

**Н.В. Загоскина, В.М. Катанская,
Л.В. Назаренко, Т.Н. Николаева**

Изменения роста проростков и содержания низкомолекулярных антиоксидантов после обработки семян пшеницы биофлавоноидами

В статье приведены результаты изучения влияния обработки семян пшеницы биофлавоноидами (дигидрокверцетин, кверцетин, рутин; концентрация 1×10^{-5} М) на рост проростков и содержание низкомолекулярных антиоксидантов, в ходе которого были установлены изменения в уровне перекисного окисления липидов (ПОЛ) и в содержании различных классов фенольных соединений в листьях.

Ключевые слова: *Triticum aestivum L.*; пшеница; флавонолы; ПОЛ; содержание полифенолов.

Одной из уникальных особенностей высших растений является накопление разнообразных веществ вторичного метаболизма [13]. К числу наиболее распространенных их представителей относятся фенольные соединения или полифенолы, образующиеся практически во всех растительных клетках [5; 20]. Они представляют собой вещества ароматического ряда, содержащие одну или несколько гидроксильных групп в бензольном кольце, что обуславливает их высокую реакционную способность [12].

Фенольные соединения участвуют в самых разнообразных биологических процессах и способны влиять на рост растений, репродуктивные процессы, способность к ризогенезу, а также обеспечивать устойчивость к стрессовым воздействиям (УФ-радиации, низким температурам и др.) [1; 5; 23]. Их часто называют биоантиоксидантами благодаря характерной для них высокой способности взаимодействовать с активными формами кислорода, тем самым ингибируя процессы перекисного окисления липидов [11]. Антиоксидантная активность характерна как для С6-С3, так и для С6-С3-С6 соединений соответственно фенилпропаноидов и флавоноидов [12]. В ряде случаев она даже не уступает в таковой активности аскорбиновой кислоте или α -токоферолу [24; 26].

Фенольные соединения находят все более широкое применение в различных отраслях народного хозяйства — пищевой, фармацевтической и косметологической промышленности [17; 22]. Есть данные и об их использовании в сельском хозяйстве в качестве регуляторов роста растений. При этом эффект действия полифенолов зависит от структуры, в том числе от наличия и расположения

оксигрупп и их заместителей в молекуле, концентрации действующего вещества и способа обработки [1]. Несмотря на имеющиеся в литературе данные, до сих пор остается много вопросов о влиянии отдельных представителей класса полифенолов, включая агликон или его гликозид, на рост и продуктивность растений.

Одной из ведущих зерновых культур во многих странах мира, в том числе и в России, является пшеница [7]. Изучению ее метаболизма, регуляции продуктивности, устойчивости к различным стрессовым воздействиям уделяется большое внимание [8; 16]. Что касается образования фенольных соединений, то этот аспект изучен в значительно меньшей степени [3; 19]. Показано, что наибольшее накопление этих вторичных метаболитов характерно для листьев растений по сравнению с узлами кущения и корнями [3]. Это может быть обусловлено функционированием в автотрофных тканях хлоропластов, которые являются одним из основных мест биосинтеза фенольных соединений, в том числе флавоноидов [6]. К их числу также относятся кверцетин и его гликозид — рутин, образование которых характерно для большинства надземных органов растений [5]. Большой интерес представляет и такое соединение фенольной природы, как дигидрокверцетин — биогенетически близкий кверцетину [18].

Целью нашего исследования являлось изучение действия биогенетически близких соединений фенольной природы — дигидрокверцетина, кверцетина и рутина на начальные этапы онтогенеза растений мягкой пшеницы, а также на их антиоксидантную систему (на уровне определения количества малонового диальдегида и содержания различных классов фенольных соединений).

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлись проростки мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) ярового сорта Амир, который был получен в НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны совместно с НПО «Нива Татарстана» и внесен в Госреестр России в 2001 г. Семена выдерживали в течение 22–24 часов в дистиллированной воде (контроль) или водных растворах фенольных соединений (дигидрокверцетин, кверцетин, рутин; концентрация 1×10^{-5} М), после чего помещали их в рулоны из фильтровальной бумаги и выращивали в факторостатной камере ИФР РАН при температуре $+25^\circ\text{C}$ и 16-часовом фотопериоде в течение 7 суток на дистиллированной воде. Для исследования использовали листья проростков.

Всхожесть проростков определяли на третий день выращивания (ГОСТ 12038-84, 1986).

