the application of the advanced hook-harvesting module in production conditions.

On the basis of the carried-out scientific researches, the improved way of gathering of the main mass of a root crop tops and the basic constructive and kinematic parameters of working bodies of a haulm gatherer is proved.

On this basis: first time developed: mathematical models that describe the functional change of the second feed and the specific gravity of the cut and stacked tops between rows of unexcavated roots depending on the agrobiological characteristics of roots and operating conditions of the haulm gatherer; mathematical models that describe and determine the profile of the curvature of the inner surface of the guide channel from the condition of equal post-shock velocities and equal speeds of movement of the cut tops along the entire length of the guide channel; empirical models of the second feed and the specific weight of the cut and stacked tops between rows with unexcavated roots in the area of the dividing disks location depending on the agrobiological characteristics of the roots and the operating conditions of the haulm gatherer; empirical models have been further developed, which allow to determine the cutting length of the root crop head for two types of cutting knife depending on the cutting speed and the spring stiffness coefficient.

The first section presents an analysis of root crops tops harvesting methods and designs a haulm gatherers, the results of theoretical and experimental studies of the process of cutting the tops by rotary cutter as well as the rationale for choosing the design scheme of the haulm gatherer for research. The improved haulm gatherer consists of a frame on which a horizontal rotor cutter is installed, a guide arc-shaped casing and a guide channel mounted on its inner surface. Knife sections are installed on the rotary cutter wheel and dividing discs are installed between them. A deflector

is installed behind the guide channel outlet neck.

During the rotation of the rotary cutter knives cut the tops from the heads of root crops, which under the air flow action moves to the inlet of the guide channel, and then transported through it to the deflector, where the crushed tops is placed in the area between two dividing disks installed in between rows of unexcavated roots crops .

The second section presents a theoretical analysis of the technological process of harvesting the main array of root crops tops with an improved haulm gatherer.

Based on the analysis of the process of moving the cut tops, mathematical models have been developed that characterize the functional change of the second feed and the specific weight of the cut and stacked in the zone between two adjacent disks installed in the row of unexcavated roots crops depending on agrobiological characteristics and operating conditions.

It is established that the functional change of both the second feed and the specific feed of the mass of the cut and crushed tops depending on the change in the speed of the haulm gatherer, the yield of the tops and the density of root crops is linear, directly proportional.

With an average yield of large root crop 170... 190 q / ha, or 1.7... 1.9 kg / m<sup>2</sup>, root crop planting density 8... 10 pcs / m<sup>2</sup> and the average value of the haulm gatherer working speed 1.5-1, 6 m / s, the average value of the second feed of the tops is 60- 80 kg / s, and the specific weight of the stacked tops between rows of unexcavated roots crops 25-30 kg / m<sup>2</sup>.

Based on the guaranteed movement of the cut tops in the guide channel to the deflector are obtained functional dependences, which determine the profile of the guide channel on the condition of equal post-impact speeds and equal speeds of movement of the cut tops along the entire length of the guide channel.

It is established that with the diameter of the rotary cutter 0.35... 0.4 m, the rotational speed of the rotary cutter 73.3 rad / s or the circular speed of the L-shaped knife 24.5 m / s, the angle of departure of the cut tops from the knife is 85 degrees, and the rational angle between the direction of the hock velocity vector and the

tangent to the profile of the guide channel at the point of the shock  $s$  in the range of 30... 35 deg. at which the initial speed of the cut tops is in the range of 9.5... 10.5 m / s, and at the outlet of the outlet neck - 2.5... 3.5 m / s, while the time of tops movement on the guide channel is 0, 15... 0.2 s.

Based on the analysis, it can be stated that: the minimum guide channel profile height is equal to or less than 1 m is achieved at a collision angle equal to 35 degrees; profile whose collision angle is 15 deg. leads to a significant increase in the material consumption of the guide channel and an increase in the angular velocity of the rotary cutter, or increase the energy consumption of the process; the most acceptable is a profile whose collision angle is close to 25 deg., while the height of the profile of the guide channel is 1.2 m.

The third section presents the program, description of experimental installations and methods of experimental research.

The experimental researching program included: development of empirical models that characterize: the functional change of the second feed and the specific weight of the cut tops, placed between rows of unexcavated roots crops depending on changes in independent factors - the speed of the haulm gatherer, yield and planting density of chicory roots; functional change of root crops heads cutting length depending on change of independent factors - cutting speed and spring stiffness coefficient of spring-loaded knife; conducting comparative field researching of the chicory root harvesting quality indicators for two methods of cutting the main mass of root crops tops - stacking of the cut tops between rows of unexcavated roots crops and stacking of the cut tops in the area between two adjacent dividing disks located in the rows of unexcavated roots crops.

