

<https://doi.org/10.61308/LNCD9348>

Реакция на черешови сортове и хибриди към ниски зимни температури и засушаване

Симеон Крумов

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

E-mail: sd_krumov@abv.bg

Резюме

Проучена е реакцията на някои интродуцирани черешови сортове и хибриди към стресови абиотични фактори. Устойчивостта към ниски зимни температури е проследена при лабораторни условия (2020-2021 г.), а чувствителността им към засушаване при естествени (2018-2019 г.). От трите прага на контролирано промразяване (-15°C; -20°C; -25°C) е установено, че сортовете Bigalise pozna, Bigalise, Rucsandra и хибридите 8-102 и № 5752 притежават повишена студоустойчивост на регенеративните органи. Доказано най-чувствителни при тези нива на промразяване са Van compact и Techlovan. Сухоустойчивостта е определяна чрез отчитане на визуални симптоми на недостиг на влага и на листния воден потенциал (Ψ midday) на дърветата. При условията на опита всички проучвани сортове изпитват воден стрес, който е от „умерен“ до „много висок“. Сортовете Bigalise и Techlovan се открояват с повишена устойчивост на засушаване и през двете години на изследване. Визуалните белези на недостиг на влага не кореспондират изцяло с установените нива на воден стрес. Ладиевидното извиване на листата е особеност целяща засенчване на част от листа и намаляване на прегряването.

Ключови думи: череша; сорт; студоустойчивост; сухоустойчивост; повреди

Reaction of sweet cherry cultivars and hybrids to low winter temperatures and drought

Simeon Krumov

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

E-mail: sd_krumov@abv.bg

Citation

Krumov, S. (2023). Reaction of sweet cherry cultivars and hybrids to low winter temperatures and drought. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 60(5), 56-63 (Bg).

Abstract

The response of some introduced sweet cherry cultivars and hybrids to abiotic stressors was studied. Resistance to low winter temperatures was monitored in laboratory conditions (2020-2021), and their sensitivity to drought in natural conditions (2018-2019). From the three levels of controlled freezing (-15°C; -20°C; -25°C) it was found that the cultivars Bigalise pozna, Bigalise, and the hybrids 8-102 and № 5752 had increased cold hardiness of the regenerative organs. Van compact and Techlovan had proved to be the most sensitive at these levels of freezing. The drought resistance was determined by visual symptoms of moisture deficiency and midday leaf water potential (Ψ midday) of the trees. Under the conditions of the experiment, all the studied cultivars experience water stress, which was from “moderate” to “very high”. The Bigalise and Techlovan cultivars stand out with increased drought resistance in both years of study. The visual symptoms of moisture deficiency did not fully correspond to the established levels of water stress. The twisting of the leaves is a feature aimed at shading part of the leaves and reducing overheating.

Key words: sweet cherry; cultivar; cold hardiness; drought resistance; damage

ВЪВЕДЕНИЕ

Като резултат от затоплянето на климата зачестиха екстремните метеорологични явления и нестабилните сезони. Все по-често се наблюдават повреди по трайните култури от зимни студове и късни пролетни мразове, които нанасят значителни щети. Продължителните летни засушавания и екстремно високите температури на въздуха са почти ежегодни.

Създаването на пазарно ориентирани сортове с добра адаптивност към околната среда с повишена устойчивост на абиотичен стрес е изключително важно и съвременно направление в селекцията при черешата (Lang et al., 1997; Blažková, 2004; Sansavini & Lugli, 2008; Asanica et al., 2012; Malchev & Zhivondov, 2016).

Степента на повредите от зимен студ зависят от комплексното влияние на голям брой фактори - биологични особености на сорта, нивото на отрицателна температура, продължителност на въздействие, фенофаза и физиологичното състояние на дърветата, подложките и технологиите на отглеждане (Howell & Perry, 1990; Lichev & Papachatzis, 2006; Vasileva et al., 2017). Най-висока е студоустойчивостта на регенеративните органи на дърветата през януари, когато растенията са в пълен покой (Georgiev et al., 2001). След този период плодните пъпки преминават през редица етапи на развитие, които са свързани с прогресивно нарастваща уязвимост към ниски температури (Rodrigo, 2000; Longstroth, 2013). Контролираното промразяване в хладилни камери е традиционен способ за оценка на студоустойчивостта на плодните органи при отделните видове и сортове (Ashworth & Wisniewski, 1987). За първи път в България, през 2018-2019 г., при контролирани (лабораторни) условия е определена чувствителността на редица черешови сортове и елити към ниски зимни температури. С много добра студоустойчивост се отличават сортовете Хартланд, Блекголд, Уайтголд, Ванда, Козерска и Елити № 5750 и № 1890 (Krumov & Christov, 2020).

