

11. Боровский, Е. В. Терапевтическая стоматология / Е. В. Боровский. – М., 2003. – С. 500.
12. Кюнцель, В. Геростоматология / В. Кюнцель. – Берлин, 1990. – С. 160.
13. Пейсахович, И. М. Геронтостоматология / И. М. Пейсахович. – Киев, 1973. – С. 191.
14. Борисенко, Л. Г. Особенности стоматологического статуса и методы лечебно-профилактической помощи населению пожилого возраста : учеб.-метод. пособие / Л. Г. Борисенко. – Минск, 2005. – С. 56.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 11.09.2015

***Petrusenko O.A., Gaiduk V.E. Analysis of Dental Morbidity of the Population of Brest Region***

*The article presents the research results for the period 2011–2013 prevalence and intensity of dental caries among residents of the Brest region. The characteristic of the dental status of the population of the three key age groups according to WHO recommendations: 18 years of age, 35–44 years and over 65 years. A comparative analysis of epidemiological indicators with the global goals for oral health by the WHO was made. Revealed a high prevalence of caries disease. Long-term goals in many areas are not performed.*

УДК 612.176

**Н.К. Саваневский<sup>1</sup>, Г.Е. Хомич<sup>2</sup>, Е.Н. Саваневская<sup>3</sup>**<sup>1</sup>канд. биол. наук, доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека  
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина<sup>2</sup>канд. биол. наук, доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека  
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина<sup>3</sup>студент биологического факультета  
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ДЕВУШЕК С ВЕГЕТО-СОСУДИСТОЙ ДИСТОНИЕЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПОЛОЖЕНИЯ ИХ ТЕЛА В ПРОСТРАНСТВЕ

*В статье представлены результаты спектрального анализа variability сердечного ритма у девушек с диагнозом вегето-сосудистая дистония. Результаты сравнения частотных диапазонов спектров кардиоритмов испытуемых с нормальным тонусом периферических кровеносных сосудов и девушек с дисфункцией вегетативной нервной системы показали недостаточную активность сегментарных симпатических центров регуляции сердечного ритма у последних при выполнении ортостатической пробы. Также обнаружено повышение активности надсегментарного уровня регуляции в качестве фактора, компенсирующего дефицит сегментарных влияний в вертикальном положении. На недостаточность такой компенсации указывает невысокое преобладание активности центрального контура регуляции сердечной деятельности над влиянием автономного контура у девушек с вегето-сосудистой дистонией по сравнению с контролем при нахождении их тела под углом 90° к горизонту.*

### Введение

Система кровообращения может рассматриваться как чувствительный индикатор адаптационных реакций целостного организма [1]. Исследование variability сердечного ритма интересно тем, что она хорошо отражает степень напряжения регуляторных систем [2]. В частности, variability сердечного ритма (ВСР) представляет один из информативных показателей активности вегетативной нервной системы. Хотя автоматизм и присущ пейсмейкерным клеткам, но сердечный ритм в значительной степени находится под контролем вегетативной нервной системы (ВНС). В условиях покоя вагусное влияние превалирует, и вариации частоты сердечных сокращений (ЧСС) определяются главным образом вагусной модуляцией.

Некоторые первичные невралгические нарушения, включая болезнь Паркинсона, множественный склероз, синдром Джулиана – Барре, ортостатическая гипотензия типа Шая – Драгера, связаны с измененной функцией ВНС. При некоторых из этих нарушений изменения в ВСР могут использоваться для раннего выявления состояния и могут быть полезны для оценки скорости прогрессирования заболевания. Таким образом, изучение variability сердечного ритма имеет большое значение для понимания особенностей вегетативной регуляции у здоровых людей и у людей с различными, в том числе сердечно-сосудистыми, заболеваниями [5].

Важной частью исследования variability сердечного ритма является функциональное тестирование. Изменение устойчивости показателей среднесуточной variability RR-интервалов под действием внешних раздражителей отмечается как у здоровых, так и у кардиологических больных [5]. Основной целью при этом является оценка функциональных резервов механизмов вегетативной регуляции [2]. Внешние раздражения могут быть направлены на тонизирование как симпатического, так и парасимпатического отделов нервной системы. Реакция на пробу у людей с патологиями может быть либо естественной, либо парадоксальной [3].

В связи с этим целью исследования стал сравнительный анализ вариабельности сердечного ритма испытуемых с диагнозом вегето-сосудистая дистония и здоровых девушек при выполнении ими поструральных проб.

### **Объект и методика исследований**

В качестве испытуемых были обследованы две группы девушек-студенток. Первую (контрольную) группу составили девушки с фоновым нормальным тонусом периферических кровеносных сосудов нижних конечностей, не страдавшие заболеваниями нервной и сердечно-сосудистой систем, а вторую – испытуемые с диагнозом вегето-сосудистая дистония по гипотензивному типу. У испытуемых девушек на мониторе кровенаполнения «Кентавр-1» импедансометрическим методом [4] с каждым ударом пульса проводилось измерение ЧСС. В качестве функциональных проб применялись пассивный перевод тела испытуемой в вертикальное положение (ортостатическая проба) и в положение вниз головой под углом 30° к горизонту (антиортостатическая проба).

Для выявления и оценки периодических составляющих ритма сердца использовался спектральный анализ вариабельности кардиоритма. Метод заключается в создании кардиоритмограммы – вариационного ряда R–R интервалов, изображенного в виде отрезков прямой с общим началом для каждого из них на оси абсцисс; по оси ординат откладываются значения продолжительности сердечного цикла, а по оси абсцисс – порядковые номера цикла – с последующим определением соотношения ее частотных компонентов. Последнее осуществлялось посредством быстрого преобразования Фурье с дальнейшим расчетом спектральной плотности мощности (СПМ) каждого из частотных диапазонов согласно методике Р.М. Баевского [2]. При анализе короткой записи (как правило, пятиминутной) в спектре выделяются 3 таких диапазона: высокочастотный – HF (0,15–0,4 Гц), низкочастотный – LF (0,04–0,15 Гц), очень низкочастотный – VLF (<0,04 Гц) [3].

Наличие быстрых волн (HF) свидетельствует о нарастании парасимпатической регуляции, а медленных волн (LF) – симпатической. Спектральная составляющая сердечного ритма в области очень низких частот (VLF) также характеризует активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Однако поскольку амплитуда VLF тесно связана с психоэмоциональным напряжением и функциональным состоянием коры головного мозга, в данном случае речь идет о более сложных влияниях со стороны надсегментарного уровня регуляции. Показано, что VLF отражает церебральные эрготропные влияния на нижележащие уровни [2]. VLF-, LF- и HF-компоненты СПМ кардиоритма обычно измеряются в абсолютных величинах мощности ( $\text{мс}^2$ ), но могут также измеряться и в нормализованных единицах (п. у.), которые представляют относительные значения каждой спектральной компоненты по отношению к общей мощности за вычетом VLF-компоненты [5].