An experimental sample of a 3-row haulm gatherer was used for the experimental study of the second feed and the specific weight of the cut and stacked tops between rows of unexcavated roots crops. To study the length of cutting the heads of fodder beet roots with a cutting knife blade, a shock machine was made with two types of knives mounted on the end of the pendulum - a flat knife which is rigidly fixed on the pendulum axis and a spring knife.

The methodology of experimental research was based on scientific methods of planning and implementation of planned factorial experiments in order to obtain the regression equations of the optimization parameter.

Processing of the experimental data set was performed according to well-known calculation methods using the methods of regression and correlation analysis.

The fourth section presents the results of the experimental research program.

Based on the processing of the experimental data set, the following are obtained: linear regression equations describing the functional change of the second feed and the specific weight of the tops stacked between rows of unexcavated roots crops depending on the change in yield and density of root crops and the speed of the haulm gatherer.

With a variable increase in the yield of the haulm in the range from  $1.4 + 0.2$  (kg / m<sup>2</sup>) to  $1.6 + 0.2$  (kg / m<sup>2</sup>) and the density of chicory roots in the range from  $7 + 2$  (pcs / m<sup>2</sup>) ) up to  $9 + 2$  (pcs./m<sup>2</sup>) the second feed of the haulm between rows of unexcavated roots crops increases in proportion to the increase of each factor and is in the range from 18 kg / s to 40 kg / s at a module speed of 1.2 m / s to 1 , 6 m / s.

With a variable decrease in the change in yield of the haulm in the range from  $1.6 - 0.2$  (kg / m<sup>2</sup>) to  $2.0 - 0.2$  (kg / m<sup>2</sup>) and the density of planting chicory roots in the range from  $7 - 2$  to  $11 - 2$  ( pcs./m<sup>2</sup>) the second feed of haulm between rows of unexcavated roots crops increases in proportion to the increase of each factor and is in the range from 6 kg / s to 26 kg / s at a module speed of 1.2 m / s to 1.6 m / s.

The dominant factors, the influence of which leads to a significant change in the specific weight of the haulm which is cut with rotary top cutter placed between rows of unexcavated roots crops between two adjacent dividing discs are the yield of the haulm and the density of chicory roots. In this case, the specific weight of the haulm with changes in the speed of the haulm gatherer from 1.2 m / s to 1.6 m / s is in the range of 18... 27 kg / m<sup>2</sup> and 10... 18 kg / m<sup>2</sup>.

The discrepancy between the theoretical and experimental values of the second feed of cut haulm between rows of unexcavated chicory roots with changes in planting density and yield of haulm is in the range from 12% to 20%, and the

proportion of haulm stacked between rows of unexcavated root crops - from 7 to 18%.

According to the results of comparative studies, it was found that the total amount of impurities in the collected heap of roots decreases by 0.8%, including: the total amount of soil impurities decreases by 0.5%; the total amount of plant impurities decreases by 0.3%; the amount of free soil decreases by 0.2%; the amount of free plant impurities decreases by 0.5%.

It was found that the amount of cut and stacked haulm in protective zone of unexcavated root crops for the basic harvesting method is 4.5%, and for the improved method -2.1 %, the amount of haulm is reduced by 2.2 times.

Effective increase of root crops head cutting speed , or increase of root crops head cutting length occurs in the second case of constructive execution of a cutting knife (spring-loaded knife) at spring rigidity more than 35 N / cm.

The fifth section presents ways to further improve the working bodies of the haulm gatherer, the calculation of the energy consumption reduction of the process with improved haulm gatherer and the calculated economic effect of the application of the improved haulm gatherer.

Based on the analysis of theoretical and experimental studies, the following rational parameters of the haulm gatherer were substantiated: diameter of the rotary hook-cutter 0.35 m; rotational speed of the rotary cutter 600... 650 rpm; diameter of dividing disks 0,4 m; the distance between the dividing disks is 0.35 m; the speed of the haulm gatherer is 1.6... 1.8 m / s.

It was found that the specific consumption of consumer power of the screw conveyor when harvesting the haulm from 6 rows of roots and the yield of the haulm 1.4-1.8 kg / m<sup>2</sup> with changes in the speed of the haulm gatherer 1.2-1.6 m / s change in the range 0,011 kW-0,018 kW s / kg m. At the same time at simultaneous harvesting of 3, 4 and 6 rows of root crops specific expenses of consumer power of the improved haulm gatherer decrease, accordingly, on: 0,023... 0,28 kW with / kg m; 0.017... 0.22 kW s / kg m; 0.011... 0.014 kW s / kg m.

**Key words:** rotary top cutter, guiding channel, second haulm feed, specific

haulm weight, change in haulm yield, change in the root crops density, guide channel profile, parameters.