Влажността е фактор, който в съчетание с температурата оказва силно влияние върху ве-

гетативните и репродуктивни прояви на черешата. Културата е средно сухоустойчива, но при недостиг на почвена влажност се затруднява протичането на много физиологични процеси, вследствие на което отслабва прирастът на леторастите, намалява едрината на плодовете, смущава се нормалното протичане на цъфтежа, запасяването на дърветата с резервни хранителни вещества. Силният недостиг на вода води до засъхване първо на листата, а след това и на върховете на леторастите (Christov & Krumov 2015). Издръжливостта на суша е в зависимост от подложката, почвата, сорта и прилаганата агротехника (Santos & Gonçalves, 2000; Romero et al., 2006). Адаптивните реакции на растенията към сушата могат да бъдат морфологични, физиологични или биохимични, като зависят от вида на растението, фенологичния стадий, продължителността и честотата на стреса (Farooq et al., 2012; Puértolas et al., 2020). Известно е, че излишъкът на вода също има неблагоприятни последици - влошава се постъпването на кислород в почвата, вследствие на което настъпва коренова асфикция. Обилните и продължителни валежи през периода на зреене на плодовете предизвикват напукването им.

Климатът в района на Кюстендил е умерено континентален, характеризира се със студени зими и условия за късни пролетни мразове. През последните години бяха регистрирани рекордно ниски зимни температури достигащи до $-29,5^{\circ}\text{C}$, както и късни пролетни мразове, унищожили плодвата реколта през 2016 и 2017 г. Все по-често се наблюдават продължителни засушавания в период, когато се диференцират пъпките, съпроводени с много високи стойности на температурата. Всеки един от тези стресови фактори се отразява в различна степен отрицателно върху жизнеността на дърветата, количеството и качеството на продукцията.

Целта на изследването е да се установи степента на чувствителност към ниски зимни температури и засушаване при някои новоинтродуцирани черешови сортове и отбрани хибриди.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено през периода 2018 - 2021 г. в експериментално черешово насаждение на Институт по земеделие – Кюстендил, създадено през 2012 г. Обект на проучване са новоинтродуцираните за района сортове - Rucsandra, Kristin, Victor, Bigalise pozna, Bigalise, Black pearl, Sweetheart, Techlovan, Charna z turwil, Vasiliča, Tieton, Santina, Sparkle, Huldra, Star z Chech, Van compact, Hybrid 8-102, както и Хибрид № 5752 (създаден в Институт по земеделие – Кюстендил). За стандарт е използван сорт Van. Дърветата са присадени върху семенна махалбкова подложка. Разстоянията на засаждане са 6 m между редовете и 5 m вътре в реда. Формирани са в свободно растяща корона и са отглеждани без напояване. Почвата в опитния участък е силно излужена, средно песъкливоглинеста, слабо до средно камениста, канелена горска почва (*Chromic Luvisols*) с неутрална реакция.

Студоустойчивостта е изследвана при контролирани (лабораторни) условия (2020-2021 г.) при сортовете - Rucsandra, Bigalise pozna, Bigalise, Sweetheart, Techlovan, Van compact, Kristin, Van и Хибриди 8-102 и № 5752. Вземани са средни проби от клонки с минимум 100 броя плодни пъпки. Промразяванията са извършени еднократно в хладилна камера в края на месец януари, когато честотата от абсолютните минимални стойности на температурата в района на Кюстендил е най-често явление. Заложени са вариантите: I^{вн} – контрола; II^{вн} - до -15°C; III^{вн} - до -20°C и IV^{вн} - до -25°C. Клонките са поставяни в хладилна камера с постепенно понижаване на температурата до заложените нива. Времетраенето на всяко промразяване бе по 5 часа за всеки вариант. След изваждането на клонките и престояването им две денонощия във вода на стайна температура са отчетени повредените цветни зачатъци, чрез напречни прерези на плодните пъпки (Nedev et al., 1979).