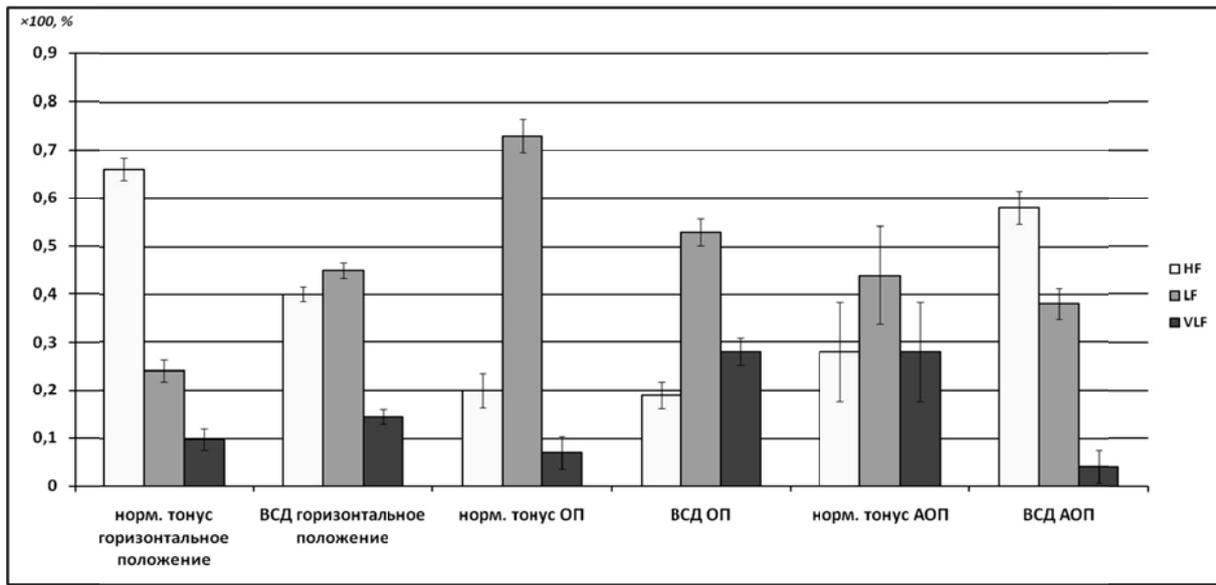
По данным СПМ гармоник кардиоритмограммы вычислялись следующие показатели: индекс централизации (ИЦ)  $\text{ИЦ} = (\text{HF} + \text{LF}) / \text{VLF}$ , отражающий степень централизации управления ритмом сердца (преобладание активности центрального контура регуляции над автономным), и индекс вагосимпатического взаимодействия  $\text{LF} / \text{HF}$  [2]. Для статистического анализа полученных результатов был использован соответствующий пакет программы Microsoft Office Excel.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

В ходе исследования было проведено сравнение процентных значений доли отдельных частотных компонентов в суммарной мощности спектра у испытуемых в зави-

симости от положения их тела в пространстве. Выявленные соотношения проиллюстрированы рисунком 1.

При анализе доли быстрых волн в общей спектральной плотности мощности у девушек с нормальным фоновым тонусом сосудов ног выявлено уменьшение их вклада в структуру кардиоритма в ряду «фон > ортостаз = антиортостаз». При анализе спектрограмм испытуемых с вегето-сосудистой дистонией наблюдалась противоположная динамика. У них доля HF-компоненты в структуре кардиоритма убывает в ряду «антиортостаз > фон > ортостаз».



**Рисунок 1. – Соотношения HF-, LF- и VLF-компонентов спектров ВСР у девушек с нормальным фоновым тонусом сосудов (нормальный тонус) и вегето-сосудистой дистонией (ВСД) при нахождении в горизонтальном положении, а также при выполнении ортостатической (ОП) и антиортостатической (АОП) проб**

Соотношение СПМ LF-волн в покое и в ходе выполнения функциональных проб у обследуемых контрольной группы было практически противоположным зависимости, выявленной у них при анализе СПМ быстрых волн: самые высокие процентные доли низкочастотного компонента в суммарной мощности спектра у них наблюдались при выполнении ортостатической пробы, значительно ниже они были в положении головы вниз под углом 30° и еще ниже – в горизонтальном. У девушек с дисфункцией ВНС самые высокие значения СПМ LF-волн были выявлены в ортостазе. Ниже они были в горизонтальном положении, а в антиортостазе мощность медленных волн была самой низкой из приведенных.

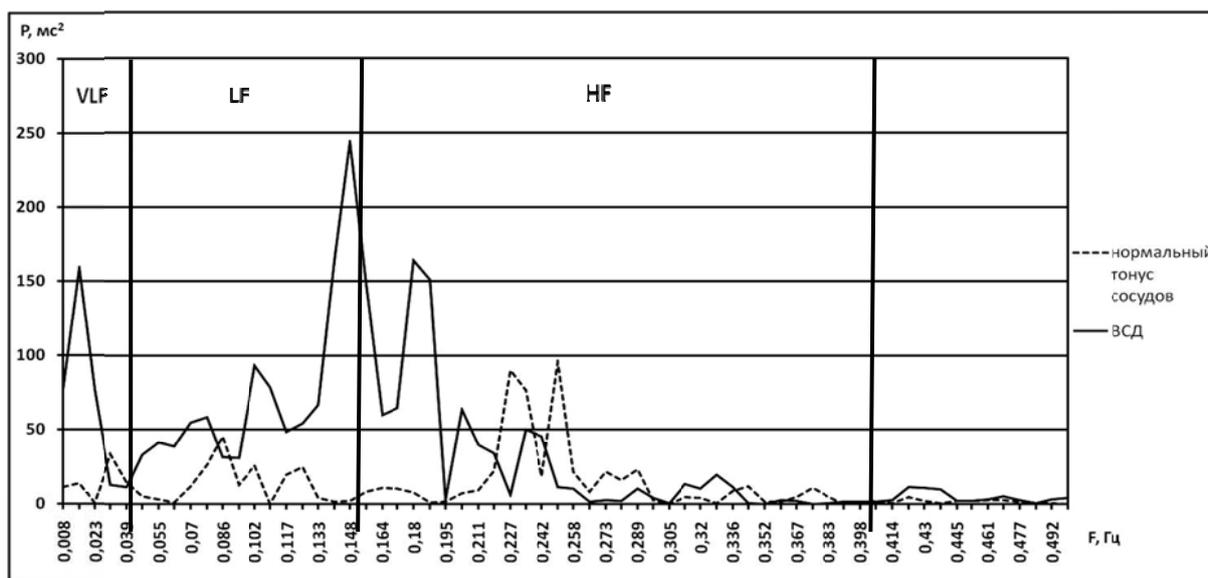
Анализ очень низкочастотного компонента спектрограмм испытуемых дал наиболее противоречивые результаты: у испытуемых с ВСД СПМ в этих частотах убывает в направлении «ортостаз > фон > антиортостаз», тогда как в контрольной группе СПМ VLF-компонента в антиортостатическом положении, напротив, была наибольшей (статистически достоверную разницу между значениями мощности VLF фона и ортостаза в этой группе испытуемых выявить не удалось).

Аналогично для фонового положения и каждой функциональной пробы было проведено сравнение выраженности того или иного типа волн попарно по группам испытуемых. В горизонтальном положении мощность HF-волн была выше у девушек с фоновым нормальным тонусом сосудов. При переходе в вертикальное положение

СПМ коротких волн обеих групп сравнивались, а при выполнении антиортостатической пробы ее более высокие значения наблюдались в группе с диагнозом ВСД.

При нахождении в горизонтальном положении СПМ низкочастотного компонента у испытуемых с вегето-сосудистой дистонией была больше аналогичного показателя у контрольной группы обследуемых. В ортостазе более высокими значениями характеризовались девушки с фоновым нормальным сосудистым тонусом. При переводе головной вниз под углом  $30^\circ$  значения LF в обеих экспериментальных группах сравнивались.

Особый интерес представляет анализ очень низкочастотного компонента спектра. Так, если в состоянии покоя достоверных различий между СПМ VLF волн экспериментальных групп выявлено не было, то при переходе в ортостаз значения СПМ у девушек с диагнозом ВСД значительно превышали таковые в контрольной группе. В антиортостазе, напротив, мощность очень низкочастотного компонента спектра была выше у испытуемых с фоновым нормальным тонусом сосудов.

