Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2023, 26 (1), 331-346 *ISSN1311-0489 (Print)*
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan *ISSN 2367-8364 (Online)*

Изследване на студоустойчивостта на перспективни сортове сливи през зимния период

Мартин Колев

Институт по земеделие – 2500 Кюстендил,
Селскостопанска Академия-София, България

Investigation of the Cold Resistance of Promising Plum Cultivars during the Winter Period

Martin Kolev

Institute of Agriculture, 2500 Kyustendil, Agricultural Academy-Sofia, Bulgaria

E-mail: gugyy@abv.bg

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Зимните ниски температури оказват негативно влияние върху жизнеността на дърветата, количеството и качеството на реколтата, поради което се налага изучаването на студоустойчивостта на различните сортове овощни дървета. Селекция на сортове с добра студоустойчивост би имала голям икономически и социален ефект на фона на променящите се климатични условия. Целта на това изследване е да определим степента на студоустойчивост през зимните месеци, на отглеждани в района сортове сливи за по-оптималното им микрорайониране.

Направена е климатична характеристика на студените месеци в района за последните 10 години. През зимата на 2022-2023г. са проследени климатичните показатели – валежи (mm), средна,

SUMMARY

Low winter temperatures have a negative impact on the vitality of the tree, the quantity and quality of the harvest, therefore it was necessary to investigate the cold hardiness of fruit tree cultivars.

The selection of cultivars with good cold hardiness has a great economic and social effect against the background of changing climatic conditions. The purpose of this studied was to determine the level of cold resistance during the winter months of the plum cultivars grown in the area, for their more optimal microzoning.

A climatic characterization of the cold months in the area for the last 10 years was made.

In the winter of 2022-2023, climatic indicators were observed: precipitation (mm), average, minimum

минимална и максимална денонощна температура на въздуха и е изследвана студоустойчивостта на сливовите сортове Jojo, Top, Black Diamond, Anna Shpet и Stanley при почвено климатичните условия на Кюстендилски район. Степента на чувствителност към ниски зимни температури е определяна при контролирани (лабораторни) условия. Промразяванията са извършени трикратно – в средата на месеците декември, януари и февруари. Заложени са следните варианти:; I-ви вариант -15ºC; II-ри вариант -20ºC; III-ти вариант -25ºC и контрола (нетретирани).

Метеорологичните условия значително повлияха на студоустойчивостта на плодните пъпки на сортовете. Най-значителните щети се наблюдаваха през февруари, а най-добра студоустойчивост се проявява през януари. С най-висока обща устойчивост се прояви сортът Anna Shpet, а най-чувствителен на ниски зимни температури е Jojo. В последните години сортът Top придобива все по-голяма популярност и представлява интерес за производителите.

Същият показа много висока устойчивост и е подходящ за местообитания с ниски температури през зимата.

Ключови думи: ниски температури, студоустойчивост, климатични условия, слива

and maximum daily air temperature, and the cold resistance of plums cultivars Jojo, Top, Black Diamond, Anna Shpet and Stanley was studied under soil and climatic conditions of Kyustendil region.
The level of sensitivity to low winter temperatures was determined under controlled (laboratory) conditions.

Freezing was carried out three times – in the middle of the months of December, January and February. The following options were set: 1st variant -15ºC; 2nd variant -20ºC; 3rd variant -25ºC and control (untreated).

Weather conditions significantly affected the cold resistance of the fruit buds of the cultivars.
The most significant damages were observed in February, and the best cold resistance was in January.

Cultivar Anna Shpet showed the highest general resistance, and the most sensitive to low winter temperatures was Jojo. In recent years, cultivar Top has gained more and more popularity and has been of interest to growers.

It showed very high resistance and was suitable for habitats with low winter temperatures.

Key words: Low temperatures, cold hardiness, climatic conditions, plum

УВОД

Овощарството е отрасъл на земеделието, който е силно зависим от динамиката на климата.

При избора на място за създаване на овощна градина, трябва добре да познаваме климата на района. След като се направи климатично проучване на

INTRODUCTION

Fruit growing was a branch of agriculture that was highly dependent on climate dynamics.

When chose a place to create an orchard, we had to know the climate of the area well.
After carrying out a climatic survey of the area, suitable species and

района трябва да се подберат подходящи видове и сортове.

Климатът в Кюстендилския район е преходно-континентален със сравнително мека зима, топло и сухо лято. Данните за стойностите на различните метеорологични фактори за 100-годишен период показват, че в района съществуват благоприятни условия за отглеждане на сливи.

Сериозен рисков фактор за района са късните пролетни мразове, които съвпадат с цъфтежа на сливата и в отделни години нанасят значителни щети, но не бива да се подценяват и ниските зимни температури.

Повредите от ниските температури са един от основните определящи фактори за производството и разпространението на овощните култури. Още римляните знаели значимостта на ниските зимни температури и пролетните слани при райониране на различни видове културни растения. Преди повече от 2000 години те са полагали усилия да защитят културните растения от ниски температури (Columela, 1965).

Въпреки многобройните изследвания и усилията, посветени на намаляване на щетите от ниските температури, те причиняват по-сериозни загуби на плодове, отколкото всяка друга екологична или биологична опасност (Weiser, 1970a; Thomashow, 1998).

