

**BETA VULGARIS L. БЕЙІМДЕЛГІШТІК ӘЛЕУЕТІНІҢ АНАТОМИЯЛЫҚ  
МАРКЕРЛЕРІ: МЕЗОФИЛЛ, ИДИОБЛАСТ ЖӘНЕ ӨТКІЗГІШ ЖҮЙЕ**

<sup>1</sup>А.С. Нурмаханова , <sup>1,2</sup>Қ.Қ. Құлымбет\* , <sup>1</sup>А.Т. Мамурова , <sup>1</sup>Г.А. Садырова   
<sup>1</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми зерттеу институты,  
Алматы, Қазақстан

\*e-mail: [qulymbet.qanat@gmail.com](mailto:qulymbet.qanat@gmail.com)

**А.С. Нурмаханова** – PhD, қауымдастырылған профессор, Ботаника және агроэкология кафедрасының доценті-зерттеушісі, Биология және биотехнология факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: [akmaral.nurmahanova@gmail.com](mailto:akmaral.nurmahanova@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-6925-9964>

**Қ.Қ. Құлымбет** – PhD, аға ғылыми қызметкер, Топырақ экологиясы бөлімі, Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: [qulymbet.qanat@gmail.com](mailto:qulymbet.qanat@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-1864-8166>

**А.Т. Мамурова** – б.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Ботаника және агроэкология кафедрасының доценті, Биология және биотехнология факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: [amamurova81@mail.ru](mailto:amamurova81@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4676-9443>

**Г.А. Садырова** – б.ғ.д., қауымдастырылған профессор, Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының профессор-зерттеушісі, География және табиғатты пайдалану факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: [gulbanu-s@mail.ru](mailto:gulbanu-s@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4717-4249>

**Аңдатпа.** Мақалада *Beta vulgaris L.* өсімдігінің жапырағы мен тамыржемісінің морфо-анатомиялық ерекшеліктері анықталып, олардың физиологиялық белсенділік пен стресс факторларға төзімділікпен байланысы талданды. Зерттеу нысаны ретінде толық жетілген жапырақтар мен тамыржеміс үлгілері алынды. Материал Страсбургер-Флемминг әдісімен (спирт:глицерин:су = 1:1:1) фиксацияланып, кесінділер қолмен және тоңазытқыш микротомда 10--15 мкм қалыңдықта дайындалды. Микроқұрылымдық бақылаулар жарық микроскопында жүргізіліп, сызықтық өлшеулер окулярлы микрометр арқылы орындалды, нәтижелер статистикалық өңдеуден өткізілді.

Жапырақ ұлпаларының айқын дифференциациясы байқалды: жоғарғы эпидермис қалыңдығы  $16,3 \pm 0,4$  мкм, төменгі эпидермис  $14,2 \pm 0,7$  мкм; бағаналы мезофилл  $26,1 \pm 0,8$  мкм, борпылдақ мезофилл  $38,9 \pm 1,17$  мкм болды. Мезофиллде қою түсті жасушаішілік қосындылары бар идиообласттар және су сақтауға бейімделген қуыстардың түзілуі тіркелді, бұл қорғаныш және су режимін тұрақтандыру қызметімен байланыстырылады. Өткізгіш шоқтар ірі және айқын, жапырақ пластинкасы бойынша тиімді зат алмасуға жағдай жасайды.

Тамыржемісте перидерма жақсы дамыған, алғашқы қабық 4--5 қатарлы; паренхимада қор заттарының жиналуы байқалды (қалыңдығы  $11,5 \pm 1,6$  мкм). Орталық бөлікте диархты алғашқы ксилема және екінші реттік өзгерістер анықталды: өткізгіш шоқ диаметрі  $187,4 \pm 2,4$  мкм, ксилема түтіктері  $8,4 \pm 0,1$  мкм, флоэма элементтері  $3,1 \pm 0,5$  мкм. Қорытындылай келе, идиообласттардың болуы, су сақтайтын паренхиманың дамуы және өткізгіш жүйенің ірілігі *Beta vulgaris L.* өсімдігінің жоғары бейімделгіштік әлеуетін қамтамасыз ететін анатомиялық негіз ретінде қарастырылады.

**Кілт сөздер:** *Beta vulgaris L.*, жапырақ анатомиясы, тамыржеміс, мезофилл, идиообласт, өткізгіш шоқ, бейімделу.

## АНАТОМИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА *BETA VULGARIS L.*: МЕЗОФИЛЛ, ИДИОБЛАСТЫ И ПРОВОДЯЩАЯ СИСТЕМА

<sup>1</sup>А.С. Нурмаханова, <sup>1,2</sup>Қ.Қ. Құлымбет\*, <sup>1</sup>А.Т. Мамурова, <sup>1</sup>Г.А. Садырова

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова, г. Алматы, Казахстан

\*e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

**А.С. Нурмаханова** – PhD, ассоциированный профессор, доцент-исследователь кафедры ботаники и агроэкологии, факультет биологии и биотехнологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, e-mail: akmaral.nurmahanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6925-9964>

**Қ.Қ. Құлымбет** – PhD, старший научный сотрудник, отдел экологии почв, Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова, г. Алматы, Казахстан, e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1864-8166>

**А.Т. Мамурова** – к.б.н., ассоциированный профессор, доцент кафедры ботаники и агроэкологии, факультет биологии и биотехнологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, e-mail: amamurova81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4676-9443>

**Г.А. Садырова** – д.б.н., ассоциированный профессор, профессор-исследователь кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию, факультет географии и природопользования, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, e-mail: gulbanu-s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4717-4249>