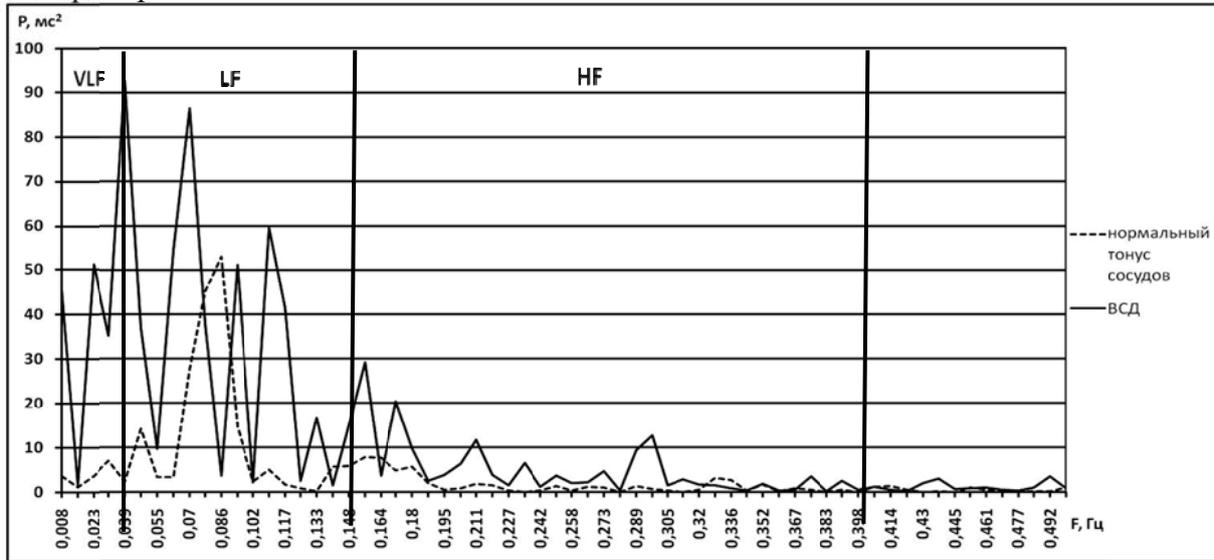


**Рисунок 2.** – Спектрограммы ВСП испытуемых с нормальным сосудистым тонусом и вегето-сосудистой дистонией в горизонтальном положении

Активность симпатического отдела вегетативной нервной системы можно оценить по степени торможения активности парасимпатического отдела, являющейся основной частью высокочастотного компонента [2]. Из приведенных выше сравнений значений СПМ у девушек, страдающих ВСД, с таковыми в контрольной группе можно заключить, что относительно высокие доли HF-компоненты при выполнении постуральных проб, а также относительно малый вклад LF-волн в структуру кардиоритма в ортостазе и высокий – в горизонтальном положении у девушек с ВСД можно рассматривать как первый сигнал неадекватности реакции отделов автономной нервной системы на действующие нагрузки. Такие данные позволяют предположить относительное снижение активности симпатического отдела автономной нервной системы при поддержании вегетативного баланса.

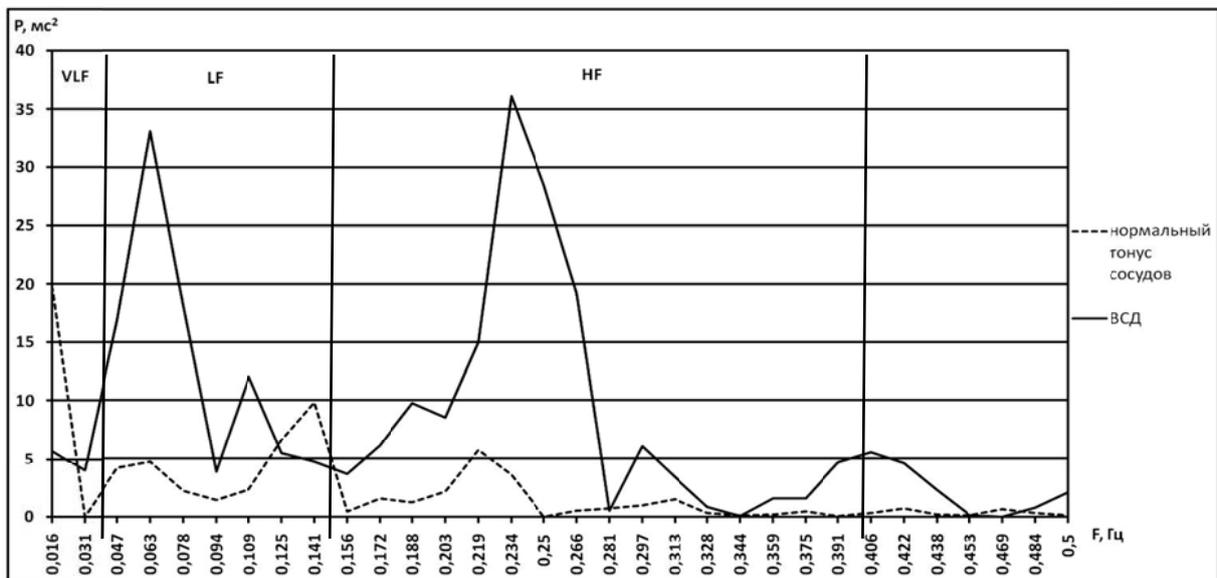
Однако об адаптивности вегетативной нервной реакции к постуральным воздействиям нельзя судить только по СПМ коротких и длинных волн. Результаты анализа VLF-волн показывают повышение мощности спектрограммы в данных частотах у девушек с ВСД при нахождении в ортостазе и снижение ее в антиортостазе по сравнению с контрольной группой. Это может указывать на компенсаторную роль надсегментар-

ных влияний для восполнения нехватки сегментарных симпатических воздействий на кардиоритм.



**Рисунок 3. – Спектрограммы ВСР испытуемых с нормальным сосудистым тонусом и вегето-сосудистой дистонией при выполнении ортостатической пробы**

В подтверждение данного предположения можно привести рассчитанные для обеих экспериментальных групп индексы вагосимпатического взаимодействия и централизации.



**Рисунок 4. – Спектрограммы ВСР испытуемых с нормальным сосудистым тонусом и вегето-сосудистой дистонией при выполнении антиортостатической пробы**

При расчете индекса вагосимпатического взаимодействия в обеих экспериментальных группах были выявлены схожие тенденции: наибольшие значения индекса в обеих группах девушек были отмечены при выполнении ортостатической пробы. Ниже для контрольной группы они были в антиортостазе, самые же низкие были характерны для горизонтального положения. У испытуемых с дисфункцией ВНС значения индекса убывали в ряду «ортостаз > фон > антиортостаз».

Расчет индекса централизации показал следующее. У девушек контрольной группы наибольшие значения ИЦ проявляются в ортостатическом положении, наименьшие же – в антиортостазе. Во второй группе наблюдается прямо противоположная динамика. Это говорит о недостаточном участии центрального контура регуляции в контроле за кардиоритмом у девушек с вегето-сосудистой дистонией по сравнению с контролем в вертикальном положении тела.