Чувствителността към засушаване е определена при естествени условия през 2018-2019 г., чрез отчитане на визуални симптоми на недостиг на влага, както и на листния воден потенциал (Ψ midday) на дърветата (Scholander et al., 1965; Naor, 1998). Наблюденията са извършвани всяка седмица от беритбата на плодовете

до края на месец август. Описвани са всички забелязани симптоми на недостиг на влага. Ψ (midday) е отчитан двукратно, през най-топлите месеци годината - юли и август, чрез използването на барокамера (PCI, model 600). Измерванията са извършвани в обедните часове, когато потенциалът на водата е в относително статично положение от дневния максимален дефицит. Избирани са безоблачни и безветрени дни в часовете между 12.00 и 13.30 h. при температура на въздуха не по-висока от 35°C (Naor, 1998).

Получените експериментални резултати от изследванията са обработени по метода на дисперсионния анализ, използвайки LSD-критерий за доказване статистическата значимост на установените разлики между контролата и вариантите (Maneva, 2007).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Проследени са основните климатични показатели в района на Кюстендил, имащи отношение към целите на изследването. През първия период (2019-2020 г.) средноденонощните температури на въздуха по време на зимния покой на дърветата бяха над многогодишната норма за района. Не са измерени опасни за регенеративните органи ниски температури. Най-високите температури на въздуха са отчетени през ноември (21,8°C). Броят и количеството на валежите бяха много под нормата за района, особено през януари, когато те са едва 8,5 mm. Зимата през втория период (2020-2021 г.) е една от най-топлите от както се провеждат измервания. Температурната сума за декември е 103°C, а през януари 2,7°C. Абсолютно минималните температури на въздуха през януари спаднаха за кратко до -15,0°C (Таблица 1).

Резултатите от трите нива на промразяване през 2020 г. разкриват по-малки повреди в сравнение със следващата 2021 г. (Таблица 2). Това може да се обясни с по-доброто узряване и закаляване на леторастите, както и сушата през есенно-зимния период. При ниво от -15,0°C делът на повредите е почти еднакъв с контролите (не поставяни в хладилна камера), между 2,2% (Rucsandra) и 13,6% (Techlovan). Различията между отделните сортове се запазва и при останалите две нива на промразяване. При темпера-

Таблица 1. Климатични условия в района на Кюстендил от листопада до края на януари (зимен покой на дърветата)

Table 1. Climate conditions in the region of Kyustendil from the falling of the leaves to the end of January (winter dormancy of the trees)

Абсолютно минимална температура на въздуха/ Absolute minimum air temperature (°C)	Абсолютно максимална температура на въздуха/ Absolute maximum air temperature (°C)	Средноденонощна температура на въздуха/ Average monthly air temperature (°C)	Температурна сума/ Temperature sum (°C)	Валеж/ Precipitation (mm)
<i>Зимен покой на дърветата / Winter dormancy, 2019-2020</i>				
<i>Ноември / November, 2019</i>				
-1,2	21,8	8,0	240,2	33,0
<i>Декември / December, 2019</i>				
-10,0	15,0	1,0	32,2	12,6
<i>Януари / January, 2020</i>				
-14,0	11,2	-0,8	-24,0	8,5
<i>Зимен покой на дърветата / Winter dormancy, 2020 - 2021</i>				
<i>Ноември / November, 2020 г.</i>				
-11,2	15,5	1,8	53,7	3,7
<i>Декември / December, 2020</i>				
-14,0	15,0	3,3	103,0	52,6
<i>Януари / January, 2021</i>				
-15,0	12,0	0,1	2,7	118,0

*Данните са от метеорологична клетка на НИМХ, в ИЗ-Кюстендил / The data were from a meteorological cell of NIMH, in Institute of Agriculture - Kyustendil

Таблица 2. Повредени цветни зачатъци в плодните пъпки на черешови сортове и хибриди при различни нива на лабораторно промразяване (2020-2021 г.)