Морфофизиологические характеристики проростков, такие как длина корней и листьев, анализировали на третий и седьмой день роста, используя для этого по 20 растений в каждом варианте. Определяли массу растений в конце выращивания.

Содержание малонового диальдегида (МДА) определяли по цветной реакции с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) [9]. Для этого навеску свежего материала (100 мг) гомогенизировали в среде выделения, содержащей 0,1 М трис-НСI-буфер (рН 7,5) и 0,35 М NaCl. К 1,5 мл гомогената добавляли 1 мл 0,5 % ТБК

в 20-процентном водном растворе трихлоруксусной кислоты. Реакционную смесь инкубировали на кипящей водяной бане в течение 30 мин., фильтровали и измеряли оптическую плотность фильтрата при длине волны 532 нм. В качестве контроля использовали 1,5 мл среды выделения с 1 мл раствора ТБК в ТХУ. Концентрацию МДА рассчитывали в мкмольях на 1 г сырой массы по молярной экстинкции: $C = D / \epsilon l$, где C — концентрация МДА, мкмоль; D — оптическая плотность; ϵ — коэффициент молярной экстинкции ($1,56 \times 10^5 \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{М}^{-1}$); l — толщина слоя раствора в кювете (1 см).

Фенольные соединения извлекали из свежего растительного материала 96-процентным этанолом при 45°C в течение 45 мин. Надосадочную жидкость отделяли центрифугированием (16 000 об/мин., 5 мин.) и использовали для спектрофотометрического определения. Содержание суммы растворимых фенольных соединений определяли с реактивом Фолина-Дениса при 725 нм [5], а содержание флавоноидов — с хлористым алюминием при 415 нм [21]. Калибровочные кривые строили по рутину.

Статистическая обработка. Все определения проводили в трех биологических и 2–3 аналитических повторностях. Результаты обрабатывали статистически. На рисунках 1 и 2 представлены их средние арифметические значения. Стандартные отклонения во всех вариантах не превышали 5–7 %.

Результаты и обсуждение

Фенольные соединения могут использоваться в качестве регуляторов роста растений [2]. Для изучения их действия используют два подхода: обработка семян сухими препаратами или водными растворами. Последний способ был использован нами при проведении исследований.

Морфофизиологические характеристики растений. Поскольку на семена пшеницы воздействовали тремя биогенетически близкими соединениями флавоноидной природы, то было уделено особое внимание оценке их всхожести. Как следует из полученных данных, во всех опытных вариантах энергия прорастания была ниже, чем в контроле (см. табл.). В большей степени это проявлялось после действия рутин.

Некоторые морфофизиологические характеристики проростков пшеницы, выращенных из семян, обработанных экзогенными флавоноидами

Вариант	Энергия прорастания, %	Длина корней, см		Длина листьев, см		Вес 10 растений, г
		3 суточные проростки	7 суточные проростки	3 суточные проростки	7 суточные проростки	
Контроль (вода)	93 ± 5	$3,58 \pm 0,02$	$11,15 \pm 0,04$	$0,84 \pm 0,06$	$10,49 \pm 0,03$	$1,90 \pm 0,03$
Дигидро-кверцетин	92 ± 3	$2,36 \pm 0,02$	$10,18 \pm 0,04$	$0,60 \pm 0,05$	$8,83 \pm 0,04$	$1,89 \pm 0,04$
Кверцетин	91 ± 3	$3,12 \pm 0,01$	$11,06 \pm 0,03$	$0,74 \pm 0,06$	$10,68 \pm 0,04$	$2,00 \pm 0,02$
Рутин	85 ± 2	$2,83 \pm 0,02$	$12,18 \pm 0,03$	$0,65 \pm 0,07$	$11,73 \pm 0,03$	$2,09 \pm 0,02$

