



В.В. Заморський,
доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри плодівництва і виноградарства,
Уманський національний університет садівництва
м.Умань, Україна
E-mail: volzam55@gmail.com



І.Л. Заморська,
доктор технічних наук, професор, завідувача кафедрою
технологій харчових продуктів
Уманського національного університету садівництва
м. Умань, Україна
E-mail: zil197608@gmail.com

ТРИВАЛІСТЬ ФОРМУВАННЯ СПОЖИВНОЇ ЗРІЛОСТІ ЯГІД СУНИЦІ САДОВОЇ ПІД ВПЛИВОМ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ

Якість ягід суниці садової визначає їхню придатність до споживання в свіжому вигляді, зберігання та консервування, а її формування відбувається під час досягнення споживної зрілості.

Метою роботи було встановлення закономірностей тривалості досягнення ягід суниці під впливом абіотичних факторів.

Для дослідження за період досягнення ягід суниці (травень, червень) встановлювали: суми ефективних температур вище 5 °С; вище 10 °С; суми активних температур; суми опадів. Розраховували множинні кореляції між обраними ознаками з виділенням коефіцієнтів, що достовірні на довірчому рівні <0,05 та на їхній основі будували кореляційні плеяди.

Встановлено, що ягоди суниці сорту Хоней починають достигати за накопичення суми ефективних температур вище 5°С 486–651; вище 10°С –214– 347 і суми активних температур – 606–893 °С. Для досягнення ягід суниці Дукат і Полка необхідно відповідно: 590–800, 268–442 і 809–1093 °С.

Ознакою індикатором є середня температура повітря за декаду, що передує початку досягнення плодів та тісно пов'язана з сумою

$\Sigma_{\text{эф}} > 5$ ($r=0,64$), з сумою $\Sigma_{\text{эф}} > 10$ ($r = 0,61$). Між кількістю днів до початку досягнення ягід сорту Хоней та абіотичними факторами залежності не встановлено. Кількість днів до початку досягнення ягід сорту Дукат залежить від середньої температури за останню декаду перед досягненням та сумою $\Sigma_{\text{эф}} > 5$ ($r = 0,4$). У ягід суниці сорту Полка виявлено зв'язок: з середньою температурою за декаду ($r=0,44$), сумою $\Sigma_{\text{эф}} > 5$ ($r = 0,52$), сумою $\Sigma_{\text{эф}} > 10$ ($r = 0,37$) та активних температур ($r = 0,4$).

Таким чином, кількість днів до досягнення споживної зрілості ягід суниці істотно залежить від генетичних передумов, проте в помологічних сортів середнього та пізнього строку дозрівання цей процес відбувається під впливом температурних показників.

Ключові слова: абіотичні фактори, ягоди суниці, досягнення, взаємозв'язок.

V.V. Zamorsky,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Horticulture and Viticulture,
Uman National University of Horticulture, Ukraine

I.L. Zamorska,

Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Food Technologies, Uman National University of Horticulture (Uman),
Ukraine

DURATION OF ACHIEVEMENT OF GARLIC BERRIES UNDER THE INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS

The quality of garden wild strawberry berries determines their suitability for consumption in a fresh form, storage and preservation, and their formation takes place at the time of reaching the consumer ripening.

The aim of the work was to determine the regularity of the time for reaching the consumer ripening of garden wild strawberries under the influence of abiotic factors.

The research of the period of garden wild strawberry berries ripening (May, June) required the following parameters: the sum of effective temperatures above 5 °C; above 10 °C; amount of active temperatures; amount of precipitation. The multiple correlations between selected features with the allocation of coefficients reliable at the trust level <0,05 have been calculated, and correlation groups have been based on it.

It has been found that Honey variety wild strawberry start ripening accumulating the sum of effective temperatures above 5 °C 486- 651; above 10 °C -214 - 347 and the sum of active temperatures - 606- 893 °C. To ripe, Ducat and Polka varieties wild strawberry require respectively: 590-800, 268-442 and 809 -1093 °C.