**Аннотация.** В статье определены морфо-анатомические особенности листа и корнеплода *Beta vulgaris L.* и проанализирована их связь с физиологической активностью и устойчивостью к стрессовым факторам. Объектом исследования служили полностью сформированные листья и образцы корнеплода. Материал фиксировали методом Страсбургера-Флемминга (спирт:глицерин:вода = 1:1:1); срезы готовили вручную и на замораживающем микротоме толщиной 10-15 мкм. Микроструктурные наблюдения выполняли методом световой микроскопии; линейные измерения проводили с использованием окулярного микрометра, результаты обрабатывали статистически. Показана выраженная дифференциация тканей листа: толщина клеток верхнего эпидермиса составила  $16,3 \pm 0,4$  мкм, нижнего -  $14,2 \pm 0,7$  мкм; палисадного мезофилла -  $26,1 \pm 0,8$  мкм, губчатого -  $38,9 \pm 1,17$  мкм. В мезофилле выявлены идиобласты с тёмно окрашенными внутриклеточными включениями и формирование полостей, связанных с водосбережением, что может отражать защитные реакции и стабилизацию водного режима. Проводящие пучки крупные и хорошо выраженные, обеспечивают эффективный транспорт веществ в листовой пластинке. В корнеплоде отмечены развитая перидерма и 4-5-рядная первичная кора; в паренхиме фиксируется накопление запасных веществ (толщина  $11,5 \pm 1,6$  мкм). В центральной части выявлены диархная первичная ксилема и вторичные изменения: диаметр проводящего пучка достигает  $187,4 \pm 2,4$  мкм, диаметр сосудов ксилемы -  $8,4 \pm 0,1$  мкм, элементы флоэмы -  $3,1 \pm 0,5$  мкм. В целом наличие идиобластов, развитие водо-запасающей паренхимы и крупная проводящая система рассматриваются как анатомическая основа высокого адаптационного потенциала *Beta vulgaris L.*

**Ключевые слова:** *Beta vulgaris L.*, анатомия листа, корнеплод, мезофилл, идиобласты, проводящие пучки, адаптация.

## ANATOMICAL MARKERS OF THE ADAPTIVE POTENTIAL OF *BETA VULGARIS L.*: MESOPHYLL, IDIOBLASTS, AND THE VASCULAR SYSTEM

<sup>1</sup>A.S. Nurmakhanova, <sup>1,2</sup>K.K. Kulymbet\*, <sup>1</sup>A.T. Mamurova, <sup>1</sup>G.A. Sadyrova

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Almaty, Kazakhstan

\*e-mail: kulymbet.qanat@gmail.com

**A.S. Nurmakhanova** – PhD, Associate Professor, Research Associate Professor (Docent-Researcher), Department of Botany and Agroecology, Faculty of Biology and Biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: akmaral.nurmahanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6925-9964>

**K.K. Kulymbet** – PhD, Senior Researcher, Soil Ecology Department, U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Almaty, Kazakhstan, e-mail: kulymbet.qanat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1864-8166>

**A.T. Mamurova** – candidate of Biological Sciences (PhD equivalent), Associate Professor, Docent, Department of Botany and Agroecology, Faculty of Biology and Biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: amamurova81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4676-9443>

**G.A. Sadyrova** – doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor-Researcher, UNESCO Chair for Sustainable Development, Faculty of Geography and Environmental Management, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: gulbanu-s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4717-4249>

**Abstract.** This study identifies the morpho-anatomical features of the leaf and storage root of *Beta vulgaris L.* and evaluates their association with physiological activity and tolerance to stress factors. Fully developed leaves and storage-root samples were examined. The material was fixed using the Strasburger-Flemming method (ethanol:glycerol:water = 1:1:1); sections were prepared manually and with a freezing microtome at a thickness of 10-15 µm. Microstructural observations were carried out by light microscopy; linear measurements were taken using an ocular micrometer and the data were processed statistically. The leaf exhibited pronounced tissue differentiation: the thickness of the upper epidermis was 16.3±0.4 µm and the lower epidermis 14.2±0.7 µm; palisade mesophyll thickness was 26.1±0.8 µm and spongy mesophyll thickness 38.9±1.17 µm. Idioblasts containing dark-stained intracellular inclusions were detected in the mesophyll, along with the formation of cavities associated with water conservation, which may reflect protective responses and stabilization of the plant water regime. Vascular bundles were large and well developed, supporting efficient transport within the leaf blade. In the storage root, a well-developed periderm and a 4-5-layered primary cortex were observed; parenchyma showed accumulation of reserve substances (thickness 11.5±1.6 µm). In the central region, a diarch primary xylem pattern and secondary modifications were recorded: the vascular bundle diameter reached 187.4±2.4 µm, xylem vessel diameter was 8.4±0.1 µm, and phloem element diameter was 3.1±0.5 µm. Overall, the presence of idioblasts, the development of water-storing parenchyma, and a robust vascular system are considered key anatomical traits underpinning the high adaptive potential of *Beta vulgaris L.*

**Keywords:** *Beta vulgaris L.*, leaf anatomy, storage root, mesophyll, idioblasts, vascular bundles, adaptation.

**Қысқашы.** *Beta vulgaris L.* алабұта тұқымдасына жатады. Ол адамзатқа ежелгі дәуірден белгілі және қазіргі уақытта тағамдық, мал азықтық және техникалық маңызы бар пайдалы өсімдіктер қатарына енеді. Жерорта теңізі аймағынан шыққан мәдени өсімдік. Египеттің ауыспалы егісінде тек құнарлы топырақтарда ғана емес, сонымен қатар құнарлығы төмен, тұзды сілтілі және әктас топырақтарда өсуге бейім. Египеттің солтүстік аймақтарында тұздылығы жоғары топырақта климаттық төзімді дақылдардың бірі ретінде өседі (Батыгин, 2013:89-94). Қызылша құрамында беталаин-бетацианин, бетаксантин пигменттері анықталған (Мираж және т.б., 2017:385-394). Қызылша әлемнің көптеген елдерінде адам ағзасындағы