Устойчивостта към ниски температури варира през различните периоди от годината и при различните тъкани и части на растението (Weiser, 1970b).

Увреждането на растението от замръзване може да бъде свързано с ниски температури

varieties should be selected.

The climate in Kyustendil region was transitional-continental with relatively mild winters and warm and dry summers. Data on the value of current meteorological factors for a 100-year period showed that there were favorable conditions for growing plums in the area.

A serious risk factor for the area was the late spring frosts, which coincided with the plum blossom and in some years caused significant damage, but the low winter temperatures should not be underestimated.

Damage from low temperatures was one of the main determinants of production and distribution of fruit crops.

Even the Romans knew the importance of low winter temperatures and spring frosts in zoning different types of cultivated plants.
More than 2000 years ago, they made efforts to protect cultivated plants from low temperatures (Columela, 1965).

Despite numerous studies and efforts devoted to reducing damage from cold temperatures, they cause more severe fruit losses than any other ecological or biological hazard (Weiser, 1970a; Thomashow, 1998).

Tolerance to low temperatures varies at different times of the year and in different tissues and parts of the plant (Weiser, 1970b).

Frost damage to the plant can be associated with low temperatures before dormancy in the fall, in mid-

преди покоя през есента, в средата на зимата по време на пълния покой или по време и след цъфтежа през пролетта. Ниските есенни и зимни температури засягат предимно ксилема, кората, корените и пъпките, но също могат да доведат и до смърт на дърветата (Palonen and Buszard, 1997), което рядко се наблюдава в нашия регион. Най-устойчива на измръзване е камбиалната тъкан (Duchovskis, 1998; Duchovskis et al., 2007). През фазата на дълбок покой сливата показва много добра студоустойчивост и се нарежда след ябълката, черешата и крушата. Понася температура на въздуха от -30°C, дори и по-ниска, без значителни повреди (Dzhuvinov et al., 2012; Dimitrova et al., 2021).

Szalay et al. (2017) установяват, че студоустойчивостта на плодните пъпки при сливовите сортове Stanley, Čačanska Lepotica и Besztercei нараства постепенно от ноември и достига своя максимум в средата на януари.

Повечето видове овощни дървета изискват минимално повишаване на температурата, за да се прекъсне латентността (Faust et al., 1997). След като дърветата излязат от пълен покой и навлизат в принудителен покой устойчивостта им на ниски зимни температури намалява. Понякога цветовете не се появяват, като това се дължи на измръзване на пъпките преди цъфтеж и те окапват. Pae et al. (2004) доказват, че подложката има влияние върху студоустойчивостта на сливовите дървета. Младите, активно растящи, цъфтящи и дехидратирани растения обикновено са най-уязвими на минусови температури (Stushnoff, 1972). В умерения климат,

winter during full dormancy, or during and after flowering in the spring.

Low autumn and winter temperatures mainly affect xylem, bark, roots and buds, but can also lead to tree death (Palonen and Buszard, 1997), which was rarely observed in our region.

The most resistant to freezing was the cambial tissue (Duchovskis, 1998; Duchovskis et al., 2007).
In the phase of deep dormancy, the plum has showed very good cold resistance and ranks after the apple, cherry and pear.
It tolerated air temperature of -30°C, even lower, without significant damage (Dzhuvinov et al., 2012; Dimitrova et al., 2021).

Szalay et al. (2017) found that cold hardiness of fruit buds in plum cultivars Stanley, Čačanska Lepotica and Besztercei increased gradually from November and reached its maximum in mid-January.

Most fruit tree species require a minimal increase in temperature to break dormancy (Faust et al., 1997).

Once trees come out of complete dormancy and enter forced dormancy, their resistance to low winter temperatures decreases.
Sometimes the flowers do not appear and this is due to the frosting of the buds before flowering and they drop off. Pae et al. (2004) proved that rootstock has an effect on cold tolerance of plum trees.

Young, actively growing, flowering, and dehydrated plants were generally most vulnerable to freezing temperatures (Stushnoff, 1972).

In temperate climates, damage during

повредите по време на цъфтеж, обикновено са по-значими от тези, дължащи се на ниски зимни температури (Rodrigo, 2000).

Най-студоустойчивите сортове разпространени в България са Strinava, Izobilie, Anna Shpet, Tuleu Timpuriu, Mirabelle de Nancy, Čačanska Najbolja и Althan's Gage (Georgieva and Serbezova, 2018). Оценката на студоустойчивостта на овощните дървета по метода на директно замразяване на растенията се счита за една от най-обективните (Denisov, 1961).

През последните години в района на Кюстендил често се случва абсолютната минимална температура да спадне за 1-2 дни между -15°C и -20°C (Krumov, 2014). Регистрирани са и рекордно ниски зимни температури от -29.5°C, което е довело до унищожаване на плодовата реколта (Krumov and Christov, 2020). Зимните ниски температури оказват негативно влияние върху жизнеността на дърветата, количеството и качеството на реколтата, поради което се налага изучаването на студоустойчивостта на различните сортове овощни дървета.

Селекцията на сортове с добра студоустойчивост би имала голям икономически и социален ефект на фона на променящите се климатични условия.