### **Заключение**

На основании сравнительного анализа значений индексов централизации, вагосимпатического взаимодействия, а также доли волн различной частоты в структуре суммарной СПМ как индикаторов реакции на постральные воздействия у девушек обследованных групп можно сделать заключение о неадекватном распределении роли между отделами автономной нервной системы в регуляции ЧСС у девушек с диагнозом «вегето-сосудистая дистония». За счет этого при выполнении ортостатической пробы возникает дефицит компенсаторных симпатических воздействий, обусловленных активностью сегментарных аппаратов регуляции, который в незначительной степени восполняется за счет активизации надсегментарного уровня. На это указывает повышенная в сравнении с горизонтальным положением доля очень низкочастотного компонента в структуре сердечного ритма при нахождении в ортостазе. Данное обстоятельство может свидетельствовать о снижении степени адаптивности вегетативных регуляторных механизмов у девушек с ВСД.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Космическая кардиология / В. В. Парин [и др.] ; под общ. ред. В. В. Парина. – Л. : Медицина, 1967. – 212 с.
2. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / Р. М. Баевский [и др.] // Вестн. аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–87.
3. Березный, Е.А. Практическая кардиоритмография / Е. А. Березный, А. М. Рубин, Г. А. Утехина. – СПб. : Нео, 2005. – 140 с.
4. Астахов, А. А. Физиологические основы биоимпедансного мониторинга гемодинамики и анестезиологии (с помощью системы «Кентавр») / А. А. Астахов. – Челябинск, 1996. – Ч. 1, 2. – 330 с.
5. Рабочая группа Европейского кардиологического общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии. Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования / А. Джон Камм [и др.] // Вестн. аритмологии. – 1999. – № 11. – С. 3–17.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 04.01.2016

### ***Savaneuski M.K., Khomich H.E., Savaneuskaya A.N. Spectral Analysis of Heart Rate Variability of Young Women with Vegetative-Vascular Dystonia by Changing Their Body Position***

*The article deals with the results of spectral analysis of heart rate fluctuation by young women with vegetative-vascular dystonia. In comparison with the heart rate variability of healthy probationers was noticed the deficiency of lower sympathetic centres activity by heart rate regulation in another group by undergoing the orthostatic function test. The lack was partly compensated by increased participation of higher level of regulation. The insufficiency of this compensation by diseased women was shown by detecting the deficiency of central regulation in orthostatic position.*

УДК 68.35.53. 68.33.29

**Е.А. Санелина**

*аспирант кафедры ботаники и экологии*

*Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина*

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ  
МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ НА СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ  
ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ**

*Изучены особенности современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур в открытом грунте с использованием системы капельного орошения. Проведена качественная оценка урожайности ягод малины в зависимости от уровня поддержания относительной влажности активного слоя почвы 0,6, 0,7, 0,8 от наименьшей влагоемкости, а также установлена связь суммарного потребления и затрат оросительной воды посадками малины ремонтантной в зависимости от режима орошения.*

**Введение**

Современный рынок предъявляет повышенные требования к качеству, срокам поставки плодовой и ягодной продукции. При этом принимаются во внимание не только высокие товарные, вкусовые и технологические свойства, но и содержание в плодах биологически активных и других веществ. Малина в этом отношении представляет особую ценность как богатейший источник витаминов С, Р, пектиновых веществ, микроэлементов и других антиоксидантов.

Малина ремонтантная считается одним из лучших видов ягодного сырья. Изучение возделывания данной культуры имеет большое значение, позволяющее получать урожай с оптимальным сочетанием таких показателей качества, как вкус, пищевая ценность и безопасность, экономическая эффективность производства, гарантированность урожая. Ценные лечебные и хорошие вкусовые качества делают малину ремонтантную перспективной для возделывания в условиях юго-западной части Беларуси, которая характеризуется недостаточным и неустойчивым водообеспечением сельскохозяйственных культур в период вегетации, частыми засухами. Поэтому дальнейшая интенсификация сельскохозяйственного производства возможна при регулировании водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя почвы, что можно достичь с помощью орошения.

В настоящее время наиболее эффективным способом орошения признается капельное орошение, которое широкое признание завоевало в США, Израиле, Австрии, Египте, Кении и др. странах. В малых опытно-производственных масштабах капельное орошение признано как высокоэффективный способ полива в Польше, Чехии, Молдове, Узбекистане, Армении, Таджикистане, Кыргызстане. В целом и ученые, и фермеры этих и других стран считают, что капельное орошение является наилучшим и наиболее эффективным методом полива по части высоких урожаев возделываемых культур, а также экономии труда, энергетических ресурсов и высокой культуры производства орошаемого земледелия [1; 2].

Так, например, рядом ученых показана большая эффективность использования оросительной воды при капельном поливе по сравнению с любым другим способом орошения [3–5]. Главным достоинством капельных систем является экономное расходование поливной воды при их использовании в условиях как сухого и жаркого, так и умеренного климата. Европейскими учеными отмечено, что в результате перехода от поверхностных способов орошения и дождевания к капельному орошению происходит снижение поливных норм на 30–70% с одновременным повышением урожайности на 50%, а в ряде случаев – на 100% [6].

Работы по применению капельного орошения в странах умеренного влажного климата (Великобритания, Нидерланды, Германия) показывают, что экономия воды со-

ставляет 25–30% по сравнению с дождеванием. Несмотря на меньшую экономию воды, чем в засушливых районах, этот показатель считают благоприятным, поскольку снижение расхода воды влечет за собой уменьшение затрат на ее подачу. В Германии были проведены испытания капельного орошения кукурузы, сахарной свеклы, картофеля. На легких почвах затраты поливной воды снижались на 23–28% по сравнению с дождеванием [6]. Урожай овощных культур в открытом грунте при капельном орошении увеличился в 2–3 раза, особенно в засушливые годы. В условиях возрастания ценности пресной воды подобные цифры имеют существенное значение.

Отмечается, что капельное орошение, создавая условия оптимального снабжения растений водой и питательными веществами, оказывает положительное влияние на их рост и развитие, что приводит к существенному увеличению урожаев валовой и особенно товарной продукции. Наибольшая отзывчивость отмечается у томатов, перца, картофеля, плодово-ягодных культур и виноградной лозы. Урожай плодов в среднем повышается на 20–50%, ягод – на 40–60%, винограда – на 30–40% (на Украине, в отдельных областях, в зависимости от сорта – до 80%), овощей – на 50–80% [6].

В свою очередь, капельное орошение является наиболее технически сложным и дорогостоящим способом орошения. Недостаточный учет исходных условий при проектировании и эксплуатации системы приводит к негативным результатам, когда вложенные ресурсы (финансовые, трудовые, материальные) не дают ожидаемой отдачи. Без научного обоснования использования капельного орошения возможна не только потеря вложенных средств, но и нанесение вреда окружающей среде [5; 6].

Анализ литературных источников [4; 5] позволил определить основные проблемы при использовании систем капельного орошения и возможные пути их преодоления. Современное состояние научных исследований по технике и технологии капельного орошения [7] свидетельствуют о том, что:

1) до настоящего времени не разработаны принципиальные схемы размещения поливных трубопроводов, не определены оптимальные параметры и не разработана технология капельного орошения при выращивании малины ремонтантной;

2) недостаточно изучено влияние капельного орошения на основные показатели роста, развития и продуктивности посадок малины ремонтантной в зависимости от режимов капельной системы;

3) не выявлены закономерности водопотребления и формирования водного режима почвы посадками малины ремонтантной при капельном орошении в различные по условиям увлажнения годы, особенно это относится к умеренно-влажной зоне с засушливыми периодами;

4) не установлена эффективность использования капельного орошения малины ремонтантной на легких почвах;

5) не определен оптимальный режим орошения при ее возделывании.

Таким образом, вопросы совершенствования технологии капельного орошения малины ремонтантной, направленные на получение проектных урожаев в условиях умеренно-влажной зоны, представляют как теоретический, так и практический интерес.

Целью данной работы является разработка режима капельного орошения, обеспечивающего поддержание водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя почвы и создающего условия для получения наибольшего урожая с высоким качеством ягод малины ремонтантной на супесчаных почвах юго-западной части Беларуси.

В настоящей работе изучаются закономерности формирования водного режима почвы и водопотребления посадками малины ремонтантной в зависимости от режима орошения, оказывающие влияние на основные показатели роста, урожайности и особенностей биохимического состава ягод малины ремонтантной.

### Объекты и методика исследований

Юго-западная часть Беларуси представлена южной агроклиматической областью, для которой характерны более высокие температуры лета и зимы. Весна и лето наступают на несколько недель раньше, чем на севере и в центре Беларуси. Так, переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С весной происходит 10–15 марта, вегетация растительности начинается 4–8 апреля. Для характеристики погодных условий использованы данные Пружанской метеорологической станции, так как опытное поле находится в Пружано-Брестском агроклиматическом районе.