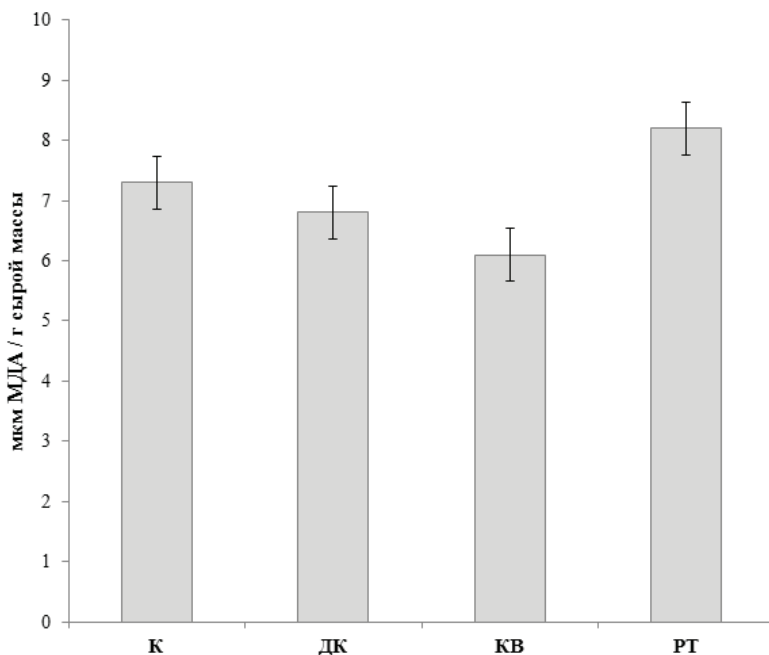


Рис. 1. Содержание малонового диальдегида в листьях проростков пшеницы, выращенных из семян, обработанных экзогенными флавоноидами:

ДК — дигидрокверцетин, КВ — кверцетин, Р — рутин (концентрация 10^{-5} М)

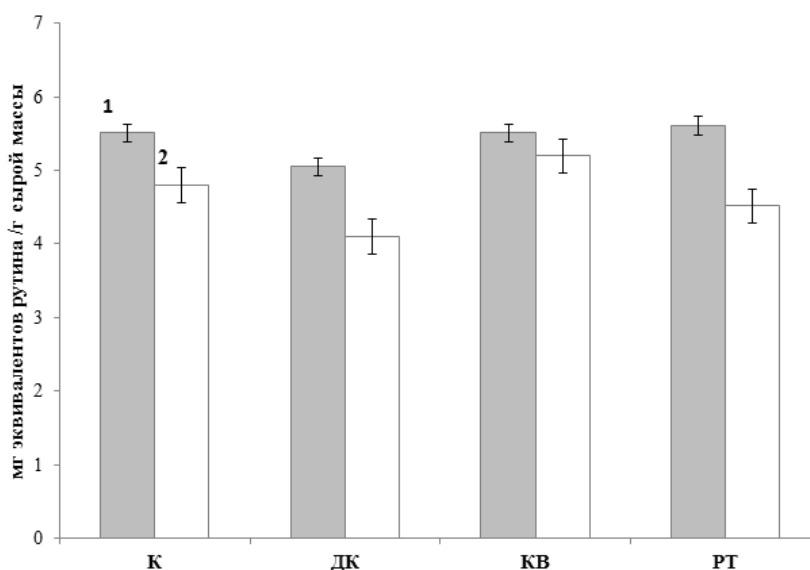


Рис. 2. Содержание суммы фенольных соединений (1) и флавоноидов (2) в листьях проростков пшеницы, выращенных из семян, обработанных экзогенными флавоноидами:

ДК — дигидрокверцетин, КВ — кверцетин, Р — рутин (концентрация 10^{-5} М)

Следующей задачей являлось изучение роста проростков. В первую очередь это касалось оценки их корневой системы, которая является важным фактором при развитии растений. На начальных этапах роста (3-й день) наибольшие показатели длины корней отмечены для контроля и варианта с кверцетином, тогда как в вариантах с дигидрокверцетином и рутином они были ниже (на 35 % и 20 % соответственно). По мере дальнейшего развития проростков картина менялась. К седьмому дню наибольшие показания длины корней были в варианте с рутином, а наименьшие — с дигидрокверцетином. В обоих случаях эти различия составляли 10 % по отношению к контролю. Что касается листьев, то у трехсуточных проростков наибольшая их длина была в контроле, чуть меньше в варианте с кверцетином (на 10 %), а самая низкая — в варианте с дигидрокверцетином (почти на 30 % по отношению к контролю). К седьмому дню роста самые высокие показатели длины листьев были в варианте с рутином, чуть ниже в контроле и в варианте с кверцетином. Исходя из этих данных, можно заключить, что после обработки семян пшеницы дигидрокверцетином наблюдается некоторое снижение роста проростков, в отличие от кверцетина и особенно рутина, после воздействия которых отмечалась незначительная активация этих процессов.