В това изследване си поставихме за цел да определим степента на студоустойчивост през зимните месеци, на отглеждани в района сортове сливи с цел по-оптимално им микрорайониране.

flowering was generally more significant than that due to low winter temperatures (Rodrigo, 2000).

The most cold-resistant cultivars distributed in Bulgaria were Strinava, Izobilie, Anna Shpet, Tuleu Timpuriu, Mirabelle de Nancy, Čačanska Nogba and Althan's Gage (Georgieva and Serbezova, 2018). The evaluation of the cold resistance of fruit by the method of direct freezing of plants was considered one of the most objective (Denisov, 1961).

In recent years, in the Kyustendil region, it often happened that the absolute minimum temperature dropped for 1-2 days between -15°C and -20°C (Krumov, 2014). Record low winter temperatures of -29.5°C were also recorded, resulting in the destruction of the fruit crop (Krumov and Christov, 2020). The low winter temperatures have a negative impact on the vitality of the trees, the quantity and quality of the harvest, this made it necessary to investigate the cold resistance of the different cultivars of fruit trees.

The selection of cultivars with good cold resistance would have a great economic and social effect against the background of changing climatic conditions.

In this study, we set out to determine the degree of cold resistance of plum cultivars grown in the area during the winter months with the aim of their more optimal micro-zoning.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През зимата на 2022-2023г. е изследвана студоустойчивостта на сливовите сортове Jojo, Top, Black

MATERIAL AND METHODS

In the winter of 2022-2023, the cold resistance of the plum cultivars Jojo, Top, Black Diamond, Anna

Diamond, Anna Shpet и Stanley при почвено климатичните условия на Кюстендилски регион. Степента на чувствителност към ниски зимни температури е определяна при контролирани (лабораторни) условия.

Сортиментовото насаждение е създадено през пролетта на 2011г. при разстояние на засаждане 4 x 3 m. Дърветата са присъдени върху семеначета от жълта джанка (*Prunus cerasifera*).

Формирани са в свободно растяща корона с височина на ствола 80 cm и са отглеждани без напояване.

Направена е климатична характеристика на зимните месеци в района за последните 10 години.

Проследени са климатичните показатели: валежи (mm), средна, минимална и максимална денонощна температура на въздуха по време на изследването.

Взета е средна проби клонки от всеки сорт. Всяка от тях е с над 100 броя плодни пъпки. Промразяванията са извършени трикратно – в средата на месеците декември, януари и февруари.

Заложени са следните варианти: I$^{-ви}$ вариант -15ºC; II$^{-ри}$ вариант -20ºC; III$^{-ти}$ вариант -25ºC и контрола (нетретирани). Клонките са поставяни в хладилна камера с постепенно понижаване на температурата до заложените нива.

Времетраенето на всеки температурен праг бе по 2 часа за всеки вариант. След изваждането им и престояването им две денонощия на стайна температура са отчетени повредените цветни зачатъци, чрез напречни разрези на плодните пъпки (Снимка 1), (Nedev et al., 1979).

Shpet and Stanley under the soil and climatic conditions of the Kyustendil region was studied. The degree of sensitivity to low winter temperatures was determined under controlled (laboratory) conditions.

The assortment plantation was created in the spring of 2011 at a planting distance of 4 x 3 m.
The trees were grafted on *Prunus cerasifera* rootsock.

They were formed in a free-growing crown with a stem height of 80 cm and ware grown without irrigation.

Climatic characteristics of the winter months in the area for the last 10 years were made.

Climatic indicators were tracked: precipitation (mm); average, minimum and maximum daily air temperature during the study.

Average samples of fruit branches were taken from each cultivar, with each sample contained at least 100 fruit buds. Freezing was carried out three times – in the middle of December, January and February.

The following options were set: 1st variant -15ºC; 2nd variant – 20ºC; 3rd variant -25ºC and control (untreated). The branches were placed in a refrigerator with a gradual lowering of the temperature to the set levels.

The duration of each temperature threshold was 2 hours for each variant. After removing them and leaving them for two days at room temperature, the damaged flower primordia were counted by transverse sections of the fruit buds (Photo 1), (Nedev et al., 1979).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Направен е анализ на абсолютно минималните температури в периода ноември – март за последните десет години (Фигура 1). От анализа се вижда, че температурите започват да се понижават значително през месец декември, когато овощните дървета преминават в фаза дълбок покой.

Най-студеният месец в региона е януари. През 2017г. се наблюдават минимални температури от -27°C, като през тази година овощната плодова продукция е почти напълно унищожена. Февруари започва повишаване на минималната и средната денонощна температура, като с това повишение дърветата постепенно преминават от пълен в принудителен покой. Най-голяма опасност от зимни повреди по плодните пъпки на сливата е през месец февруари и март.