Метеорологические условия во время проведения исследований различались как по количеству выпавших осадков, так и по температурному режиму. По месяцам среднесуточная температура воздуха отклонялась и превышала средние многолетние данные. Так, по отношению к среднемноголетним данным в апреле превышение температуры воздуха составило 62%, в мае – 11%, в июне – 4,8%, в июле – 27,3%, в августе – 72,0%, в сентябре – 97,4%. Согласно рассчитанному гидротермическому коэффициенту Г.Т. Селянинова, вегетационный период 2014 г. являлся более засушливым относительно средних многолетних данных.

Засушливые климатические условия юго-западной части Беларуси являются основным лимитирующим фактором, определяющим рост и развитие многолетних насаждений, увлажненность почвы, поскольку степень доступности питательных веществ растениям напрямую зависит от уровня водообеспеченности.

Решение указанной задачи становится возможным при проведении исследований по схеме однофакторного полевого опыта, при котором исследуется водный режим почвы. Для проведения фенологических наблюдений на каждой делянке выделено по 30 учетных растений в четырех повторностях. Схема опытов состояла из трех вариантов режима орошения (поддержание относительной влажности почвы в активном слое на уровне 0,6, 0,7, 0,8 от наименьшей влагоемкости) саженцев малины ремонтантной.

При закладке опытов и проведении полевых наблюдений были учтены основные положения методик полевого опыта [8; 9], полевого опыта в условиях орошения, постановки опытов с плодовыми, ягодными и цветочно-декоративными растениями [10]. Оценка запасов продуктивной влаги проводилась по параметрам, предложенным А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной [11].

Качество ягод изучалось по следующим методикам: содержание нитратов – по ГОСТ 29270-95; содержание золы – ГОСТ 25555.4-91; содержание сухого вещества и влаги – ГОСТ 28561-90. Содержание тяжелых металлов определялось в соответствии с методическими указаниями по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства.

Полевые опыты в 2014 г. проводились на поле ООО «ГермесЭкоГрупп», расположенном на юге Каменецкого района Брестской области. Почвенный покров в посадке малины представлен наиболее распространенной почвенной разновидностью дерново-подзолистой супесчаной почвой, развивающейся на рыхлых супесях, подстилаемых с глубины 0,37 м маренными песками.

Из общей площади пахотных земель Брестской области дерново-подзолистые рыхлосупесчаные и песчаные почвы занимают 75% площади. С агропроизводственной стороны они могут быть охарактеризованы как почвы с неблагоприятным водным режимом и низким содержанием питательных веществ для растений. Малая влагоемкость и большая водопроницаемость подстилающих их типов обуславливают быстрое просачивание атмосферных осадков на большую глубину, которые затем становятся недоступными для растений. Поэтому посадки на таких почвах в период вегетации обычно испытывают недостатки влаги, особенно в засушливые годы.

На исследуемом участке капельное увлажнение малины ремонтантной осуществлялось с помощью капельной оросительной системы 800 I – 15 m P 128/9 (производитель JAR-MET, Польша). Система оснащена увлажнителями, расположенными по длине трубопровода на расстоянии 0,4 м и обеспечивающими подачу 1,1 литра воды в час. Наблюдение за влажностью почвы осуществляли термостатно-весовым методом. Влажность слоя почвы глубиной в 0,5 м в контурах увлажнения поддерживалась в пределах 0,6 НВ, 0,7 НВ, 0,8 НВ. Схема опытов предусматривает изучение влияния поливного режима при поддержании в течение вегетации влажности активного слоя почвы не ниже принятых предполивных порогов на изменение развития и выхода урожая ягод малины.

### Результаты и их обсуждение

Исследования позволили оценить параметры контура увлажнения, которые зависят от величины поливной нормы. После окончания полива, за счет перераспределения влаги в почве, параметры увлажнения увеличиваются и достигают максимальной величины на третьи сутки. Под воздействием испарения и транспирации после трех суток контуры увлажнения начинают заметно уменьшаться. При капельном увлажнении малины наиболее рационально назначать сроки очередных поливов по показаниям влажности почв в пределах предложенных вариантов. При определении поливных норм капельного увлажнения учитывались следующие показатели: объемная масса расчетного слоя почвы, глубина увлажнения, влажность почвы при наименьшей влагоемкости, предполивная влажность почвы, корректировки сроков поливов с учетом выпавших осадков. При выпадении атмосферных осадков более 10 мм очередные поливы переносились на более поздние сроки.

В ходе проведения эксперимента для поддержания относительной влажности почвы на уровне 0,8 НВ произведено 12 поливов в период вегетации. При поддержании влажности почвы на уровне 0,7 НВ, 0,6 НВ произведено 8 и 6 поливов соответственно (таблица 1). В условиях поддержания влажности на уровне не ниже 0,8 НВ получена самая высокая за период вегетации урожайность (3,06 т/га), где на формирование одной тонны малины ремонтантной требовалось 820 м<sup>3</sup> оросительной воды.

Таблица 1. – Суммарное водопотребление за вегетационный период

Варианты опыта	Сумма затрат оросительной воды, м <sup>3</sup> /га	Сумма осадков, м <sup>3</sup> /га	Суммарное водопотребление за вегетацию, м <sup>3</sup> /га
0,6 НВ	1 880	3 310	5 190
0,7 НВ	1 930	3 310	5 240
0,8 НВ	2 510	3 310	5 820

Суммарное водопотребление при поддержании влажности почвы на оптимальном уровне не ниже 0,8 НВ за период вегетации составило 5 820 м<sup>3</sup>, что приходилось на формирование 1 т малины не менее 1 900 м<sup>3</sup> суммарной воды.

Результаты исследования динамики роста малины ремонтантной в мае показали, что рост куста при поддержании относительной влажности активного слоя почвы на уровне 0,8 НВ выше на 5–11% варианта опыта с относительной влажностью почвы 0,6 НВ и на 1–5% варианта опыта с 0,7 НВ. В июне средняя высота куста при наименьшей влагоемкости 0,8 была выше на 13–29% по сравнению с наименьшей влагоемкостью почвы 0,6 НВ и на 7–13% варианта с относительной влажностью 0,7 НВ.

Таким образом, результаты исследований по росту малины ремонтантной за период апрель – июнь показали, что наиболее благоприятные условия в опыте были со-

зданы в варианте при поддержании относительной влажности почвы в активном слое на уровне 0,8 НВ.

Как известно, результирующим показателем эффективности режима капельного орошения является урожайность. В исследованиях саженцы малины ремонтантной за период вегетации показали неравномерный рост и развитие побегов, что связано с обеспечением разного поддержания водного режима корнеобитаемого слоя почвы и климатическими условиями. Это имеет непосредственное отношение к созреванию ягод и продуктивности растений малины ремонтантной. Биологическая продуктивность исследуемой малины ремонтантной сформировалась на относительно высоком уровне для второго года жизни благодаря капельному поливу на легких малоплодородных почвах. За летний период (июль–август) произведено 5 сборов ягод, за сентябрь – 2 по всем учетным делянкам опыта.

Проведенные исследования показали, что на формирование урожайности малины ремонтантной существенно влияют нормы полива растений. При повышении предполивного порога от 0,6 до 0,7 НВ урожайность ягод малины в среднем увеличилась с 1,66 до 2,42 т/га. Увеличение норм полива и поддержания относительной влажности почвы не ниже 0,8 НВ способствовало повышению урожайности с 2,42 до 3,60 т/га относительно исследуемого варианта поддержания влаги в почве 0,7 НВ. Таким образом, выбор необходимого сочетания управляемых факторов роста и развития малины ремонтантной, водного режима почвы позволяет при соблюдении заданных уровней влажности активного слоя почвы 0,6, 0,7, 0,8 НВ получить определенный расчетный уровень урожайности ягод малины ремонтантного сорта.