Table 2. Damaged flower germs in fruit buds of sweet cherry cultivars and hybrids at different levels of lab freezing (2020-2021)

Сорт / Хибрид Cultivar / Hybrid	Контрола/ Control		Повредени цветни зачатъци (%) при: / Damaged flower germs (%) at:					
			-15,0°C		-20,0°C		-25,0°C	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Rucsandra	1,9 +++	0 n.s.	2,2 +++	11,3 ---	6,3 +++	12,4 +++	8,2 +++	58,3 +++
Kristin*	-	0,6 n.s.	-	3,5 n.s.	-	30,2 ++	-	76,7 n.s.
Bigalise pozna	3,9 n.s.	1,2 n.s.	4,3 ++	5,9 n.s.	8,2 ++	10,5 +++	9,2 +++	35,9 +++
Sweetheart	5,2 n.s.	1,2 n.s.	5,2 +	11,8 ---	17,5 ---	31,1 ++	21,8 --	64,0 +++
Bigalise	1,7 +++	0 n.s.	3,8 ++	8,0 n.s.	4,0 +++	26,8 ++	7,6 +++	53,3 +++
Techlovan	12,8 ---	0,9 n.s.	13,6 ---	32,0 ---	22,3 ---	68,9 ---	33,3 ---	79,1 n.s.
Van compact	4,4 n.s.	3,0 ---	5,8 n.s.	19,7 ---	7,5 ++	25,1 +++	34,2 ---	84,5 -
№ 5752*	-	0,3 n.s.	-	1,5 ++	-	10,9 +++	-	22,3 +++
8-102	2,8 ++	0 n.s.	3,5 +++	13,5 ---	4,1 +++	11,9 +++	9,7 +++	45,0 +++
Van (standart)	5,7	0,4	7,0	5,7	11,7	35,2	17,4	80,3
SD	0,85	0,40	0,81	1,15	1,13	1,40	1,33	1,98
F	34,8	10,4	37,9	121,3	67,3	3,8	138,3	221,9
LSD 0,05	1,82	0,85	1,73	2,42	2,43	2,95	2,9	4,17

* Плодни пъпки на сорт Kristin и Хибрид № 5752 не са промразявани през 2020 г. /
Krustin and Hybrid № 5752 fruit buds were not freezing in 2020.

тури до $-20,0^{\circ}\text{C}$ най-чувствителен е Techlovan с повредени 22,3% от цветните му зачатъци, следван от Sweetheart (17,5%). С най-висока студоустойчивост се отличават Bigalise (4,0%) и Хибрид 8-102 (4,1%). Salazar-Gutiérrez et. al. (2014) посредством контролирано промразяване установяват по-слабата студоустойчивост на плодните пъпки на сорт Sweetheart през февруари (2012 и 2013 г), спрямо Chelan и Bing. Установените от нас повреди при нива до $-25,0^{\circ}\text{C}$ потвърждават по-високата устойчивост на ниски зимни температури на сортовете Bigalise (7,6%), Rucsandra (8,2%), Bigalise rozna (9,2%) и Хибрид 8-102 (9,7%) в сравнение със стандарта Van (17,4%). Доказано най-чувствителни при този праг на промразяване са Van compact и Techlovan с повредени съответно 33,3% и 34,2% от цветните им зачатъци.

Данните за 2021 г. до голяма степен потвърждават резултатите от предходната година. С най-ниска студоустойчивост при контролите са плодните пъпки на Techlovan (32,0%) и Van compact (19,7%). И при трите прага на контролирано промразяване ($-15,0^{\circ}\text{C}$; $-20,0^{\circ}\text{C}$; $-25,0^{\circ}\text{C}$) доказано най-висока устойчивост на ниски зимни температури притежават № 5752, 8-102

и Bigalise rozna (Фиура 1). При нива до $-25,0^{\circ}\text{C}$ при тях са установени съответно 22,3%, 45,0% и 35,9% повредени цветни зачатъци в плодните пъпки. Най-чувствителни на студ са сортовете Van compact (84,5%), Van (80,3%) и Techlovan (79,1%). Имайки предвид родовитостта на черешата, при този дял на повреди при тях може да се очаква редуциран добив.

През летните месеци на 2018 и 2019 г. се създадоха условия за висок воден стрес на растенията, което даде възможност да се определи чувствителността им на засушаване. Отчетени са високи средноденонощни температури на въздуха през юли и август, превишаващи многогодишните норми за района на Кюстендил. Регистрирани са продължителни периоди без валежи, като през 2018 г. те са рекордни. Хидротермичният коефициент (ХТК), определящ топло и влагозапасеността за месец август 2018 г. е 0,12, а за 2019 г. е 0,17, което ги определя като изключително сухи (Таблица 3).