RESULTS AND DISCUSSION

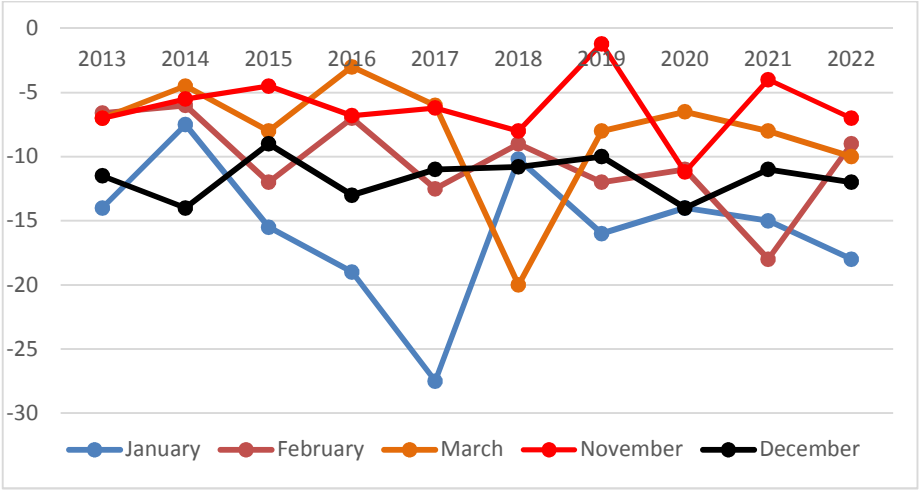
An analysis of the absolute minimum temperatures in the period November – March for the last ten years was made (Figure 1).

From the analysis it was seen that the temperatures began to decrease significantly in the month of December, when the fruit trees were going into a phase of deep rest.

The coldest month in the region was January. In 2017, minimum temperatures of -27°C were observed, and in that year fruit production was almost completely destroyed.

In February, the minimum and average daily temperature started to increase, and with this increase the trees gradually move from full to forced dormancy.

The greatest risk of winter damage to plum fruit buds was in February and March.



Фиг. 1. Абсолютно минимални температури за периода ноември-март през последните десет години
Fig. 1. Absolute minimum temperatures for the period November-March for the last ten years

2022г. е със средна годишна температура на въздуха 10.2°C, като не се отклонява от характерната за района на Кюстендил. По отношение на валежите е най-сухата година за последните 10 години.

Количеството на годишни валежи е 415.5 mm, което е с 32.0% под годишната норма на валежите за района. Проследяването на климатичните показатели, имащи отношение към целите на изследването, започва от средата на ноември, когато сливовите дървета са приключили своята вегетация и постепенно преминават в зимен покой. Зимният период на 2022-2023г. е благоприятен за зимуване на дърветата, като най-ниската измерена температура на въздуха е -13.9°C. Декември е с 1.3°C по-висока температура в сравнение с нормата за района, а месец януари с 2.8°C, като тези стойности са сравнително високи.

Чувствителността на пъпките към замръзване непрекъснато се променя през зимата. Когато се залага опит е невъзможно да се намери определена температура, която е най-подходяща за показване реални разлики на изследваните сортове. Поради този факт е препоръчително да се използват минимум три критични температури при всяко третиране (Pedryc et al., 1997). През трите етапа на промразяване, по време на периода на зимуване, плодните пъпки на всички сортове бяха с много висок процент наранявания при температура от -25°C, това показва, че избраната температура е твърде ниска. При замразяване на пъпките при другите

In 2022, the average annual air temperature was 10.2°C, without deviation from the typical for Kyustendil region.
In terms of rainfall, it was the driest year in the last 10 years.

The annual rainfall was 415.5 mm, which was 32.0% below the annual precipitation norm for the area. The tracking of climate indicators related to the objectives of the study, started from mid-November, when the plum trees had finished their growing season and were gradually going into winter dormancy.

The winter period of 2022-2023 was favorable for wintering the trees, with the lowest measured air temperature -13.9°C.

December was 1.3°C warmer than the norm for the area, and January was 2.8°C warmer, and these values were relatively high.

The sensitivity of the buds to freezing was constantly changing during the winter. When experimenting, it was impossible to find a particular temperature that was most suitable for showing real differences in the cultivars tested.
Due to this fact, it was recommended to use a minimum of three critical temperatures in each treatment (Pedryc et al., 1997).
During the three freezing stages, in winter, the fruit buds of all cultivars had a very high percentage of damage at a temperature of -25°C, indicating that the temperature chosen was too low.

In bud freezing at the other temperature thresholds (-15°C and

температурни прагове (-15°C и -20°C), сортовете бяха диференцирани според степента на нараняване (Таблица 1). При контролите не бяха констатирани повреди.

-20°C), the cultivars were differentiated according to the level of damage (Table 1) In the controls, no damage were found.

Таблица 1. Увреждания на плодните пъпки (%) на сливови сортове при различни нива на замръзване в лабораторни условия (декември януари и февруари)

Table 1. Damages to fruit buds (%) of plum cultivars at different levels of freezing under lab conditions (December, January and February)

Температура Temperature	Дата Data	Сорт Cultivar				
		Jojo	Top	Black Diamond	Anna Shpet	Stanley(st)
		%				
-15°C	13.12.2022	57.8	43.5	51.5	29.4	35.6
	13.01.2023	8.2	5.7	40.2	22.7	20.9
	13.02.2023	69.5	21.2	66.7	29.7	36.5
-20°C	13.12.2022	100	76.5	71.8	57.0	78.4
	13.01.2023	91.7	86.4	79.7	70.9	90.6
	13.02.2023	100	100	100	100	100
-25°C	13.12.2022	100	100	100	86.9	100
	13.01.2023	100	100	100	100	100
	13.02.2023	100	100	100	100	100
Контрола Control (untreated)	13.12.2022	0	0	0	0	0
	13.01.2023	0	0	0	0	0
	13.02.2023	0	0	0	0	0