биологиялық белсенді заттарды толықтыру мақсатында арнайы өсіріледі. Қызылша шырыны қабынуға және жүректің ишемиялық ауруымен қатерлі ісік ауруларының алдын алуда қолданылады. Құрамында С, В1, В2, В6, В12 дәруменінің тамаша көзі болып табылады. А дәрумен қызылша шырыны жыныстық әлсіздікке қарсы табиғи құрал ретінде және бүйрек пен қуықтағы тастарды кетіруде қолданылады (Draucott және т.б., 2016: 1-8). Бұл түйнек тәрізді тамырсабақтары бар екіжақты екіжылдық өсімдік. Ол қант пен биоэтанол өндіруде ғана емес, тұтынуға да өсіріледі (Kale және т.б., 2018: 2977-2979). Бұл өсімдік тұзы жоғары және сумен қамтамасыз етілуі төмен топырақтарға бейімделген (Ljubisa және т.б., 2018: 1-16). Америка Құрама Штаттарында ол бақша қызылшасы, Еуропада қызылша (Omogbai және т.б., 2016: 135-145), ал Черногорияда швейцариялық қант қызылшасы ретінде белгілі. Оны кейде қант қызылшасы (Merodio және т.б., 1988: 237-243), қызыл қызылша (Jurgen және т.б., 2015: 46-55; Masih және т.б., 2019: 162-166; Babarykin және т.б., 2019: 61-79), қызылша жасылдары (Fernandez және т.б., 2017: 37-45), алтын қызылша (Ansari және т.б., 2017: 1280-1283) шпинат қызылшасы деген аттармен танымал. *Beta vulgaris* өсімдігі шамамен 50-60 күн ішінде толық пісетін, салмағы шамамен 100-150 г оны халық арасында қызылша (Амнан және т.б., 2013: 1579-1584) деп атайды, ал оның жапырақтары мен жапырақшаларының болуына қарай жасыл қызылша деп аталады (Elaby және т.б., 2018: 54-69). Нигериядағы өсімдік түрлері әртүрлі сорттарға да бөлінеді. Сорттардың ең көп таралған топтары *Conductiva group* (Gamba және т.б., 2020: 1-16) белгілі.

*Beta vulgaris L.* және *Beta macrorhiza Steven* өзінің қоректік және фитохимиялық компоненттерінің арқасында тағамдық қоспа болып табылады. Оны спортшылар пайдаланады, өйткені оның құрамында қант пен энергия көп. Қант-кеңінен қолданылатын зат, оның негізгі көзі қант қамысы мен қант қызылшасы болып табылады. Қант қызылшасы салыстырмалы түрде тәтті дәмге ие және қант өндірісінде кеңінен қолданылатын екінші шикізат болып табылады. Ол Египет, Иран және Франция сияқты елдердің кейбір қант өндіретін зауыттарында асханалық қант дайындауда қолданылады. Қант қызылшасы да көшбасшы болып табылады, өйткені оның құрамында ивуозор мен афиоманың антиоксиданттары көп (Ramesh және т.б., 2017: 222-233).

Бүгінгі таңда қызылша әлемнің көптеген елдерінде қант өндіру үшін ғана емес, сонымен қатар қолданудың кең ауқымы үшін өсіріледі. Ол әдеттегі диетаның ретінде үнемі тұтынылады және әдетте өндірісте E162 деп аталатын тағамдық бояғыш ретінде қолданылады. Қызылшаның антиоксидантты, карминативті, цитотоксикалық және ісікке қарсы, бүйрек қорғанысы, гипертензияға қарсы, қабынуға қарсы, радиопротекторлық, антидепрессант, микробқа қарсы, қақырық түсіретін, диабетке қарсы, анемияға қарсы белсенділігі бар екендігі дәлелденді (Nikan және т.б., 2018: 153-158).

Олар сондай-ақ ағзадағы қызметі нашарлаған ұлпаларды қалпына келтіру үшін қажет. Қызылшаны кәмпітке айналдыру оның ылғалдылығын 69,6% төмендетуге мүмкіндік береді, осылайша оның сақтау мерзімін ұзартады. Ол сондай-ақ оның құрамындағы ақуызды азайтып, көмірсулардың құрамын жоғарлатады. Көмірсулар тамырлардағы екінші ең көп таралған биологиялық молекула болып табылады және жүйке тіндерінің жұмысын реттеуге және физикалық белсенділік үшін оңай қол жетімді энергиямен қамтамасыз етуге жауап береді. Олар сонымен қатар организмдегі құрылымдық материалдардың көзі болып табылады (Adesuyi және т.б., 2011: 9-14).

*Beta vulgaris L.* және *Beta macrorhiza Steven* тамырларында кездесетін қанттың (көмірсулардың) негізгі бөлігі сахароза болып табылады, бұл оны қант өндіруге жарамды етеді. Тамыржемісі құрамында аз мөлшерде глюкоза мен фруктоза бар (Perumpuli және т.б., 2018: 9-14; Bavec және т.б., 2010: 11825-11831). Құрамында глюкозаның мөлшерінің жеткілікті екендігі анықталған. Кейбір ғалымдар өндірген энергетикалық сусын сияқты сусындар жоғары сахарозаны және төмен фруктозаны қажет етеді. Себебі фруктоза адамның физикалық өнімділігін төмендетеді (Jha және т.б., 2016: 186-193). Құрамындағы майқышқылдары бұл күнделікті іс-әрекетте бізге қажет энергияның көп бөлігін қамтамасыз ететін белгілі майлардың көрсеткіші. Холестеринді төмендетуге, жүрек пен жүйке жүйесінің жұмысын сақтауға

көмектеседі (Абаі және т.б., 2020: 86-90). Өсімдіктің тамырында қатерлі ісіктің алдын алуға көмектесетін фолий қышқылы да бар. Фолий қышқылы құрамындағы В дәруменімен бірге жүйке жүйесінің дұрыс жұмыс істеуіне ықпал етеді. Қызылша тамырында суда еритін және майда еритін дәрумендер де бар. Концентрацияның төмендеу ретімен витаминдер келесідей: В2 дәрумені > С дәрумені > В3 дәрумені > Е дәрумені > В5 дәрумені > В1 дәрумені > В6 дәрумені > В1 дәрумені (тиамин) көмірсулар құрамынан тұрады. Денедегі бұл дәруменнің жетіспеушілігі жүректің асқынуына, тәбеттің төмендеуіне, шаршау мен әлсіздікке, іш қатуға және жүрек айнуына әкелуі мүмкін. В2 дәрумені (рибофлавин) ақуыздар мен көмірсулардың метаболикалық өндірісінде кофермент ролін атқарады. Бұл витаминнің жетіспеушілігі жарыққа төзбеушілікке және бұлыңғыр көрініске әкелуі мүмкін. В3 дәрумені (ниацин) тіндердің тыныс алуы, гликолиз және май синтезі сияқты биологиялық процестер үшін қажет. Тамырдағы екінші дәрумен болып табылатын С дәрумені (аскорбин қышқылы) тамырды жақсы антиоксидантқа айналдырады, бұл ағзаға инфекциялар мен аурулармен күресуге көмектеседі. С дәрумені ағзадағы сүйектің иммундық жүйенің пайда болуына ықпал етеді, өйткені ол дененің барлық клеткалардың қызметіне қатысады (Мазі және т.б., 2013: 1-3).