The indicator is the average decade temperature of the air preceding the onset of the fruit ripening and is closely related to the sum of $\Sigma_{\text{эф}} > 5$ ($r = 0,64$), with the sum of $\Sigma_{\text{эф}} > 10$ ($r = 0,61$). No correlation between the number of days before Honey variety wild strawberry ripening start and the abiotic dependency has been established. The number of days before Ducat variety wild strawberry ripening start depends on the average temperature in the last decade before ripening and the sum of $\Sigma_{\text{эф}} > 5$ ($r = 0,4$). Polka variety wild strawberry showed the following relationship: with an average decade temperature ($r = 0,44$), the sum of $\Sigma_{\text{эф}} > 5$ ($r = 0,52$), the sum of $\Sigma_{\text{эф}} > 10$ ($r = 0,37$) and active temperatures ($r = 0,4$).

Thus, the duration of reaching the consumer ripening of wild strawberry berries depends strongly on genetic preconditions, however, in middle and late pomological varieties, this process occurs under the influence of temperature indices.

Key words: abiotic factors, strawberry, ripening, interconnection

Постановка проблеми. Суниця садова – найбільш поширена ягідна культура в Україні та світі, що зумовлено її багатим хімічним складом, високими смаковими та дієтичними властивостями. Якість ягід суниці визначає їхню придатність до споживання в свіжому вигляді, зберігання та консервування, а її формування відбувається під час досягання. Під час досягання плодів та ягід всі біохімічні та фізіологічні зміни зумовлені узгодженою експресією генів, що пов'язані з досяганням та які кодують ферменти, що беруть участь у біохімічних та фізіологічних процесах [1].

Ягоди суниці відносяться до не клімактеричних плодів, які слід збирати за настання повної споживної зрілості [2]. При цьому процес досягання ягід суниці, що супроводжується змінами забарвлення та їхнього хімічного складу дуже чутливий до температури навколишнього середовища – підвищення температури призводить прискорення процесу досягання, а зниження – до гальмування [3]. Крім цього, на процес досягання ягід впливають генетичні особливості сорту, регіон вирощування, рівень забезпеченості ґрунту поживними елементами тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Продуктивність суниці значною мірою залежить від абіотичних факторів, у т.ч. від погодних умов – температури і забезпеченості вологою, що зумовлено регіоном вирощування. Для оцінки тепла, що необхідне для росту і розвитку рослин користуються сумою ефективних температур, яку розраховують від біологічного мінімуму для культури [4, 5]. Встановлено прямий кореляційний зв'язок між метеорологічними показниками, зокрема фотосинтечною активною радіацією та врожайністю суниці садової. Загальною практикою є прогнозування врожайності на підставі впливу абіотичних факторів [6, 7]. Доведено, що з температурою навколишнього природного середовища тісно пов'язано раннє досягання врожаю ягід ($R^2=0,86$) і загальна урожайність ($R^2=0,69$) [8]. Проте за одночасного дослідження декількох ознак певного об'єкта або обліку декількох показників в експерименті виникає питання про взаємозв'язок між досліджуваними величинами [9, 10].

Одним із напрямків використання багатовимірних методів аналізу є метод кореляційних плеяд П.В. Терентьєва [11], що дозволяє виконати аналіз самої структури мінливості і порівняти її у різних об'єктів. Методика полягає у виділенні сильно пов'язаних груп ознак, побудові зрізів в кореляційній матриці із заданим граничним значенням коефіцієнта кореляції, які укладаються в плеяду, що дозволяє простежити структуру, спрямованість і силу залежності між ознаками [12]. Встановлення закономірностей формування споживної зрілості ягід суниці під впливом різних умов дасть змо-

гу прогнозувати їхню якість та зберегти її з урахуванням потенційних можливостей культури.

Метою роботи є виявлення взаємозв'язків між кількістю днів від переходу середньодобової температури через $5\text{ }^\circ\text{C}$ до настання споживної зрілості ягід суниці з абіотичними факторами.

Методика дослідження. Дослідження проводили упродовж 2005–2015 рр. на кафедрі технологій харчових продуктів та навчально-науковому відділі Уманського національного університету садівництва з ягодами суниці ягоди суниці садової сортів Дукат, Хоней та Полка.