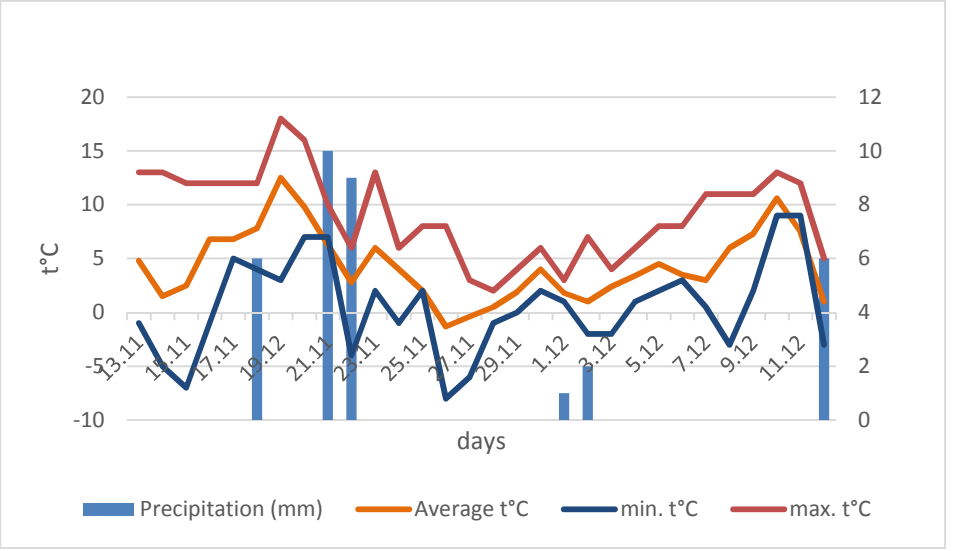
През месец декември сортовете показват умерена до висока чувствителност към ниски температури. Причината за високата чувствителност може да се обясни с това, че дърветата не са подготвени за такъв температурен стрес, поради топлия есенен сезон за конкретната година (Фигура 2). Също понижаването на температурата до -15°C и -20°C не са характерни за тази част от годината (Фигура 1). При първия вариант с температурен праг от -15°C, като най-устойчив на ниски температури се отличава сорт Anna Shpet с 29.4% повредени цветни зачатъци, с подобна устойчивост е и стандартния сорт с 35.6% повреди. При останалите сортове

In the month of December, the cultivars showed moderate to high sensitivity to low temperatures.
The reason for the high sensitivity can be explained by the fact that the trees were not prepared for such temperature stress due to the warm autumn season of the respective year (Figure 2).
Also, lowering the temperature to -15°C and -20°C – are not typical for this part of the year (Figure 1).
In the -1st variant with a temperature threshold of -15°C, the most resistant to low temperatures was Anna Shpet cultivar, with 29.4% damaged flower buds, with similar resistance was the standard cultivar with 35.6% damage.

In the other cultivars the damage was

повредите са от 43.5% до 57.8%.При втория вариант с температурен праг от -20°C, като най-устойчив отново се отличава сорт Anna Shpet с 57.0% повреди. С много висока чувствителност е сортът Jojo, който е с 100% повредени цветове. Останалите сортове са с повреди от 71.8% до 78.4%.

from 43.5 to 57.8%.
In the 2nd variant with a temperature threshold of -20°C, Anna Shpet cultivar was again the most resistant with 57.0% damage. With very high sensitivity was the cultivar Jojo, which had 100% damaged flowers.
The rest of the cultivars had damage from 71.8 to 78.4%.



Фиг. 2. Климатични показатели за периода от 13-ти ноември до 12 декември, 2022г.
Fig. 2. Climatic indicators for the period from November 13 to December 12, 2022

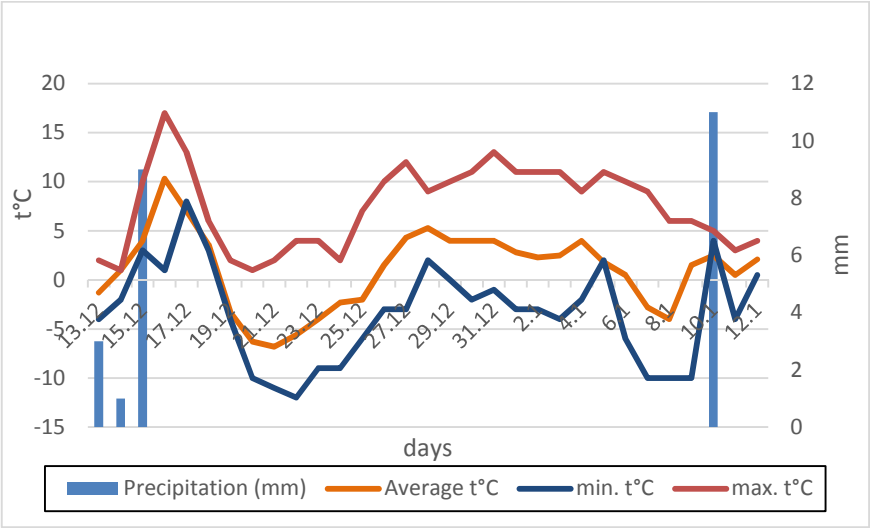
През месец януари сливовите сортове показаха по-висока устойчивост при температура от -15°C в сравнение с декември. Най-висока чувствителност показа сорт Black diamond с 40.2% повреди, останалите сортове са с повреди под 23%. Нехарактерен резултат е получен при варианта с температурен праг от -20°C, като сортовете показват по-висока чувствителност в сравнение с месец декември. Това явление се