Мырыш-инсулиннің дұрыс өндірілмеуінен туындайтын қант диабетін емдеуде маңызды рөл атқаратын маңызды минерал. Мырыш организмде инсулин өндіру үшін өте маңызды (Алаје және т.б., 2014: 86-91). *Beta vulgaris L.* және *Beta macrorhiza Steven* беталаиндер деп аталатын суда еритін азотты пигменттің көптігімен танымал. Беталаин екінші фитохимиялық қосылыстар - фенол қышқылдары тобына жатады. Өсімдік құрамында беталаиндердің екі негізгі категориясы бар екені анықталды. Біріншісі-қызыл пигмент болып табылатын бетацианин (Lembong және т.б., 2018: 1-7), өсімдіктің тамырында кездесетін барлық бетацианиндердің көп бөлігі - таза химиялық түріне қарағанда сығынды түрінде тұрақтылығы жоғары, ал екіншісі, сары пигмент болып табылатын бетаксантин де анықталған (Dhawan және т.б., 2019: 280-284). Кәдімгі қызылшадағы барлық пигменттер бетацианиндерден, негізінен бетаниннен және оның изомерінен тұрады, ал вульгаксантин басым бетаксантин (сары пигмент) болып табылады (Preethi және т.б., 2020: 1-10).

*Beta vulgaris L.* және *Beta macrorhiza Steven* тамақ өнімдерін өңдеуде қолданылады, олар балмұздақ, йогурт, кәмпіт және т. б. Құрамына енеді. Олардың пигменттері табиғи бояғыш ретінде ерін бальзамы косметикасының өндірісінде де қолданылады. Жұмыстың мақсаты ретінде *Beta vulgaris L.* жапырағы мен тамырының құрамындағы ерекшеліктерін анықтау.

**Материалдар мен әдістер.** *Beta vulgaris L.* жинап алынған материал Страсбургер-Флемминг әдісі (спирт, глицерин, су 1:1:1) бойынша фиксацияланды. Анатомиялық ерекшеліктерін анықтау үшін толық дамыған, зақымданбаған өркеннің орта деңгейіндегі жапырақтар іріктеліп алынады. Тамыржемісінің кесінділері алынады. Анатомиялық кесінділер қолмен және тоңазытқыш микротомда (ТОС-2) даярланады. Кесінді қалыңдығы 10-15 мкм. Фотосуреттер арнайы фотоқондырғылы МБИ-6 микроскопымен түсіріледі (ұлғайтылуы 63; 280 есе). Анатомиялық зерттеу кезінде сызықтық өлшеуге арналған окулярлы микрометр МОВ 1- (ұлғайтуы -15,4 есе, объектив x 8) пайдаланылады. Анатомиялық құрылысынан кесінді дайындауда және сипаттауда Р.А. Барыкина және М.Н.Прозина, А.И. Пермьяков (Прозина, 1990: 260; 29. Барыкина, 2005: 156) еңбектері қолданылады. Эксперименттік жұмыс нәтижелерін математикалық өңдеуде ғалымдардың еңбектері қолданылады. Статистикалық өңдеу арнайы компьютерлік бағдарлама «STATISTICA» арқылы жасалынады.

**Нәтижелер және талқылау.** *Beta vulgaris L.* жапырағының өсімдіктің негізгі фотосинтездік органы. Жапырақтың анатомиялық құрылысы оның фотосинтетикалық белсенділігі, су режимі мен биологиялық белсенді заттарды жинақтау қабілетіне тікелей байланысты. Жапырақтың морфоанатомиялық ерекшеліктері өсімдіктің адаптациялық қасиеттерімен және фотосинтетикалық құрылымымен тығыз байланысты.

*Beta vulgaris* жапырағының анатомиялық құрылымын зерттеуде жоғарғы және төменгі эпидермис клеткаларының өзгерістері байқалды. Жоғарғы және төменгі эпидермис аралығында кең кеңістікте мезофилл қалыптасқан. Жапырақтың көлденең кесіндісінде

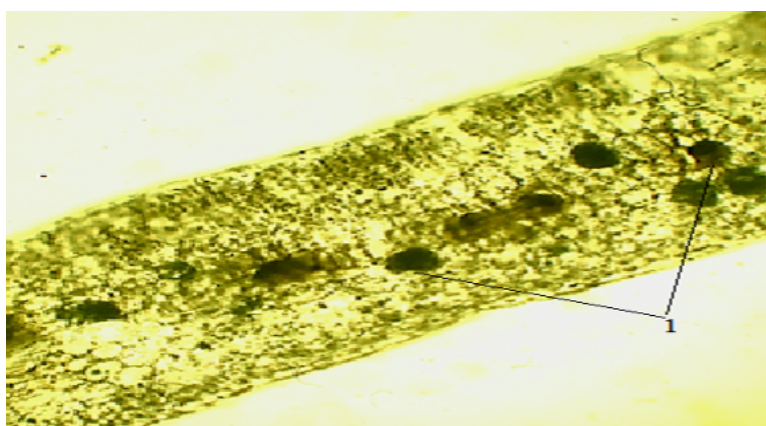
жоғарғы эпидермис клетка қалыңдығының  $16,3 \pm 0,4$  мкм., ал төменгі эпидермис клеткасының қалыңдығы  $14,2 \pm 0,7$  мкм. Жоғарғы және төменгі эпидермис қабатына жақын ассимиляцияланған ұлпалар хлорофилл пигменттері түзілген.