Для дослідження впливу абіотичних факторів на основі даних метеостанції «Умань» за період досягання ягід суниці (травень, червень) встановлювали суми ефективних температур вище $5\text{ }^\circ\text{C}$, суми ефективних температур вище $10\text{ }^\circ\text{C}$, суми активних температур і суми опадів.

Задля встановлення взаємозв'язків між абіотичними факторами тривалістю досягання ягід суниці розраховували множинні кореляції між обраними ознаками з виділенням коефіцієнтів, що достовірні на довірчому рівні $< 0,05$. На основі отриманих результатів будували кореляційні плеяди певних геометричних типів.

Взаємозв'язок між початком досягання споживної зрілості ягід суниці та абіотичними факторами встановлювали за наступними показниками:

КД – кількість днів від переходу середньодобової температури через $5\text{ }^\circ\text{C}$ до початку досягання; СТ – середня температура за декаду; $\Sigma_{\text{эф}} > 5$ – сума температур вище $5\text{ }^\circ\text{C}$; $\Sigma_{\text{эф}} > 10$ – сума температур вище $10\text{ }^\circ\text{C}$; $\Sigma_{\text{акт}}$ – сума активних температур.

Статистичний аналіз виконували за допомогою програми StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian, Enterprise Single User (2007).

Результати дослідження. Дослідження впливу температурних умов на початок досягання ягід суниці різних сортів дозволили встановити температурні інтервали за яких вказаний процес розпочинає свою активність (табл. 1). Так, ягоди суниці сорту Хоней можуть починати достигати вже за накопичення суми ефективних температур вище $5\text{ }^\circ\text{C}$ в інтервалі 486–651, за середньої 568, суми ефективних температур вище $10\text{ }^\circ\text{C}$ – 214–347 за середньої – 281 і суми активних температур – 606–893 за середньої $750\text{ }^\circ\text{C}$.

Для досягання сортів суниці Дукат і Полка достатньо в окремі роки суми ефективних температур вище $5\text{ }^\circ\text{C}$ на рівні 590–800 за середньої $695\text{ }^\circ\text{C}$, суми ефективних температур вище $10\text{ }^\circ\text{C}$ – 268–442 за середньої 355 і суми активних температур – 809–1093 за середньої $951\text{ }^\circ\text{C}$.

Абіотичні фактори періоду досягання та кількість днів до досягання споживної зрілості ягід суниці (за даними Уманської метеостанції)

Таблиця 1

Рік	Середня температура повітря (травень, червень), $^\circ\text{C}$	Сума опадів, мм	Сума температур, $^\circ\text{C}$			Кількість днів від переходу середньодобової температури через $5\text{ }^\circ\text{C}$ до початку досягання		
			ефективних вище $5\text{ }^\circ\text{C}$	ефективних вище $10\text{ }^\circ\text{C}$	активних	сорт		
						Хоней	Дукат	Полка
2005	15,4	41,6	590,2	268,0	809,0	55	61	65
2006	15,4	10,7	527,3	202,1	681,1	74	76	77

2007	20,6	10,4	739,4	402,8	842,8	72	78	81
2008	16,7	1,6	576,0	210,5	763,4	69	71	74
2009	18,9	3,2	611,8	268,2	807,8	68	70	72
2010	20,0	22,0	650,3	310,0	810,1	75	78	80
2011	21,3	8,0	666,7	334,7	819,7	61	68	71
2012	19,9	9,4	800,3	442,4	1092,5	72	80	86
2013	17,8	18,9	726,2	425,4	994,7	62	66	70
2014	19,4	29,1	711,9	346,8	936,8	78	85	88
2015	20,4	22,6	631,5	325,5	877,5	65	72	76

На підставі результатів досліджень отримано коефіцієнти кореляції між абіотичними факторами періоду досягання та тривалістю досягання ягід суниці (табл. 3) і на їхній основі побудовані кореляційні плеяди (рис.), що відображають взаємозв'язки між цими показниками.