In January, plum cultivars showed a higher resistance to a temperature of -15°C compared to December. Black Diamond cultivar showed the highest sensitivity 40.2% damage, while the other cultivars had damage below 23%.
An uncharacteristic result was obtained for the variant with a temperature threshold of -20°C, and the cultivars showed a higher sensitivity compared to December. This phenomenon can be explained

обяснява с необичайно високите температури през декември и януари (Фигура 3), което от своя страна е възможно да причини излизане на дърветата от дълбок покой. При тази температура с най-добра студоустойчивост е сорт Anna Shpet с 70.9% щети по плодните пъпки.

by the unusually high temperatures in December and January (Figure 3), which can cause the trees to come out of deep dormancy.

At this temperature, the best cold-resistant was Anna Shpet cultivar with 70.9% fruit bud damage.



Фиг. 3. Климатични показатели за периода от 13-ти декември (2022г.) до 12 януари (2023г.)

Fig. 3. Climatic indicators for the period from December 13 (2022) to January 12 (2023)

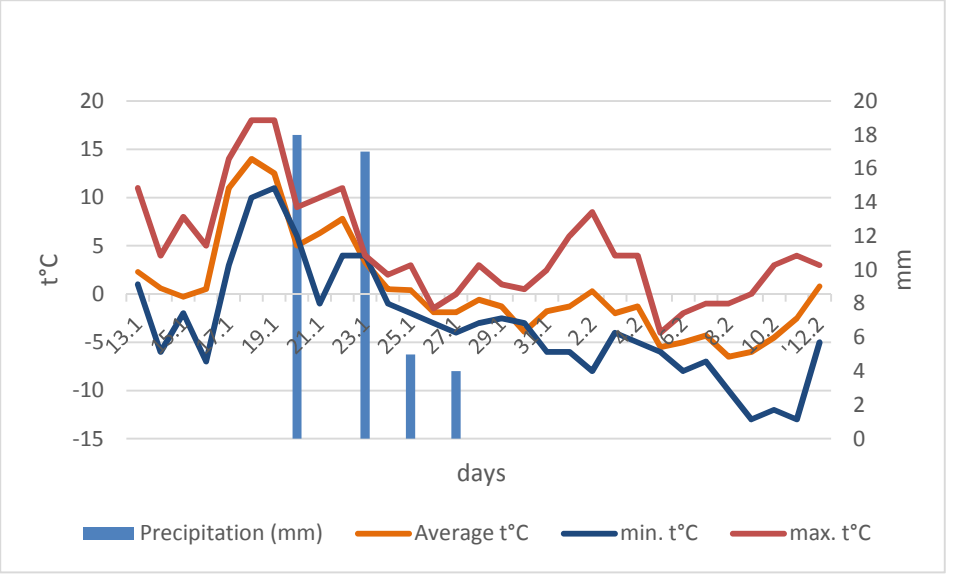
През месец февруари, два дни преди промразяването на 10.02 е отчетена температура на въздуха от -13°C (Фигура 4) в продължение на около 2 часа при естествени условия, като при отчитане на контролата не бяха открити повредени цветни зачатъци, докато при контролираното замразяване при температура от -15°C за два часа повредите са значителни. От тези резултати се вижда, че понякога малки разлики в температурите от 1-2°C могат да

In February, two days before freezing on 10.02, the air temperature of -13°C for about 2 hours under natural conditions was recorded (Figure 4), and damaged flower buds were not reported in the control, while in the controlled freezing at a temperature of -15°C for two hours the damage was significant.

From these results it can be seen that sometimes small differences in temperatures of 1-2°C can be decisive in crop formation.

бъдат решаващи при формирането на реколтата. При температура от -15°C най-добра устойчивост показаха сортовете Top (21.2% повреди) и Anna Shpet (29.7% повреди). Най-чувствителен е сорт Jojo с 69.5% повреди. Щетите при -20°C, бяха 100% при всички сортове, като това се обяснява с по-напредналата фаза на принудителен покой.

At a temperature of -15°C, the cultivars Top (21.2% damage) and Anna Shpet (29.7% damage) showed the best resistance. The most sensitive was cultivar Jojo with 69.5% damage. Damage at -20°C was 100% in all cultivars, and this is explained by the more advanced phase of forced dormancy.