Жапырақ мезофилінде қою қоңыр түске боялған идиобласт клеткалары анықталды. Идиобласттар арнайы морфологиялық ерекшелігі бар клеткалар, оларда әртүрлі биологиялық белсенді қосылыстар жинақталады. Мұндай клеткалар өсімдіктің стресс жағдайына бейімделуіне, патогендерге қарсы қорғаныс көрсетуіне және фитохимиялық белсенділігін қамтамасыз етуге қатысады. Жоғарғы эпидермиске бағыттала бағаналы мезофилл, төменгі эпидермиске қарай ретсіз борпылдақ мезофилл қалыптасқан. Мезофилл паренхимасында өткізгіш шоқтар шоғырланған, олар клеткалық және ұлпа құрылыммен тығыз байланыста орналасқан. Бағаналы мезофилл клеткасының қалыңдығы  $26,1 \pm 0,8$  мкм. Борпылдақ мезофиллдің клетка қалыңдығы  $38,9 \pm 1,17$  мкм.



Сурет 1. *Beta vulgaris L.* өсімдігінің жапырағының анатомиялық құрылымы 1-жоғарғы эпидермис, 2-төменгі эпидермис, 3-өткізгіш шоқ, 4-ксилема, 5-паренхима, 6-идиобласт

Өткізгіш шоқта ксилема және флоэма элементтер жиынтығынан тұрады. Флоэма бағыттталып, органикалық қоректік заттарды төменгі жағына жеткізеді, ал ксилема түтіктері жоғарғы жағына бағыттталып, су мен еріген минералдық элементтерді тамырдан мезофилге тасымалдайды.



Сурет 2. *Beta vulgaris L.* өсімдігі жапырағының анатомиялық құрылымы 1-идиобласт

Осылайша, идиобласт жасушаларының болуы және өткізгіш шоқтардың паренхимадағы орналасуы *Beta vulgaris L.* жапырағының анатомиялық және физиологиялық ерекшеліктерін,

сондай-ақ биологиялық белсенді заттарды жинау қабілетін айқын көрсетеді. Эпидермистің негізгі клетка формасы кіші, клеткааралықтары жоқ, тығыз жанасқан. Жабындық түктері байқалмады. Бағаналы және борпылдақ мезофиллде хлорофилл дәндері толыққан. Борпылдақ мезофиллде де көптеген идиобласттар бар. Бағаналы мезофилл клеткасының қалыңдығы  $26,1 \pm 0,8$  мкм. Борпылдақ мезофиллдің клетка қалыңдығы  $38,9 \pm 1,17$  мкм. Мезофиллдің құрылымдық белгілерінің көрсеткіштері бойынша табиғатта бейімделгіш қасиеті басымырақ, өйткені фотосинтездік қарқындылығы экологиялық жағдайларға бейімделуіне тікелей әсер етеді (1, 2 суреттер).

Фотосинтездің қажетті деңгейде болуы *Beta vulgaris L.* жапырағының экологиялық жағдайларға бейімделуін қамтамасыз етеді, өйткені бұл процесс өсімдіктің су және қоректік зат алмасу механизмдерін тиімді реттеуге мүмкіндік береді. Мезофилл жасушаларының клеткааралық кеңістігі бойынша сипатталған ұлпаларға су сақтау функциясы тән, бұл өсімдіктің құрғақшылыққа және су тапшылығы жағдайына бейімделуіне ықпал етеді.

Зерттеу барысында өткізгіш шоқтардың көлемі ірі, нақты айқындалған және жалпы өткізгіш шоқ саны үшке тең екендігі анықталды. Мұндай құрылым гидравликалық өткізгіштік пен метаболиттердің тасымалын арттыруға мүмкіндік береді. Бағаналы және борпылдақ мезофиллде идиобласт клеткаларының көлемі ірі, шашыраңқы орналасқаны байқалды. Бұл идиобласттардың биологиялық белсенді заттарды жинау қабілетінің жоғары деңгейде екенін көрсетеді және фотосинтез, қорғаныс, метаболизм процестеріне тікелей қатысатынын дәлелдейді. Осылайша, мезофилл ұлпаларының құрылымдық ерекшеліктері, идиобласт жасушаларының көлемі мен орналасуы, сондай-ақ өткізгіш шоқтардың айқындалуы *Beta vulgaris L.* жапырағының физиологиялық қызметтерін, экологиялық бейімделуін және бмологиялық белсенді заттардың белсенділігін қамтамасыз ететін негізгі анатомиялық факторлар болып табылады.

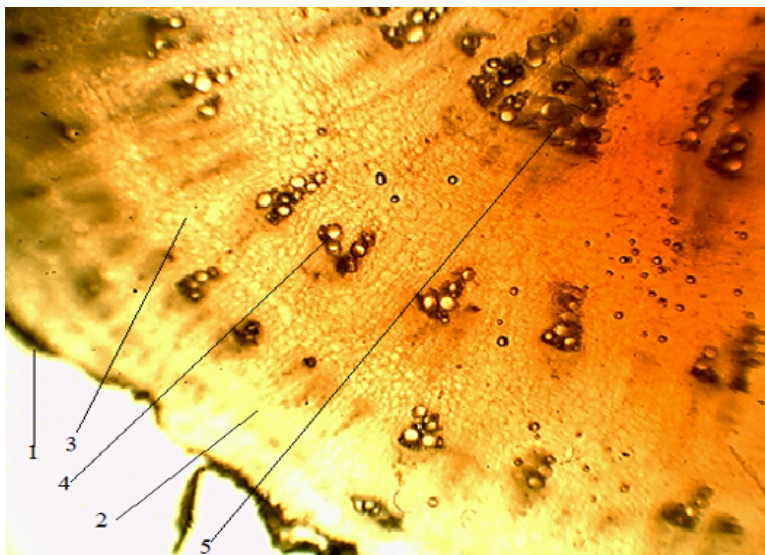
Қорытынды. *Beta vulgaris L.* өсімдігі жапырақ мезофиллінде ассимиляцияланған ұлпа хлоренхималар түзілген. Мұндағы жасыл пигменттер хлорофилл дәндері. Жапырақ мезофилінде қою қоңыр түске боялған идиобласт клеткасында дәрумендер, микро-макроэлементтер жинақталған және сахароза, фруктоза, гликоза түзілуі анықталды. Бағаналы және борпылдақ мезофилде көлемі кіші идиобласт клеткасының шашыраңқы түзілгені және су сақтайтын клеткалардың қалыптасуы байқалды. Клеткааралық кеңістіктерде су сақтайтын бос қуыстар түзілген. Өткізгіш шоқтар көлемі ірі, үш нақты айқындалған өткізгіш шоқтар жиынтығынан тұрады.