Качество ягод малины ремонтантной определяется их одномерностью, массой, вкусом и биохимическим составом. Величина и одномерность ягод, являясь слагаемыми урожайности, в то же время входят в число основных показателей, определяющих качество продукции: крупные, одномерные ягоды более привлекательны в свежем и замороженном виде. Поддержание относительной влажности пахотного и подпахотного горизонтов почвы на уровне 0,8 НВ способствовало улучшению товарного вида ягод.

Произведены измерения элементов (длина, ширина и вес) урожайности ягод малины ремонтантной по вариантам опыта. При увеличении относительной влажности почвы с 0,6 до 0,8 НВ в среднем увеличились и размеры ягоды: длина от  $1,75 \pm 0,034$  до  $2,14 \pm 0,025$  см, ширина с  $1,67 \pm 0,042$  до  $2,08 \pm 0,038$  см. Средний вес одной ягоды малины ремонтантной второго года жизни за период вегетации при увеличении относительной влажности почвы с 0,6 до 0,8 НВ в среднем увеличился с  $1,71 \pm 0,019$  до  $2,26 \pm 0,026$  г. Водный режим почвы с уровнем влажности активного слоя почвы 0,8 НВ в сравнении с вариантом 0,7 НВ способствовал повышению урожайности с  $1,88 \pm 0,044$  до  $2,26 \pm 0,026$  г [14]. В зависимости от режима капельного орошения произошли некоторые изменения в химическом составе продукции. Это обусловлено влиянием особенностей поливов капельным способом орошения в течение вегетации.

Содержание сухого вещества в ягодах малины составляло 11,9 – 14,4%. Поддержание предполивного порога на уровне 0,8 НВ имело незначительную тенденцию в повышении влаги в ягодах и уменьшении содержания сухого вещества (таблица 2).

Таблица 2. – Содержание сухого вещества и влажности в ягодах малины ремонтантной

Варианты опыта	Влажность ягод, %	Гигровлажность ягод, %	Сухое вещество, %
0,6 НВ	85,6	9,00	14,4
0,7 НВ	87,0	10,33	13,0
0,8 НВ	88,1	11,00	11,9

В то же время поддержание относительной влажности активного слоя почвы в пределах 0,6, 0,7 и 0,8 от наименьшей влагоемкости не способствовало значительно изменению содержания золы и органического вещества в сухом веществе в ягодах малины (таблица 3).

Таблица 3. – Содержание органического вещества и нитратов в ягодах малины ремонтантной

Варианты опыта	Органическое вещество, мг/кг	Нитраты, мг/кг	Сырая зола на сухое вещество, %
0,6 НВ	96,73	61,4	3,27
0,7 НВ	96,87	30,5	3,13
0,8 НВ	96,94	27,0	3,06

Содержание нитратов в ягодах малины было на низком уровне и соответствовало установленным стандартам для Беларуси. Данные по содержанию элементов в ягодах малины приведены в таблице 4. Из приведенных материалов следует, что режимы капельного орошения не оказывали существенного влияния на содержание элементов в ягодах малины ремонтантной. Содержание кадмия, цинка и меди в ягодах малины ремонтантной было значительно ниже санитарных норм по содержанию тяжелых металлов (мг/кг).

Таблица 4. – Содержание элементов в ягодах малины ремонтантной, мг/кг

Варианты опыта	Pb	Zn	Cu	Ni	Mn	Fe	Cr	Fe
0,6 НВ	0,023	2,38	0,61	0,13	12,10	4,82	0,07	4,82
0,7 НВ	0,022	3,16	0,71	0,13	13,49	6,11	0,07	6,11
0,8 НВ	0,026	2,92	0,72	0,13	11,16	6,64	0,07	6,64
Санитарные нормы содержания тяжелых металлов	0,4	10,0	5,0	–	–	–	–	–

Из приведенных данных следует, что режимы орошения не оказывали существенного влияния на содержание элементов в ягодах малины ремонтантной. Разница в численных значениях всех рассматриваемых элементов при 0,6, 0,7 и 0,8 НВ была незначительна.

### Заклучение

1. На основании метеорологических данных было установлено, что 2014 г. был более засушливым относительно средних многолетних данных. Без учета почвенных условий наиболее засушливым был период в сентябре, недостаточная увлажненность отмечалась в июне и в июле, что научно обосновывает использование системы капельного орошения на легких почвах в данный год исследования.

2. Установлено, что на супесчаных почвах юго-западной части Беларуси при поддержании относительной влажности почвы не ниже 0,8 НВ в слое 0,5 м до фазы цветения и в слое 0,5 м от фазы цветения до созревания создаются более благоприятные условия для роста и развития малины ремонтантной, о чем свидетельствует увеличение линейного роста растений на 7–29%, это создает благоприятные условия для формирования урожайности – 3,06 т/га.

3. Для поддержания относительной влажности почвы на уровне 0,8 НВ в слое 0,5 м на дерново-подзолистой супесчаной почве необходимо проводить 12 поливов нормой 2 510 м<sup>3</sup>/га в период вегетации малины ремонтантной. Для поддержания влаж-

ности почвы 0,7 НВ, 0,6 НВ необходимо проводить 8 (1 930 м<sup>3</sup>/га) и 6 (1 880 м<sup>3</sup>/га) поливов соответственно.

4. Суммарное водопотребление малины ремонтантной составляет от 5 190 м<sup>3</sup>/га (0,6 НВ) до 5 820 м<sup>3</sup>/га на варианте с рациональным режимом орошения с поддержанием влажности почвы не ниже 0,8 НВ в слое почвы 0,5 м до фазы цветения и в дальнейшем до созревания. Основная доля влаги 49–50% при этом поступает с оросительной водой и 35–57% с осадками.

5. Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности малины ремонтантной создаются при поддержании относительной влажности почвы 0,8 НВ. При данной влажности почвы формируется урожайность малины ремонтантной второго года жизни выше относительной влажности почвы 0,7 НВ на 20% (с 2,42 до 3,6 т/га).

6. Поддержание относительной влажности на уровнях 0,6, 0,7, 0,8 НВ не сказывалось на содержании микроэлементов в ягодах малины ремонтантной.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щедрин, В. Н. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России / В. Н. Щедрин [и др.]. – М. : ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009. – 342 с.
2. Бородычев, В. В. Современные технологии капельного орошения / В. В. Бородычев. – Коломна : ФГНУ ВНИИ «Радуга». – 2010. – 241 с.
3. Oron, G. Yield of single verenes twin-row trickle irrigated cotton / G. Oron // Agr. Water. Manag. – 1984. – Т. 9. – Р. 237–244.
4. Безопасные системы и технологии капельного орошения : научный обзор ФГНУ «РосНИИПМ» / Г. Т. Балакай [и др.]. – М. : ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2010. – 52 с.
5. Федорец, А. А. Надежность систем капельного орошения / А. А. Федорец // Гидротехника и мелиорация. – 1981. – № 10. – С. 42–43.
6. Шумаков, Б. Б. Оросительная система в хозяйстве / Б. Б. Шумаков. – М. : Россельхозиздат, 1975. – 151 с.
7. Торбовский, В. Н. Режим и техника капельного орошения малины : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.02 / В. Н. Торбовский ; Новочеркас. инж.-мелиорат. ин-т им. А. А. Картунова, 1992. – 24 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1986. – 416 с.
9. Найдин, П. Г. Полевой метод / П. Г. Найдин. – М. : Колос, 1968. – 276 с.
10. Никитенко, Г. Ф. Опытное дело в полеводстве / Г. Ф. Никитенко. – М. : Россельхозиздат, 1982. – 190 с.
11. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М., 1986. – 345 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 10.02.2016

#### ***Sanelina E.A. Possibility of Applying Drip Irrigation Raspberries Remontant on Sandy Soils South-Western Part of Belarus***

*The features of modern technologies of growing crops in the open field with drip irrigation system. Qualitative assessment of raspberries yield depending on the level of maintaining a relative humidity of the active layer of soil 0.6 0.7 0.8 of field capacity, and also found a link of total consumption and cost of irrigation water landings everbearing raspberries remontante depending on the mode irrigation.*