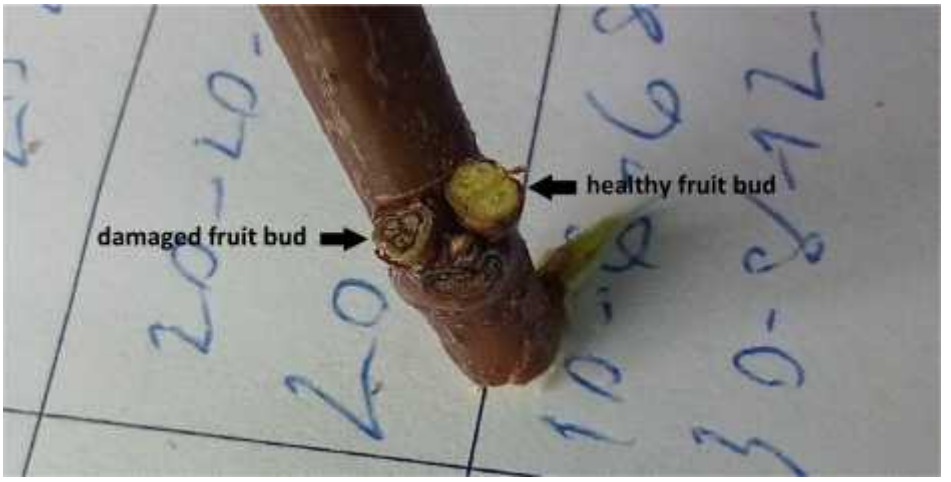
Фиг. 4. Климатични показатели за периода от 13-ти януари до 12 февруари, 2023г.
Fig. 4. Climatic indicators for the period from January 13 to February 12, 2023

Отчетена е средната устойчивост при различните температурни прагове и общата устойчивост на всички сортове (Фигура 5). Най-устойчив при -15°C е сорт Top с 23.5% повредени цветове, а най-чувствителен е Black Diamond. При температура от -20°C най-устойчив е сорт Anna Shpet с 76.0% повреди, а най-чувствителен е сорт Jojo с 97.2% повреди. С най-висока обща

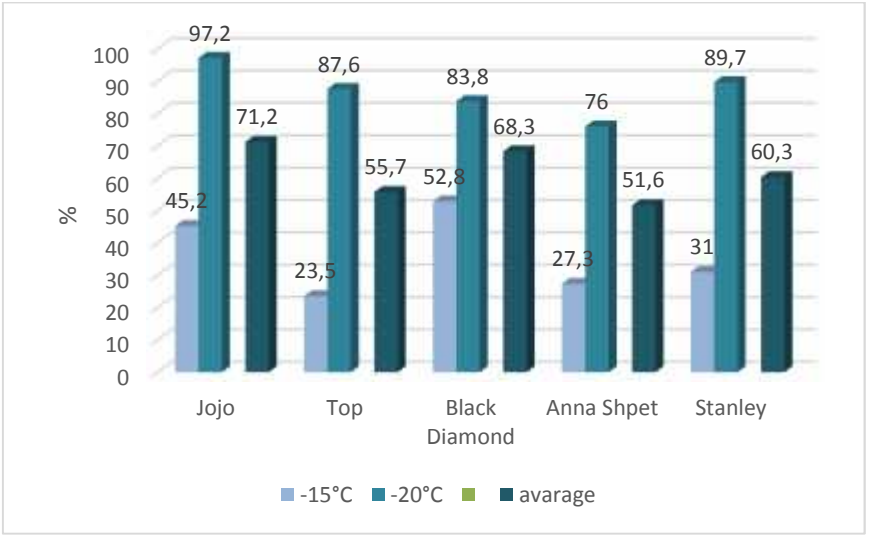
The average resistance at different temperature thresholds and the total resistance of all cultivars were reported (Figure5). The most resistant at -15°C was the Top cultivar with 23.5% damaged flowers, and the most sensitive was Black Diamond. At a temperature of -20°C, the most resistant cultivar was Anna Shpet with 76.0% damage, and the most sensitive was Jojo with 97.2% damage. With the highest

устойчивост е сорт Anna Shpet 51.6% повреди, а най-чувствителен е сорт Jojo с 71.2%.

overall resistance was Anna Shpet 51.6% damage, and the most sensitive was Jojo cultivar with 71.2%.



Снимка 1. Напречни разрези на плодни пъпки
Photo 1. Cross-section of buds



Фиг. 5. Повредени плодни зачатъци, средно при -15°C и -20°C за трите повторения и средна устойчивост за всеки сорт
Fig. 5. Damaged fruit buds, averaged at -15°C and -20°C for the three replicates and average resistance for each cultivar

В края на това изследване трябва да се каже, че обикновено плодните пъпки на сливовите дървета са с по-висока устойчивост на зимни студове от получените резултати. Причината за ниския праг на издръжливост се дължи на нехарактерно топлата зима, за това явление съобщава Gravite, който след изследване прави заключение, че при топли зими щетите от ниски температури са по високи (Gravite, 2022).

At the end of this research can be said that usually the fruit buds of the plum trees had a higher resistance to winter frosts than the results obtained.
The reason for the low resistance – was due to the uncharacteristically warm winter, a phenomenon reported by Gravite, who after research concluded that in warm winters the damage from cold temperatures was higher (Gravite, 2022).

ИЗВОДИ

Метеорологичните условия значително повлияват на студоустойчивостта на плодните пъпки на изследваните сортове.