*Beta vulgaris L.* тамыржемісі өсімдіктің қоректік заттарды жинайтын негізгі органы болып табылады. Тамыржемістің анатомиялық құрылымы фотосинтез өнімдерін сақтау, су мен минералды заттарды тасымалдау, сондай-ақ қорғаныс функциясын қамтамасыз ету үшін арнайы бейімделген.

*Beta vulgaris L.* тамыржемісінің анатомиялық құрылымының ерекшеліктері айқындалды. Тамыр сырты перидермадан тұрады. Тамыржемісінде қор заттары жинақталған (3 сурет).

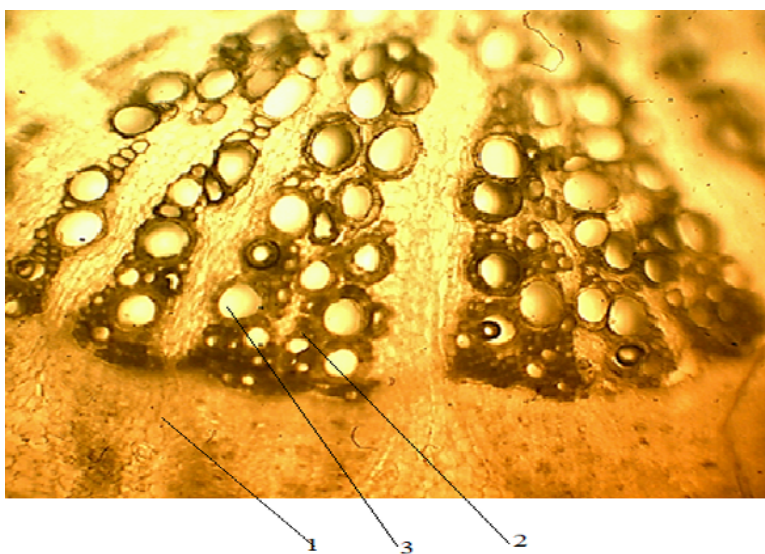
Тамыржемісінің сырты перидермадан тұрады. Алғашқы қабық 4-5 қатарлы, әртүрлі паренхималар түзілген. Қалыптасқан клеткалары көбінесе күрделі формада, кейде идиобласт немесе резервтік клетка түрінде болады. Алғашқы қабық кейбір клеткасының крахмал немесе басқа қоректік заттар жинақталған, бұл тамыржемістің қоректік рөлін арттырады. Алғашқы қабық су сақтау қабілетімен сипатталады, бұл өсімдіктің құрғақшылыққа бейімделуінде маңызды. Алғашқы қабық клеткасының қалыңдығы  $11,5 \pm 1,6$  мкм.

Тамыржемістің орталық бөлігінде диархты алғашқы ксилема орналасады. Бұл құрылымға паренхималық радиальды учаскелерден бөлінген соңғы ксилеманың екі бөлігі жанасып орналасқан. Ксилема мен флоэманың функционалды байланысын қамтамасыз етеді (суреттер 3,4). Мұндай құрылым қант қызылшасының тамыржемісінде соңғы анатомиялық конфигурациясы басқа дақылдардың тамыржемістерімен ұқсас екенін көрсетеді.



Сурет 3. *Beta vulgaris L.* тамыр жемісінің анатомиялық құрлымы 1-перидерма, 2,3-паренхима, 4-ксилема, 5-өткізгіш шоқ

Тамыржемістегі екінші реттік өзгерістер байқалды. Соңғы флоэманың айналасында, тамырдың перифериялық бөлігінде перицикл клетка белсенді бөлінуі нәтижесінде жаңа паренхималық қабат қалыптасады. Бұл жаңа қабаттың клеткалары біртіндеп тангентальды перделер арқылы бөлінгені анық байқалды. Өткізгіш шоқтың арасында бос паренхималар қалыптасқан. Өткізгіш шоқтары үш қатар бойымен перидермаға бағыттала көлемі кіші өткізгіш шоқтар тізбектеле орналасқан.



Сурет 4. *Beta vulgaris L.* тамыр жемісінің анатомиялық құрлымы 1-пигмент шоғыры, 2-өткізгіш шоқ, 3-ксилема

Тамырдың орталық бөлігінде өткізгіш шоқтың көлемі екі есеге ұлғайған. Тамырдың өткізгіш шоғының диаметрі  $187,4 \pm 2,4$  мкм. Өткізгіш шоқтағы минералды заттарды тасмалдайтын ксилема түтігінің диаметрі  $8,4 \pm 0,1$  мкм., ал органикалық заттарды тасмалдаушы флоэма түтігінің диаметрі диаметрі  $3,1 \pm 0,5$  мкм.

Осылайша, қант қызылшасы тамыржемісінің анатомиялық құрылымы поликсилемалық және полифлоэмалық жүйелер, перицикл және паренхималық қабаттар арқылы реттеліп, су, қоректік заттарды жинақтайды мен тасымалдауға бейімделген. Бұл

құрылым өсімдіктің физиологиялық қызметі мен экологиялық жағдайларға бейімделуіне тікелей ықпал етеді.

**Қорытынды.** *Beta vulgaris L.* тамыржемістері толық жетілген және морфологиялық тұрғыдан дамыған құрылымға ие. Тамыржемістерде көлемінің едәуір бөлігін екінші реттік қабық алып жатады, бұл аймақта өсімдіктің артық қоректік заттары жинақталады. Сонымен қатар, бұл қабат беталаин пигменттеріне бай болып, тамыржеміске тән қызыл түсті береді. Бұл қабаттың жасушалары ішке қарай ксилеманы, ал сыртқа қарай коллатеральды шок түрінде флоэманы бөліп шығарады. Осындай құрылым өткізгіш шоктар арқылы су мен қоректік заттардың тасымалын қамтамасыз етеді. Өткізгіш шоктар маңында клетка пішіні ұсақталған, саны артқан идиобласттар шоғырланған. Идиобласт клеткалары өсімдіктің биологиялық белсенді заттарын жинақтайтын және сақтайтын негізгі құрылымдық элементтері, оларда фенолдар, беталаиндер және метаболиттер жинақталады. Анықталған құрылым тамыржемістің физиологиялық белсенділігін, қоректік зат жинау қабілетін және экологиялық бейімделуін қамтамасыз етеді.