УДК 57.081. 58

**Ю.Ф. Рой<sup>1</sup>, Е. А. Санелина<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*канд. биол. наук, доц. каф. ботаники и экологии**Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина*<sup>2</sup>*аспирант каф. ботаники и экологии**Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина***АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ**

*Работа посвящена изучению анатомического строения корневой системы малины ремонтантной. Недостаточная изученность и отсутствие единого мнения о строении и названии подземных органов малины ремонтантной делает это направление исследования актуальным. Авторами изучено анатомическое строение и морфологические признаки корневой системы малины ремонтантной (*Raspberies remontante*, семейство Розоцветные – *Rosaceae Juss*). В качестве отличительных признаков корневища и придаточных корней малины ремонтантной выявлены наличие сердцевины в корневище и отсутствие в придаточных корнях, степень развития и дилатации сердцевинных лучей, выраженность годичных слоев древесины, количество сосудов на единицу площади, развитие и разорванность кольца первичных механических элементов.*

**Введение**

У большинства видов высших растений до сих пор не выявлены проявления внутривидовой изменчивости структурных признаков подземных органов, не проведена инвентаризация разнообразия анатомических структур корневищ, корней и иных подземных органов.

До настоящего времени вследствие недооценки и крайне незначительных знаний о структурных особенностях корней и других подземных органов высших растений приобретает особую актуальность исследование микроструктурных признаков [1].

И.В. Казаковым в 1968 г. на Кокинском опорном пункте садоводства ВСТИСП созданы ремонтантные сорта межвидового типа, включены в гибридизацию малина чёрная, душистая, замечательная боярышниковлистная и другие.

Новый ремонтантный сорт малины отличается хорошим плодоношением летом и осенью, зимостойкостью и засухоустойчивостью, относительной устойчивостью к грибным и вирусным болезням, хорошей общей жизнеспособностью [2].

По литературным данным подземная часть многолетника, состоит из корневища и многочисленных питающих придаточных корней. Это основной орган, обеспечивающий многолетнее существование куста и его размножение. Располагается на глубине 10–30 см (отдельные до 60 см и ниже), горизонтально до 2–3 м от куста [3].

Корневища разных растений отличаются не только по способу своего образования, степени паренхимизации стебля и присутствию в нем эндодермы, продолжительности жизни, которая может колебаться от нескольких лет до 20–25 лет, но и по целому ряду других признаков [4].

В настоящее время вопросы закономерностей роста, взаимосвязи структуры и функциональной активности подземных побегов – корневищ в процессе морфогенеза в зависимости от жизненной стратегии вида – слабо разработаны [5].

Корневище – один из наиболее распространенных в природе органов побегового происхождения. Это подземный или ползущий по поверхности почвы побег, выполняющий функции запаса, возобновления и вегетативного размножения [6].

Типичные боковые корни закладываются в перицикле при первичном строении главного корня. Эти корни могут закладываться в камбиальной зоне, в месте ее пересечения лубодре-весинными лучами, как у яблони, тополя, в феллогене, как у щавельки,

Иван-чая. Часто они развиваются около придаточных почек или в других местах, где имеются живые ткани. Корни, которые нельзя называть боковыми, т.е. закладывающиеся не в перицикле, Н.С. Воронин относит к категории придаточных [7; 8].

Стеблевые придаточные корни могут закладываться и эндогенно, и экзогенно. Начало этим корням дают клетки сердцевинных лучей, камбиальной зоны, флоэмы, феллогена, феллодермы и других живых тканей. Места их заложения нередко варьируют даже у одного и того же растения [1; 8].

В проанализированной нами литературе отсутствуют сведения об анатомическом строении корневища и придаточных корней малины ремонтантной.

Целью нашей работы было уточнение некоторых особенностей морфологии и анатомии корневой системы малины ремонтантного типа.

### **Материалы и методы**

Материалом исследования была подземная часть малины ремонтантной 3-го года, собранная на территории Брестской области (СООО «ГермесЭкоГрупп», Каменецкий р-н, 2015 г.).

Фиксацию материала производили в смеси спирта и глицерина. Поперечные, продольные и косые срезы делали на санном микротоме с замораживающим столиком. Постоянные и временные препараты готовили по общепринятой в анатомии растений методике [9].

Исследования срезов корней данного растения осуществляли с помощью микроскопа «Альтами БИО 1Т» (Россия) и цифровой окулярной USB-камеры USMOS03100KPA.

### **Результаты и их обсуждение**

В составе корневой системы, как правило, корневище морфологически легко отлочно. У малины ремонтантной оно плавно переходит в систему придаточных корней. Из почек на корневище развиваются побеги замещения, а из почек, развивающихся на придаточных корнях, – отпрыски, которые формируют собственное корневище (рисунки 1 а, б; рисунок 2).

Таким образом, весной следующего года на всех стеблях образуются плодовые веточки, на корневищах материнского растения и отпрысков – побеги замещения, на придаточных корнях – отпрыски.

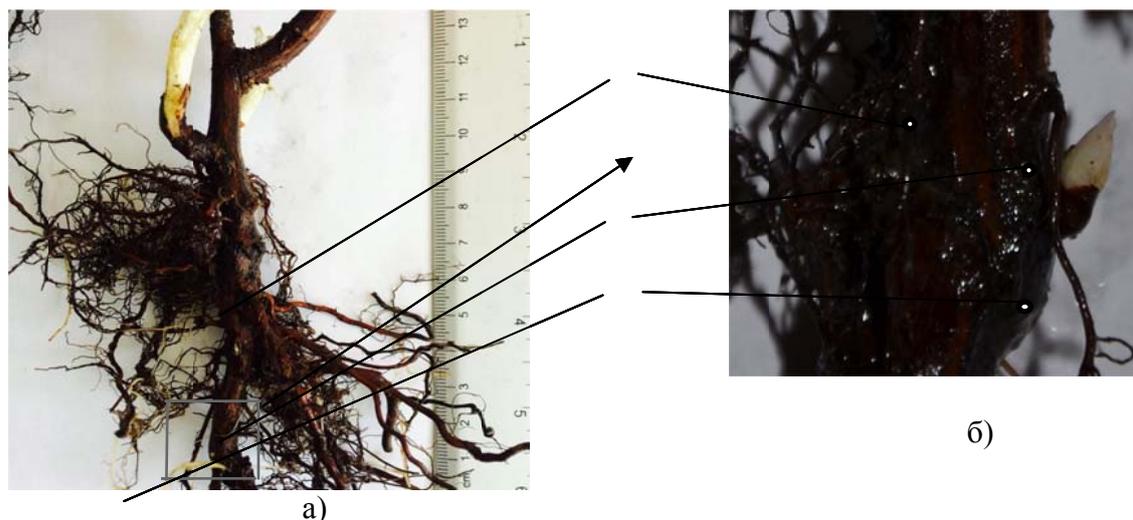
Их объединяет единая корневая система. Но приходит время, когда материнское корневище полностью отмирает. В результате этого происходит частичное разобщение куста, и группы растений, выросшие на разных корнях материнского растения, оказываются самостоятельными [3; 10; 11].

Анализ постоянных и временных препаратов показал, что анатомическое строение корневища и корня имеет существенное отличие.

В корневище отчетливо просматривается сердцевина, перимедуллярная зона, а в корне в центре располагается первичная ксилема (рисунок 3 а, б).