Най-добра устойчивост се проявява през месец януари. Най-значителните щети се наблюдават през месец февруари. При проведеното изследване с най-висока устойчивост е сорт Anna Shpet. Като най-чувствителен на ниски зимни температури е сорт Jojo.

В последните години сорта Top придобива все по голяма популярност и представлява интерес за производителите.

Същият показа много висока устойчивост към ниски температури и е подходящ за местообитания с ниски температури през зимата.

CONCLUSIONS

Meteorological conditions significantly affected the cold resistance of the fruit buds of the studied cultivars.

The best resistance was showed in the month of January. The most significant damage was observed in February. In the conducted study, the cultivar with the highest resistance was Anna Shpet. The most sensitive to low winter temperatures was the Jojo cultivar.

In recent years, the Top cultivar has gained more and more popularity and was of interest to growers.

It showed very high resistance to low temperatures and was suitable for habitats with low temperatures in winter.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е подкрепено от Министерството на образуването и науката по Национална програма „Млади учени и постдокторанти – 2“.

ACKNOWLEDGMENTS

This research is supported by the Bulgarian Ministry of Education and Science under the National Program “Young Scientists and Postdoctoral Students – 2”.

ЛИТЕРАТУРА/RRREFERENCES

1. **Columela, L. J. M.,** 1965. 1st Century AD. De re rustica. English

Edition. *On Agriculture. Harvard University Press, Cambridge*..
2. **Denisov, V.F.,** 1961. Methods of laboratory freezing of roots and shoots within horticultural plqls. *Biuletin CGL*. 1 l -t 2399 -405. (Ru).
3. **Dimitrova, S., S. Krumov, D. Sotirov and M. Kolev,** 2021. Response of some plum cultivars to abiotic stress. *In XII International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Pomology 1322*, pp. 201–208.
4. **Duchovskis, P.,** 1998. Problems of resistance to abiotic factors of horticultural plants in Lithuania and their solution. *Scientific works*, 17 (3), 3–12.
5. **Duchovskis, P., V. Stanys, A. Sasnauskas and C. Bobinas,** 2007. Cold resistance of Prunus domestica L. and Prunus cerasifera Ehrh. *Lithuania. Acta Horticulturae (ISHS)*, 734, 299–303.
6. **Dzhuvinov, V., H. Dinkova, V. Bozhkova, I. Minev, K. Dragoyski, H. Kutinkova, and B. Stefanova,** 2012. Plum. *BioFruit BG-Eood*. Plovdiv.
7. **Faust, M., A. Erez, L. J. Rowland, S. Y. Wang and H. A. Norman,** 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. *HortScience*, 32 (4), 623–629.
8. **Georgieva, L. and D. Serbezova,** 2018. Cultivar structure of plum plantations in Bulgaria. *Sustainable development of the food and taste industry in bulgaria,* 63 (Bg).
9. **Grāvīte, I.,** 2022. Cold Resistance of Flower Buds of Latvian Plum Cultivars. In Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B*. Natural, Exact, and Applied Sciences,* 76 (4), 500–504.
10. **Krumov, S. and N. Christov,** 2020. Investigation of cold hardiness of perspective sweet cherry cultivars and elites, *Rasteniev'dni Nauki/Bulgarian Journal of Crop Science*, 57 (1), 32–38.
11. **Krumov, S.,** 2014. Agrobiological investigation of table grapevine cultivars in Kyustendil region. PhD Thesis, Kyustendil, Bulgaria, 186 p. (Bg).
12. **Nedev, N., Y. Grigorov, H. Baev, S. Serafimov, A. Strandjev, L. Kavardjikov and M. Topchiyska,** 1979. Methods for the study of plant genetic resources for fruit plants.
13. **Pae, A., H. Jänes and L. Klaas,** 2004. Winter hardiness of plum on different rootstocks in winter 2002/2003 in Estonia. In VIII International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Pomology 734 (pp. 295–298).
14. **Palonen, P. and D. Buszard,** 1997. Current state of cold hardiness research on fruit crops. *Canadian journal of plant science*, 77 (3), 399–420.
15. **Pedryc, A., J. Korbuly and Z. Szabo,** 1997. Artificial frost treatment methods of stone fruits. In *XI International Symposium on Apricot Culture* 488 (pp. 377–380).
16. **Rodrigo, J.,** 2000. Spring frosts in deciduous fruit trees—morphological damage and flower hardiness. *Scientia Horticulturae*, 85 (3), 155–173.
17. **Stushnoff, C.,** 1972. Breeding and Selection Methods for Cold Hardiness in Deciduous Fruit Crops1. *HortScience*, 7 (1), 10–13.
18. **Szalay, L., Á. Molnár and S. Kovács,** 2017. Frost hardiness of flower buds of three plum (Prunus domestica L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 214, 228–232.
19. **Thomashow, M. F.,** 1998. Role of cold-responsive genes in plant

freezing tolerance. *Plant physiology*, 118 (1), 1–8.
20. **Weiser, C. J.,** 1970a. Cold resistance and injury in woody plants: knowledge of hardy plant adaptations to freezing stress may help us to reduce winter damage. *Science*, 169 (3952), 1269–1278.
21. **Weiser, C. J.,** 1970b. Cold Resistance and Acclimation in Woody Plants12. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 5 (5), 403–410.