#### Әдебиеттер

- Батыгин , 2013 - Батыгин Н.Ф. Онтогенез высших растений М.: Агропромиздат-2013- стр. 89-94 [Орысша]
- Барыкина, 2005 - Барыкина Р.П. Практикум по анатомии растений. – М.: Наука, 2005. - 156 с.[Орысша]
- Прозина, 1990- Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М.: Высшая школа, 1990. - 260 с.[Орысша]
- Abai және т.б., 2020 - Abai, E., Essien, K., Ekpenyong, I. Evaluation of Proximate, Minerals and Phytochemical Composition of *Garcinia kola* cultivated in Essien Udim, Akwa Ibom State, Nigeria. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research* 2020. Vol.7(2) Pp.86-90.
- Adesuyi, 2011 - Adesuyi, A., Elumm, I., Adaramola, F., Nwokocha, A. Nutritional and Phytochemical Screening of *Garcinia kola*. *Advance Journal of Food Science and Technology* 2011 Vol. 4(1) Pp.9-14.
- Babarykin және т.б., 2019- Babarykin, D., Smirnova, G., Pundinsh, I., Vasiljeva, S., Krumina, G., Agejchenko, V. Red beet (*Beta vulgaris*) Impact on Human Health. *Journal of Biosciences and Medicines* 2019. Vol.7 Pp. 61-79.
- Fernandez және т.б., 2017 - Fernandez, M., Jagus, R., Agüero, M. Evaluation and Characterization of Nutritional, Microbiological and Sensory Properties of Beet Greens. *ACTA Scientific Nutritional Health* 2017. Vol.1(3) Pp. 37-45.
- Ansari, R., Singh, S., Kumar, P., and Broadway, A. Proximate and sensory analysis of beetroot (*Beta vulgaris*) and Jamun (*Syzygium cumini*) juice blended drink. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2017. Vol. 6(6): Pp.1280-1283.
- Annah, M. Nutritional, Sensory and Biological Study of Biscuits Fortified with Reed Beet Roots. *Life Science Journal* 2013. Vol. 10(3). Pp.1579-1584.
- Elaby, S., Ali, J. The anti-anemic effect of dried beet green in phenylhydrazine treated rats. *Archives of Pharmaceutical Sciences Ain Shams University* 2018. Vol.2(2). Pp.54-69.
- Gamba, M., Raguindin, P., Asllanaj, E., Merlo, F., Glisic, M., Minder, B., Bussler, W., Metzger, B., Kern, H., Muka, T. Bioactive compounds and nutritional composition of Swiss chard (*Beta vulgaris L. var. cicla* and *flavescens*): a systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2020; Vol.60: Pp.1-16.
- Draycott A.P. Introduction. In: Draycott AP (ed) *Sugar Beet*, Blackwell Publishing, Oxford, 2016 pp. 1-8. 2.
- Kale, R., Sawate, A., Kshirsagar, R., Patil, B., and Mane, R. Studies on evaluation of physical and chemical composition of beetroot (*Beta vulgaris L.*). *International Journal of Chemical Studies* 2018 Vol. 6(2) Pp.2977-2979.
- Ljubica, I., Ivana, M., Ana, T., Dijana, D., Boban, M., Mirko, K., and Miroslav, V. Nutritional and phytochemical content of Swiss chard from Montenegro, under different fertilization and irrigation treatments. *British Food Journal* 2018; Vol.121(2) Pp. 1-16.
- Omogbai, B., Omoregie, I. Chemical Analysis and biological activity of Natural Preservative from Beet root (*Beta vulgaris*) Against Foodborne Pathogens and Spoilage Organisms. *African Scientist* 2016. Vol.17(2) Pp.135-145.
- Merodio, C., Sabater, B. Preparation and Properties of a White Protein Fraction in High Yield from Sugar Beet (*Beta vulgaris L*) Leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1988. Vol.44: Pp.237-243.
- Miraj S, Kiani S. *Melissa officinalis L*: A Review Study With an Antioxidant Prospective *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine* 2017, Vol. 22(3) 385-394
- Jurgen, W., Gundula, W., Stefan, H., Pinar, U., Peter, L., Ulrike, M. Hoglinger, O., Weghuber, J. Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria. *Journal of Food Composition and Analysis* 2015. Vol 42 Pp. 46-55.
- Masih, D., Singh, N., Singh, A. Red beetroot: A source of natural colourant and antioxidants: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2019. Vol.8(4) Pp.162-166.
- Ramesh, D., Salegn, K., Abiyu, K. Production of Beet Sugar and Bio-ethanol from sugar beet and its bagasse: A review. *International Journal of Engineering Trends and Technology* 2017. Vol. 43(4). Pp.222-233.
- Nikan, M.; and Manayi, A. Book chapter on *Beta vulgaris* from Non-vitamin and Non-mineral Nutritional Supplements. Academic Press Publishers; 2018. Pp. 153-158.
- Perumpuli, P., Fernando, G., Kaumal, M., Arandara, M., Silva, S. Development of low sugar vegetable jam from beetroot (*Beta vulgaris L.*): Studies on Physicochemical Sensory and Nutritional Properties. *International Journal of Theoretical & Applied Sciences* 2018 Vol.10(2) Pp.22-27.
- Bavec, M., Turinek, M., Grobelnik, M., Slatnar, A., Bavec, F. Influence of industrial and alternative farming systems on contents

of sugars, organic acids, total phenolic content, and the antioxidant activity of red beet (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2010 Vol.58(22) Pp.11825-11831.