Следует также отметить, что все исследованные соединения способствовали более интенсивному росту органов по сравнению с контролем. Так, если в контрольных условиях длина корней и листьев увеличивалась соответственно в 3 и 12 раз, то при действии фенольных соединений — в 3,5–4,3 и 14,4–18 раз. Однако все эти изменения практически не влияли на вес растений, который во всех вариантах был достаточно близким.

Таким образом, после обработки семян пшеницы растворами биофлавоноидов изменялись некоторые морфофизиологические и ростовые характеристики проростков. Это является еще одним доказательством регулирующей рост активности фенольных соединений, как это отмечалось и другими авторами [1].

Содержание малонового диальдегида в листьях проростков. Важным показателем состояния антиоксидантной системы растений является содержание МДА, которое отражает уровень перекисного окисления липидов (ПОЛ) [15]. Как следует из полученных данных, после действия флавоноидов на семена пшеницы количество МДА в листьях проростков изменялось (рис. 1). У вариантов с дигидрокверцетином и кверцетином оно было ниже, чем в контроле (на 10 % и 15 % соответственно). Совершенно иная тенденция характерна для варианта с рутином — в этом случае количество МДА в листьях проростков превышало таковое у контроля на 15 %. Исходя из этих данных можно предположить, что у проростков, выросших из обработанных дигидрокверцетином и кверцетином семян, уровень ПОЛ ниже, чем у проростков, выросших из семян, обработанных рутином. Таким образом, агликоны флавоноидов, по-видимому, способствуют активации антиоксидантной системы защиты растительных клеток (о чем косвенно свидетельствует содержание МДА), в отличие от их гликозидированных форм.

Содержание фенольных соединений в листьях проростков. Определение содержания суммы фенольных соединений позволяет судить о способности высших растений к образованию этих вторичных метаболитов, которым отводится важная роль в защите клеток от стрессовых воздействий [5]. В нашем случае во всех вариантах уровень этих веществ был практически одинаков (рис. 2). Исключением являлся лишь вариант с действием дигидрокверцетина, для которого характерно более низкое накопление полифенолов.

Несколько иная тенденция отмечается в отношении образования флавоноидов — веществ фенольной природы, синтезирующихся во всех зеленых тканях высших растений [4]. Как было показано нами ранее, они являются основными компонентами фенольного комплекса листьев пшеницы [14]. Содержание флавоноидов было наиболее высоким у проростков, выросших из семян, обработанных кверцетином (рис. 2). У вариантов с воздействием дигидрокверцетина и рутина их уровень был ниже. Кроме того, отмечены изменения доли этих компонентов от суммарного содержания фенольных соединений. Так, в контрольном варианте она составляла 87 %, в варианте с кверцетином — 94 %, тогда как в вариантах с дигидрокверцетином и рутином — 79 % и 81 % соответственно. Все это свидетельствует о том, что обработка семян пшеницы флавоноидами в дальнейшем отражается именно на их накоплении в листьях проростков.

Следовательно, ответная реакция клеток листьев пшеницы на экзогенную обработку семян флавоноидами отличается в плане регуляции путей биосинтеза фенольных соединений, в том числе флавоноидов. Можно также говорить о том, что дигидрокверцетин, по характеру ответных реакций растений на обработку им, выделялся среди других соединений флавоноидной природы. В настоящее время этот «феномен» сложно объяснить, но, судя по широкому использованию данного вещества в медицине и фармакологии [18], он заслуживает дальнейшего изучения.

Литература

1. *Вольнец А.П.* Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. Минск: Буларуская навука, 2013. 333 с.
2. *Вольнец А.П., Башко Н.П.* Рострегулирующая активность фенольных конъюгатов // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты. М.: Научный мир, 2010. С. 265–271.
3. *Загоскина Н.В., Олениченко Н.А., Чжоу Юньвэй, Живухина Е.А.* Способность различных сортов пшеницы (*Triticum aestivum* L.) к образованию фенольных соединений // Прикладная биохимия и микробиология. 2005. Т. 41. С. 113–116.
4. *Запрометов М.Н.* Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. 272 с.
5. *Запрометов М.Н.* Фенольные соединения и методы их исследования // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука. 1971. С. 185–197.
6. *Запрометов М.Н., Николаева Т.Н.* Способность изолированных хлоропластов из листьев фасоли осуществлять биосинтез фенольных соединений // Физиология растений. 2003. Т. 50. С. 699–702.