З рисунку видно, що ознакою індикатором, від якої залежать інші показники є середня температура повітря

за декаду, що передує початку досягання плодів. Вона має тісний взаємозв'язок з сумою $\Sigma\text{ef}>5$ ($r=0,64$), з сумою $\Sigma\text{ef}>10$ ($r=0,61$), проте з сумою активних температур цей зв'язок слабкий ($r=0,41$).

Між сумою $\Sigma\text{ef}>5$ та $\Sigma\text{ef}>10$ існує прямий сильний взаємозв'язок ($r=0,96$) та обидва ці показники пов'язані з сумою активних температур

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції між абіотичними факторами періоду досягання та тривалістю періоду досягання ягід суниці

Показник	Середня температура повітря, °С	Сума опадів, мм	Сума температур, °С			Кількість днів від переходу середньодобової температури через 5 °С до початку досягання		
			ефективних вище 5°С	ефективних вище 10 °С	активних	сорт		
						Хоней	Дукат	Полка
Середня температура повітря, °С	1,00	-0,22	0,64	0,61	0,41	0,22	0,40	0,44
Сума опадів, мм	-0,22	1,00	-0,01	0,08	0,13	-0,28	-0,16	-0,12
Сума ефективних температур вище 5°С, °С	0,64	-0,01	-	0,96	0,89	0,18	0,40	0,52
Сума ефективних температур вище 10 °С, °С	0,61	0,08	0,96	-	0,87	0,02	0,24	0,37
Сума активних температур, °С	0,41	0,13	0,89	0,87	-	0,03	0,24	0,40
Кількість днів від переходу середньодобової температури через 5 °С до початку досягання	0,22	-0,28	0,18	0,02	0,03	-	0,94	0,88
	0,40	-0,16	0,40	0,24	0,24	0,94	-	0,98
	0,44	-0,12	0,52	0,37	0,40	0,88	0,98	-