Всички изследвани сортове, с изключение на Bigalise, реагират на недостига на влага с визуални симптоми, изразени чрез леко ладиевидно извиване на листните петури, пожълтяване и опадане на част от листата. И през двете годи-



Фигура 1. Напречни прерези на плодни пъпки на сорт Bigalise rozna при контролирани условия, 2021 г.
Figure 1. Cross-section of buds of cultivar Bigalise rozna under controlled conditions, 2021

Таблица 3. Климатични условия в района на Кюстендил за периода Юни-Август (2018-2019 г.)
Table 3. Climate conditions in the Kyustendil region during the period June-August (2018-2019)

Месец/ Month	Валеж/ Precipitation		Средномесечна температура на въздуха/ Average monthly air temperature (°C)	Температурна сума/ Temperature sum (°C)	Хидротермичен Коефициент (ХТК)/ Hydrothermal coefficient (НТК)
	Брой/ Number	mm			
2018					
Юни/June	11	84,3	18,7	560,6	1,50
Юли/July	11	91,5	21,1	655,5	1,39
Август/August	5	8,1	21,1	653,0	0,12
2019					
Юни/June	7	57,7	19,9	596,5	0,97
Юли/July	6	74,3	20,2	626,3	1,18
Август/August	2	10,8	20,2	625,6	0,17

Таблица 4. Листен воден потенциал (Ψ midday) и визуални симптоми на недостиг на влага при новоинтродуцирани черешови сортове (2018 - 2019 г.)

Table 4. Leaf water potential (Ψ midday) and visual symptoms of moisture deficiency in newly introduced sweet cherry cultivars (2018 - 2019)

Сорт / Хибрид Cultivar / Hybrid	Листен воден потенциал/ Leaf water potential (Ψ midday), -/ bar ^a		Визуални симптоми/ Visual symptoms ^b			
	2018	2019	2018	2019		
Charna z turwil	-27,3	n.s.	-29,3	+++	③	③
Techlovan	-28,1	n.s.	-25,2	+++	②-③	②-③
Rucsandra	-30,3	-	-33,5	++	②	②-③
Kristin	-32,7	---	-33,5	++	①-②	①-②
Victor	-26,5	n.s.	-30,5	+++	②	②
Bigalise pozna	-33,0	---	-33,0	+++	①-②	③
Tieton	-30,3	-	-26,7	+++	③	③
Santina	-24,4	+	-33,0	+++	①-②	②
Huldra	-31,3	--	-31,8	+++	①-②	②
Sparkle	-30,5	-	-29,7	+++	②	②
Van compact	-26,7	n.s.	-33,5	++	③	③
Sweetheart	-30,3	-	-27,5	+++	②	②
Vasilica	-28,1	n.s.	-30,6	+++	②	③
Bigalise	-28,0	n.s.	-25,0	+++	①	①
Black pearl	-33,2	---	-30,8	+++	②	②-③
Star z chech	-33,3	---	-28,7	+++	①	②
Kozerska	-27,3	n.s.	-30,6	+++	②	①-②
8-102	-30,7	-	-30,5	+++	①	②
Van (standart)	-27,5		-36,5		③	③
SD	1,38		0,84			
F	11,99		25,96			
LSD 0,05	2,80		1,70			

^a До/Up to -24 bar – няма стрес /no stress; умерен воден стрес / moderate water stress – от/ from -24,1 до/to -26 bar; среден / medium - от/ from -26,1 до/to -28 bar; висок / high – от/ from -28,1 до/to -30 bar; много висок / very high - над/over -30 bar.

^b ① - без видими визуални симптоми / no visible symptoms; ② - леко ладиевидно извиване на листните петури; пожълтяване на част от листата / slight twisting of the leaves; yellowing of part of the leaves; ③ - силно ладиевидно извиване на листните петури; пожълтяване и изсъхване на част от листата / strong twisting of the leaves; yellowing and drying of part of the leaves; ④ - много силно ладиевидно извиване на листните петури; некротични петна по част от листата; пожълтяване и изсъхване на част от листата / very strong twisting of the leaves; necrotic spots on part of the leaves; yellowing and drying of part of the leaves.

ни на проучване най-силно изразени белези на недостиг са отчетени при Tieton, Van compact, Techlovan и стандарта Ван (Таблица 4).