Jha, R., Gupta, R. Development of energy drink containing *Aegle marmelos*, *Rubia cordifolia*, *Phyllanthus emblica* and *Beta vulgaris* and its phytochemical, nutritive and antimicrobial analysis. *Journal of Pharmacognosy and Phtochemical* 2016; Vol.5(1) Pp.186-193.

Mazi, E., Okoronkwo, K., Ibe, U. Physico-chemical and Nutritive Properties of Bitter kola. *Journal of Nutrition & Food Sciences* 2013; Vol.3(4) Pp. 1-3

Alaje, D., Owolabi, K., Olakunle, T., Oluoti, O., Adetuberu, I. Nutritional, Minerals and Phytochemicals composition of *Garcinia kola* [Bitter cola] and *Aframomum melegueta* *IOSR Journal of Environmental Science* 2014; Vol.8(1) Pp. 86-91.

Lembong, E., Utama, G., Saputra, R. Phytochemical test, Vitamin C content and antioxidant activities of Beet Root (*Beta vulgaris* Linn.) extracts as food coloring agent from some areas in Java Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences* 2018 Vol.306 Pp. 1-7

Dhawan, D., Sharma, S. Exploration of the Nourishing, Antioxidant and Product Development Potential of Beetroot (*Beta vulgaris*) Flour. *International Journal of Health Sciences and Research* 2019 Vol. 9(6) Pp.280-284.

Preethi, R., Deotale, S., Moses, J., Anandharamakrishnan, C. Conductive hydro drying of beetroot (*Beta vulgaris* L) pulp: Insights for natural food colorant applications. *Journal of Food Process Engineering* 2020 Vol. 43

## References

Abai, E., Essien, K., & Ekpenyong, I. (2020). Evaluation of proximate, minerals and phytochemical composition of *Garcinia kola* cultivated in Essien Udim, Akwa Ibom State, Nigeria. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 7(2), 86–90. [English]  
Adesuyi, A., Elumm, I., Adaramola, F., & Nwokocha, A. (2011). Nutritional and phytochemical screening of *Garcinia kola*. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 4(1), 9–14. [English]

Alaje, D., Owolabi, K., Olakunle, T., Oluoti, O., & Adetuberu, I. (2014). Nutritional, minerals and phytochemicals composition of *Garcinia kola* (bitter cola) and *Aframomum melegueta*. *IOSR Journal of Environmental Science*, 8(1), 86–91. [English]

Amnah, M. (2013). Nutritional, sensory and biological study of biscuits fortified with red beet roots. *Life Science Journal*, 10(3), 1579–1584. [English]

Babarykin, D., Smirnova, G., Pundinsh, I., Vasiljeva, S., Krumina, G., & Agejchenko, V. (2019). Red beet (*Beta vulgaris*) impact on human health. *Journal of Biosciences and Medicines*, 7, 61–79. <https://doi.org/10.4236/jbm.2019.71007> [English]

Barykina, R. P. (2005). *Praktikum po anatomii rastenii* [Workshop on plant anatomy]. Moscow: Nauka. [Russian]

Bavec, M., Turinek, M., Grobelnik, M., Slatnar, A., & Bavec, F. (2010). Influence of industrial and alternative farming systems on contents of sugars, organic acids, total phenolic content, and antioxidant activity of red beet (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(22), 11825–11831. <https://doi.org/10.1021/jf103065q> [English]

Batygin, N. F. (2013). *Ontogenez vysshikh rastenii* [Ontogenesis of higher plants] (pp. 89–94). Moscow: Agropromizdat. [Russian]

Dhawan, D., & Sharma, S. (2019). Exploration of the nourishing, antioxidant and product development potential of beetroot (*Beta vulgaris*) flour. *International Journal of Health Sciences and Research*, 9(6), 280–284. [English]

Draycott, A. P. (2016). Introduction. In A. P. Draycott (Ed.), *Sugar beet* (pp. 1–8). Oxford: Blackwell Publishing. [English]

Elaby, S., & Ali, J. (2018). The anti-anemic effect of dried beet green in phenylhydrazine treated rats. *Archives of Pharmaceutical Sciences Ain Shams University*, 2(2), 54–69. [English]

Fernandez, M., Jagus, R., & Aguero, M. (2017). Evaluation and characterization of nutritional, microbiological and sensory properties of beet greens. *ACTA Scientific Nutritional Health*, 1(3), 37–45. [English]

Gamba, M., Raguindin, P., Asllanaj, E., Merlo, F., Glisic, M., Minder, B., Bussler, W., Metzger, B., Kern, H., & Muka, T. (2020). Bioactive compounds and nutritional composition of Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *ciela* and *flavescens*): A systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60, 1–16. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1676194> [English]

Jurgen, W., Gundula, W., Stefan, H., Pinar, U., Peter, L., Ulrike, M., Hoglinger, O., & Weghuber, J. (2015). Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria. *Journal of Food Composition and Analysis*, 42, 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.03.005> [English]

Lembong, E., Utama, G., & Saputra, R. (2018). Phytochemical test, vitamin C content and antioxidant activities of beet root (*Beta vulgaris* Linn.) extracts as food coloring agent from some areas in Java Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 306, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/306/1/012029> [English]

Merodio, C., & Sabater, B. (1988). Preparation and properties of a white protein fraction in high yield from sugar beet (*Beta vulgaris* L.) leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 44, 237–243. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740440306> [English]

Miraj, S., & Kiani, S. (2017). *Melissa officinalis* L.: A review study with an antioxidant prospective. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 22(3), 385–394. <https://doi.org/10.1177/2156587216663433> [English]

Nikan, M., & Manayi, A. (2018). *Beta vulgaris*. In *Non-vitamin and non-mineral nutritional supplements* (pp. 153–158). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812491-8.00020-4> [English]

Preethi, R., Deotale, S., Moses, J., & Anandharamakrishnan, C. (2020). Conductive hydro drying of beetroot (*Beta vulgaris* L.) pulp: Insights for natural food colorant applications. *Journal of Food Process Engineering*, 43. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13491> [English]

Prozina, M. N. (1990). *Botanicheskaya mikrotehnika* [Botanical microtechnique]. Moscow: Vysshaya shkola. [Russian]