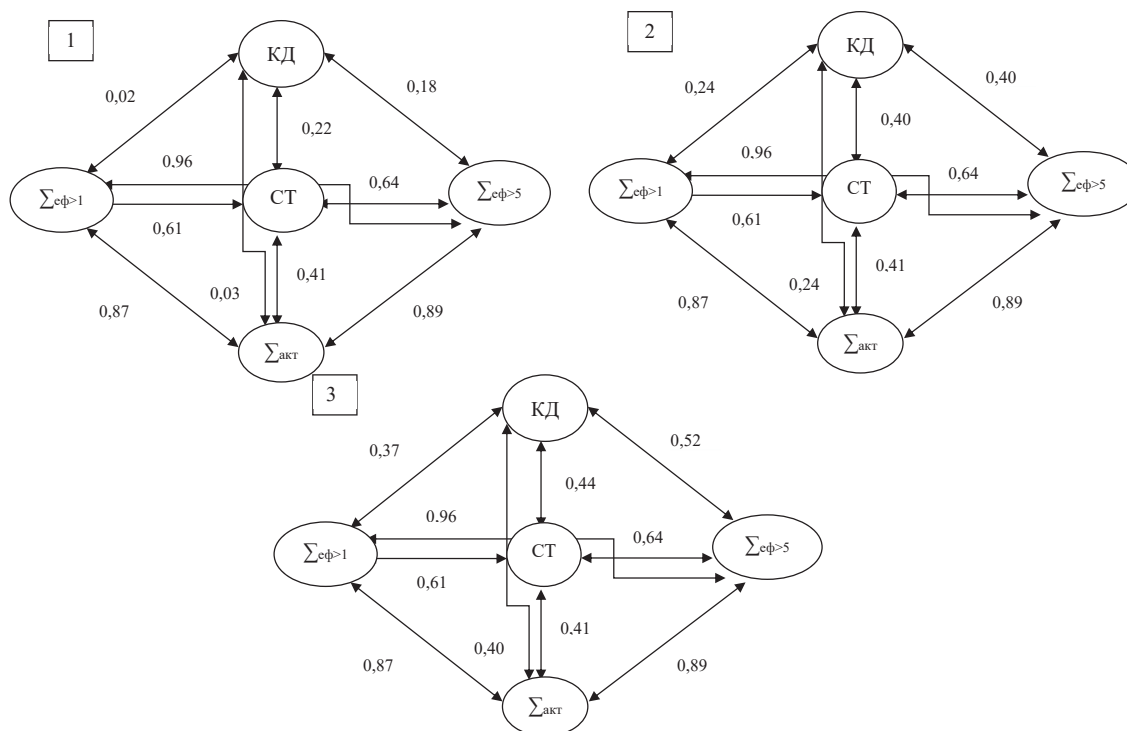


Рис. Взаємозв'язок абіотичних факторів та тривалості досягнення споживної зрілості ягід суниці сортів:

1 – Хоней, 2 – Дукат, 3 – Полка

$r=0,89$). При цьому виявлено незначний взаємозв'язок між кількістю днів до початку досягнення ягід та абіотичними факторами.

Для ягід суниці сорту Хоней, що відноситься до ранньостиглого сорту досягнення ягід такої залежності від жодного з показників не встановлено. Проте, для ягід сорту Дукат середньораннього строку досягнення кількість днів до початку досягнення залежить від середньої температури за останню декаду перед досягненням ягід та сумою $\Sigma_{эф}>5$ ($r=0,40$). При цьому дуже слабкий зв'язок виявлено з сумою $\Sigma_{эф}>10$ та сумою активних температур. У ягід суниці сорту Полка, що відноситься до сортів із середньопізнім строком досягнення зв'язок абіотичних факторів з кількістю днів до початку досягнення середній: з середньою температурою за декаду ($r=0,44$), сумою $\Sigma_{эф}>5$ ($r=0,52$), сумою $\Sigma_{эф}>10$ ($r=0,37$) та активних температур ($r=0,40$). Помірний кореляційний зв'язок між цими показниками свідчить про те, що існують інші фактори, які впливають на досягнення ягід суниці.

Висновки. Отже, тривалість формування споживної зрілості ягід суниці істотно залежить від селекційно-генетичних особливостей сорту суниці садової, а в сортів середнього та пізнього строку досягнення – від середньодобової температури і суми ефективних температур вище $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Встановлено середній кореляційний зв'язок між такими температурами і початком досягнення ягід суниці.

Література

1. Bouzayen M., Latché A., Nath P., Pech J.C. Mechanism of fruit ripening. Plant developmental biology-Biotechnological perspectives. Springer Berlin Heidelberg. 2010. P. 319–339. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02301-9>
2. Nunes M. C. N., Brecht J. K., Morais A. M., Sargent S.

A. Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. Journal of Food and Agriculture. 2006. Vol. 86. No. 2. P. 180–190. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2314>

3. Han Y., Dang R., Li J., Jiang J., Zhang N., Jia M., Jia W. Sucrose nonfermenting1-related protein kinase, an ortholog of open stomata, is a negative regulator of strawberry fruit development and ripening. Plant physiology. 2015. №167. P. 915–930. <https://doi.org/10.1104/pp.114.251314>

4. Ferreyra R. M., Viña S. Z., Mugridge A., Chaves A. R. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. Scientia Horticulturae. 2007. 112(1), 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.001>

5. Diamanti J., Capocasa F., Mezzetti B., Tulipani S., Battino M. The interaction of plant genotype and temperature conditions at ripening stage affects strawberry nutritional quality. In Workshop on Berry Production in Changing Climate Conditions and Cultivation Systems. COST-Action 863: Euroberry Research: from 838. 2008. P. 183–186. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.838.30>

6. Pathak T. B., Dara S. K., Biscaro A. Evaluating correlations and development of meteorology based yield forecasting model for strawberry. Advances in Meteorology. 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9525204>

7. Li H., Li T., Gordon R. J., Asiedu S. K., Hu K. Strawberry plant fruiting efficiency and its correlation with solar irradiance, temperature and reflectance water index variation. Environmental and Experimental Botany. 2010. 68(2), P. 165–174. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.12.001>