През 2018 г., степента на обедния листен воден потенциал (Ψ midday) варира от -24,4 bar до -33,3 bar. Според Deloire & Heyns (2011) този метод дава краткосрочен отговор за състоянието на воден стрес и се влияе от взаимодействието между съдържанието на вода в почвата, климата, транспирацията и сорта. При конкретните условия с „умерен“ воден стрес се открие сорт Santina (-24,4 bar). Със „среден“ воден стрес от -26,7 bar до -28,0 bar са Charna z turwil, Van compact, Kozerska, контролата Van и Bigalise, а Victor, Vasilica и Techlovan – „висок“. Данните разкриват „много висок“ воден стрес в границите от -30,3 до -33,3 bar при останалите 10 сорта. Разликите спрямо стандарта са положително доказани само при сорт Santina. През 2019 г. всички сортове превъзхождат стандарта Ван по отношение на нивото на листния воден потенциал (Ψ midday). С „умерен“ воден стрес се отличиха Bigalise (-25,0 bar) и Techlovan (-25,2 bar). Установен е „среден“ воден стрес при Tieton (-26,7 bar) и Sweetheart (-27,5 bar), „висок“ при Charna z turwil (-29,3 bar) и „много висок“ при останалите сортове.

При предходно наше изследване беше установено, че продължителните засушавания по време на активната вегетация през 2011 г. предизвика нарушение в цветообразуването. Делът на заложените цветни зачатъци е доказано по-висок при черешовите елити с установен умерен (Ψ от -24 bar до -26 bar) и среден (Ψ от -26,1 bar до -28 bar) воден стрес в сравнение с тези имащи „висок“ (Ψ от -28,1 bar до -30 bar) и много висок (Ψ над -30 bar) воден стрес (Christov & Krumov, 2015).

Резултатите от двете години на изследване показват, че всички проучвани черешови сортове изпитват воден стрес. Bigalise и Techlovan се открояват със сравнително по-високата си устойчивост на засушаване. Визуалните белези на недостиг на влага не кореспондират изцяло с установените нива на воден стрес. Ладиевидното извиване на листата е особеност целяща засенчване на част от листа и намаляване на прегреването.

ИЗВОДИ

От анализа на резултатите при трите нива на изкуствено промразяване (при -15, -20 и -25°C) може да се заключи, че сортовете Bigalise pozna, Bigalise, Rucsandra и хибридите 8-102 и № 5752 притежават много добра студоустойчивост. Доказано най-чувствителни при тези нива на ниски температури са регенеративните органи на Van compact и Techlovan.

При почвено-климатичните условия на опита всички изследвани черешови сортове изпитват воден стрес, който е от „умерен“ до „много висок“. С повишена устойчивост на засушаване и през двете години на проучване се открояват сортовете Bigalise и Techlovan, а най-чувствителен е стандарта Ван.

Установените характеристики на изследваните черешови сортове по отношение на реакцията им към абиотични стресови фактори (ниски зимни температури и суша) трябва да се имат предвид при районирането им в страната и при избора на конкретни местообитания.

ЛИТЕРАТУРА

- Asanica, A., Hoza, D., Tudor, V., & Temocico, G. (2012). Evaluation of some sweet cherry cultivars to winter freeze in different areas of Romania. *Scientific Papers, Series B, Horticulture*, Vol. LVI, 23-28. ISSN Online 2286-1580, ISSN-L 2285-5653.
- Ashworth, E. N. & Wisniewski, M. E. (1987). Effects of temperature on the deep supercooling characteristics of dormant and reaclimating sweet cherry flower buds. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 112, pp. 334-340.
- Blažková, J. (2004). Resistance to abiotic and biotic stressors in sweet cherry rootstocks and cultivars from the Czech Republic. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, vol. 12, 2004, 303-311.
- Christov, N., & Krumov, S. (2015). Drought resistance and its influence on flower formation in sweet cherry. *Rastenievadni nauki*, 2, 13-17.
- Deloire, A., & Heyns, D. (2011). The leaf water potentials: principles, method and thresholds. http://wineland.co.za/archive/index.php?option=com_zine&view=author&id=224:prof-alain-deloire-and-drikus-heyns.
- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., & Siddique, K. H. M. (2012). Drought stress in plants: An overview. In *Plant Responses to Drought Stress: From Morpho-*