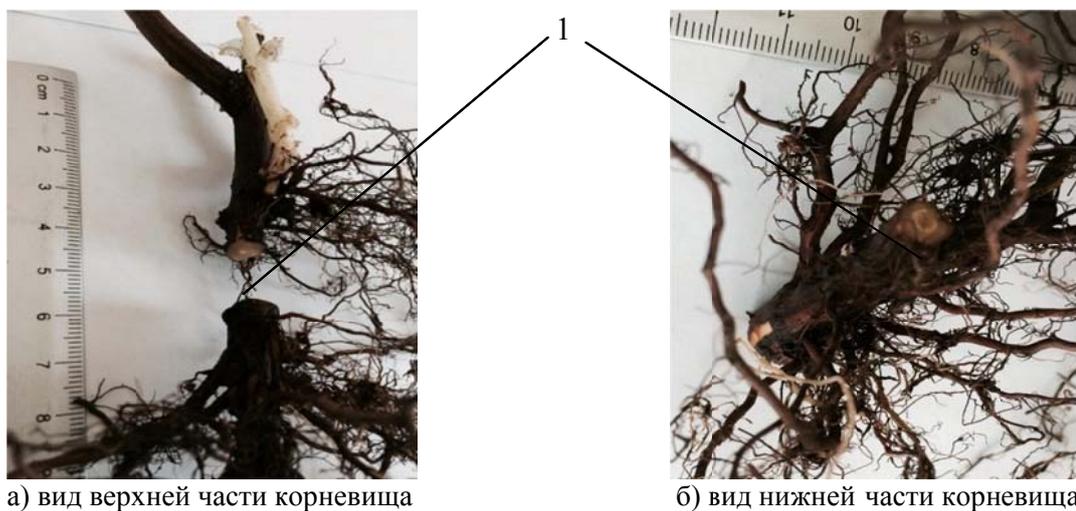
Ксилема в корне малины в отличие от корневища содержит большее количество сосудов на единицу площади (на поперечном срезе) и более развитую лучевую паренхиму. В древесине корня слабо выражены годовичные кольца.

Отличия рассмотренных признаков согласуются с таковыми у корня и стебля древесных растений [12; 13].



Обозначения: 1 – корневище; 2 – почка; 3 – придаточные корни

**Рисунок 1. – Корневая система малины ремонтантной:  
а) общий вид; б) фрагмент корневища с почкой**



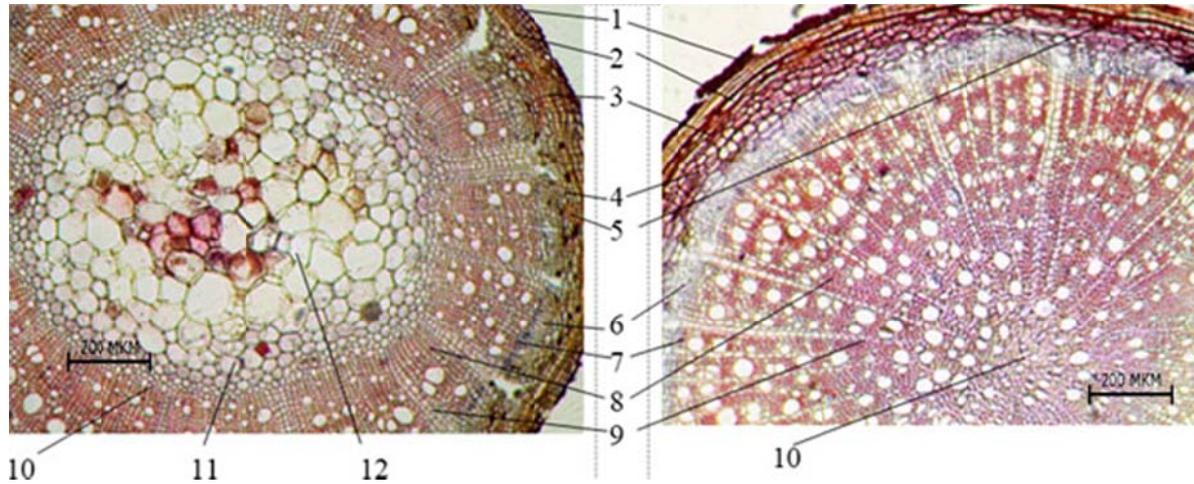
Обозначения: 1 – сердцевинная паренхима

**Рисунок 2. – Поперечный срез корневища малины ремонтантной,  
на котором просматривается сердцевинная паренхима**

И в корне, и в корневище лучевая паренхима, лучи при переходе во флоэму сильно дилатируют. На поперечном срезе корневища флоэму окружает прерывистое кольцо первичных механических элементов, в корне элементы кольца слабо различимы. В литературе нет единого мнения о происхождении этих волокон, указывается, что они могут возникать из прокамбия, из основной меристемы, элементов протофлоэмы после облитерации ситовидных трубок [14; 15].

Паренхима первичной коры в обоих органах развита слабо, ее образуют 2–3 слоя паренхимных клеток разного диаметра изодиаметрической формы. В некоторых местах паренхима первичной коры соединяется с лучевой паренхимой, создавая иллюзию продолжения лучей вплоть до феллодермы, но клетки этих структур имеют некоторые отличия. Клетки лучевой паренхимы можно охарактеризовать как прямоугольные, а клетки паренхимы первичной коры овальной уплощенной, иногда округлой формы и имеющие более рыхлое сложение.

Снаружи и корень, и корневище покрывает перидерма. Феллема образована ровными рядами уплощенных мертвых клеток, число слоев которых в трехлетнем летнем корневище достигают 6–7 клеток, а в корне – 4–5 клеток. Феллоген отделяет феллему от 2–3-х слоев феллодермы.



а) б)

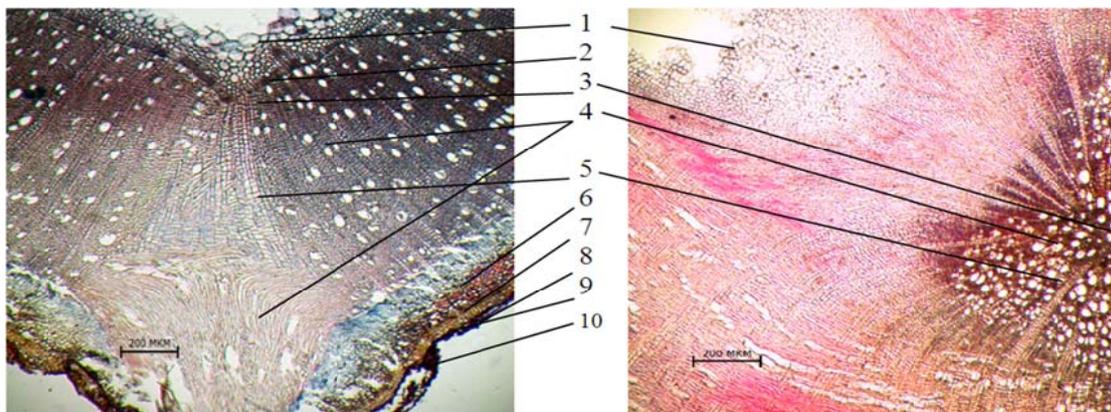
Обозначения: 1 – феллема; 2 – феллоген; 3 – феллодерма; 4 – первичная кора; 5 – механические элементы; 6 – флоэма; 7 – камбий; 8 – вторичная ксилема; 9 – сердцевинный луч; 10 – первичная ксилема; 11 – перимедулярное кольцо; 12 – сердцевинная паренхима

**Рисунок 3. – Поперечный срез**

**а) корневища малины ремонтантной; б) придаточного корня малины ремонтантной**

Особый интерес представляет анатомия места перехода корневища в корень (рисунок 4 а, б).

Сходные по топографии и по строению ткани начинают образовывать переплетения перпендикулярно осевой ориентации элементов ксилемы корня, накладываются в месте перехода на элементы ксилемы корневища. Аналогичным образом происходит соединение флоэмы.



а) б)

Обозначения: 1 – сердцевинная паренхима; 2 – перимедулярное кольцо; 3 – первичная ксилема; 4 – вторичная ксилема; 5 – сердцевинный луч; 6 – флоэма; 7 – механические элементы; 8 – феллодерма; 9 – феллоген; 10 – феллема

**Рисунок 4. – Переход корневища в корень малины ремонтантной**