8. Palencia P., Martínez F., Medina J. J., Vázquez E., Flores F., López-Medina J. Effects of climate change on strawberry production. In Workshop on Berry Production

in Changing Climate Conditions and Cultivation Systems. COST-Action 863: Euroberry Research: from 838. 2008. P. 51–54. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.838.6>

9. Palencia P., Martínez F., Medina J. J., López-Medina J. Strawberry yield efficiency and its correlation with temperature and solar radiation. *Horticultura Brasileira*. 2013. 31, P. 93–99. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000100015>

10. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. Учебное пособие. Л.: Изд-во ЛГУ. 1977. 152 с

11. Ростова Н.С. Корреляционный и многомерный анализ: применение в популяционных исследованиях. Современное состояние и пути развития популяционной биологии. Матер. X Всероссийского популяционного семинара. 2008. С. 51–56.

12. Красотина Т.С., Хапова С.А. Биохимическая оценка перспективных сортов земляники садовой в Ярославской области. *Вестн. АПК Верхневолжья*. 2009. № 1. С. 11–14.

REFERENCES

1. Bouzayen, M., Latché, A., Nath, P., Pech, J.C. Mechanism of fruit ripening. *Plant developmental biology-Biotechnological perspectives*. Springer Berlin Heidelberg, 2010, pp. 319–339. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02301-9>

2. Nunes, M. C. N., Brecht, J. K., Morais, A. M., Sargent, S. A. Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2006, Vol. 86 (2), pp. 180–190. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2314>

3. Han, Y., Dang, R., Li, J., Jiang, J., Zhang, N., Jia, M., Jia, W. Sucrose nonfermenting1-related protein kinase, an ortholog of open stomata, is a negative regulator of strawberry fruit development and ripening. *Plant physiology*, 2015, №167 pp. 915–930. <https://doi.org/10.1104/pp.114.251314>

4. Ferreyra, R. M., Viña, S. Z., Mugridge, A., Chaves, A. R. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. *Scientia Horticulturae*, 2007, 112(1), pp. 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.001>

scienta.2006.12.001

5. Diamanti, J., Capocasa, F., Mezzetti, B., Tulipani, S., Battino, M. The interaction of plant genotype and temperature conditions at ripening stage affects strawberry nutritional quality. In Workshop on Berry Production in Changing Climate Conditions and Cultivation Systems. COST-Action 863: Euroberry Research: from 838. 2008, pp. 183–186. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.838.30>

6. Pathak, T. B., Dara, S. K., Biscaro, A. Evaluating correlations and development of meteorology based yield forecasting model for strawberry. *Advances in Meteorology*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9525204>

7. Li, H., Li, T., Gordon, R. J., Asiedu, S. K., Hu, K. Strawberry plant fruiting efficiency and its correlation with solar irradiance, temperature and reflectance water index variation. *Environmental and Experimental Botany*, 2010, 68(2), pp. 165–174. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.12.001>

8. Palencia, P., Martínez, F., Medina, J. J., Vázquez, E., Flores, F., López-Medina, J. Effects of climate change on strawberry production. In Workshop on Berry Production in Changing Climate Conditions and Cultivation Systems. COST-Action 863: Euroberry Research: from 838, 2008, pp. 51–54. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.838.6>

9. Palencia, P., Martínez, F., Medina, J. J., & López-Medina, J. Strawberry yield efficiency and its correlation with temperature and solar radiation. *Horticultura Brasileira*, 2013, 31, pp. 93–99. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000100015>

10. Terentyev P., Rostova N. Workshop on biometrics. Textbook. L.: LSU Publishing House, 1977, 152 p.

11. Rostova N. Correlation and multidimensional analysis: application in population research. Current state and ways of development of population biology. *Mater. X All-Russian population seminar*, 2008, pp. 51–56.

12. Krasotina T., Khapova S. Biochemical assessment of promising varieties of garden strawberries in the Yaroslavl region. *Bulletin of Agro-industrial complex of the Upper Volga region*, 2009, No. 1, pp. 11–14.