- logical to Molecular Features; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, Volume 9783642326, pp. 1–33. ISBN 9783642326530. [Google Scholar].
- Georgiev, V., Borovinova, M., & Koleva, A.** (2001). Sweet cherry. Zemizdat, Sofia, p. 352 (Bg).
- Howell, G. S., & Perry, R. L.** (1990). Influence of cherry rootstock on the cold hardiness of twigs of the sweet cherry scion cultivar. *Sci. Hortic.*, 43, 103–108.
- Krumov, S., & Christov, N.** (2020). Investigation of cold hardiness of perspective sweet cherry cultivars and elites. *Rastenievadni nauki*, 57(1), 32-38 (Bg).
- Lang, G., Howell, W., Ophardt, D., & Mink, G.** (1997). Biotic and abiotic stress responses of interspecific hybrid cherry rootstocks. *Acta Hortic.*, 451, 217-224.
- Lichev, V., & Papachatzis, A.** (2006). Influence of ten rootstocks on cold hardiness of flowers of cherry cultivar. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(3), 296-301.
- Longstroth, M.** (2013). Assessing Frost and Freeze Damage to Flowers and Budsof Fruit Trees. How to Assess the Impact of a Freeze on Early Fruit Development. Michigan State University Extension (posted on May 14, 2013) Available in http://msue.anr.msu.edu/news/assessing_frost_and_freeze_damage_to_flowersand_bud_of_fruit_trees (09.04.13).
- Malchev, S., & Zhivondov, A.** (2016). Breeding programme for developing new sweet cherry cultivars in the Fruit Growing Institute, Plovdiv, Bulgaria. *Agricultural Science and Technology*, Vol. 8, No. 4, pp. 289-291, ref. 19.
- Maneva, S.** (2007). Mathematical methods in plant protection. PhD Thesis, Sofia, Bulgaria p. 201 (Bg).
- Naor, A.** (1998). Relations between leaf and stem water potentials and stomatal conductance in three field-grown woody species. *Journal of horticultural science and biotechnology*, 73(4), 431-436.
- Nedev, N., Grigorov, Yo., Baev, Hr., Serafimov, S., Strandzhev, Al., Kavardzhikov, L., Lazarov, Kr., Nikolov, N., Dzhuvinov, V., Popov, L., Slavov, N., Iliev, R., Stoyanov, D., Kanev, I., Hrinkov, H., Vishanska, Yo., Topchiyska, M., & Petrova, L.** (1979). Methods for studying of planting resources of fruit crops. Scientific Institute of Fruit Culture –Plovdiv, p. 151 (Bg).
- Puértolas, J., Pardos, M., De Ollas, C., Albacete, A., & Dodd, I.C.** (2020). Soil moisture heterogeneity regulates water use in *Populus nigra* L. by altering root and xylem sap phytohormone concentrations. *Tree Physiology*, 40, 762–773.
- Rodrigo, J.** (2000). Spring frosts in deciduous fruit trees - Morphological damage and flower hardiness. *Scientia Horticulturae*, 85, 155-173.
- Romero, P., Navarro, J. M., Pérez-Pérez, J., García-Sánchez, F., Gómez-Gómez, A., Porras, I., Martínez, V., & Botía, P.** (2006). Deficit irrigation and rootstock: their effects on water relations, vegetative development, yield, fruit quality and mineral nutrition of Clemenules mandarin. *Tree Physiology*, 26(12), 1537-1548.
- Sansavini, S., & Lugli, S.** (2008). Sweet cherry breeding programs in Europe and Asia. *Acta Hortic.*, 795, 41-58.
- Santos, A., & Gonçalves, B.** (2000). Water status evaluation of five cherry rootstocks in their first nursery growing season with two distinct spacing and three levels of pruning severity at planting *Acta Hortic.*, 537, pp. 279-285.
- Scholander, P., Hammel, H., Brandstreet, E., & Hemmingsen, E.** (1965). Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148, pp. 339-346.
- Vasileva, K., Malchev, S., & Zhivondov, A.** (2017). Winter frost damage in cherry plantations in the regions of Plovdiv, Sevlievo and Kazanlak. *Agricultural Sciences*, Vol. 9, 21, pp. 5-10.

Received: Mart, 28, 2023; Approved: May, 12, 2023; Published: October, 2023