7. Кумаков В.А. Физиология яровой пшеницы. М.: Колос, 1980. 206 с.
8. Лебедева Т.В. Генетическое разнообразие мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. по устойчивости к *Blumeriagraminis* DC. f. sp. *tritici* Golovin // Вестник ВОГиС. 2008. Т. 12. С. 686–690.
9. Лукаткин А.С., Голованова В.С. Интенсивность перекисного окисления липидов в охлажденных листьях теплолюбивых растений // Физиология растений. 1988. Т. 35. С. 773–780.
10. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. ГОСТ 12038-84. Дата введения 1986-07-01 // URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12038-84>.
11. Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К., Бондарь И.А., Круговых Н.Ф., Труфякин В.А. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. М.: Слово, 2006. 556 с.
12. Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З., Кандалинцева Н.В. Фенольные антиоксиданты в биологии и медицине // Строение, свойства, механизмы действия. Изд. LambertAP, 2012. 488 с.
13. Носов А.М. Вторичный метаболизм // Физиология растений / Под ред. И.П. Ермакова. М.: Академия, 2005. С. 588–619.
14. Олениченко Н.А., Осипов В.И., Загоскина Н.В. Фенольный комплекс листьев озимой пшеницы и его изменение в процессе низкотемпературной адаптации растений // Физиология растений. 2006. Т. 53. № 4. С. 554–559.
15. Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. М.: КДУ, 2007. 140 с.
16. Рогожин В.В., Верхотуров В.В., Курилюк Т.Т. Антиоксидантная система в прорастании семян пшеницы // Известия РАН. Серия биологическая. 2001. Вып. 2. С. 165–173.
17. Тараховский Ю.С., Ким Ю.А., Абдрасилов Б.С., Музафаров Е.Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пушкино: Synchronobook, 2013. 310 с.
18. Тюкавкина Н.А. Биофлавоноиды. М.: Русский врач, 2002. 56 с.
19. Ahmed N., Maekawa M., Noda K. Anthocyanin accumulation and expression pattern of anthocyanin biosynthesis genes in developing wheat coleoptiles // *Biologia plantarum*. 2009. V. 53. P. 223–228.
20. Cheynier V., Comte G., Davis K.M., Lattanzio V., Martens S. Plant phenolics: Recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2013. V. 72. P. 1–20.
21. Gage T.B., Wendei S.H. Quantitative determination of certain flavonolglycosides // *Anal. Chem.* 1950. V. 22. P. 708–711.
22. Laranjinha J. Translation of chemical properties of polyphenols into biological activity with impact on human health // *Recent Advances in Polyphenol Research* / Eds. Santos-Buelga C., Escribano-Bailon M.T., Lattanzio V. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2010. V. 2. P. 269–282.
23. Lattanzio V., Kroon P.A., Quideau S., Treutter D. Plant Phenolics — Secondary Metabolites with Diverse Functions // *Recent Advances in Polyphenol Research* / Eds. Daayf F., Lattanzio V. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2008. V. 1. P. 1–35.
24. Lin C.M., Chen C.T., Lee H.H., Lin J.K. Prevention of cellular ROS damage by isovitexin and related flavonoids // *Planta Med.* 2002 V. 68. P. 365–367.
25. Rafat A., Koshy P., Sekaran M. Antioxidant potential and content of phenolic compounds in ethanolic extracts of selected parts of *Andrographis paniculata* // *J. Med. Plants Res.* 2010. V. 4. P. 197–202.

26. Zhao H.J., Zou Q. Protective effects of exogenous antioxidants and phenolic compounds on photosynthesis of wheat leaves under high irradiance and oxidative stress // *Photosynthetica*. 2002. V. 40. P. 523–527.

Literatura

1. *Voly'nezh A.P.* Fenol'ny'e soedineniya v zhiznedeyatel'nosti rastenij. Minsk: Bularuskaya navuka, 2013. 333 s.

2. *Voly'nezh A.P., Bashko N.P.* Rostreguliruyushhaya aktivnost' fenol'ny'x kon'yugatov // Fenol'ny'e soedineniya: fundamental'ny'e i prikladny'e aspekty'. M.: Nauchny'j mir, 2010. S. 265–271.

3. *Zagoskina N.V., Olenichenko N.A., Chzhou Yun've'j, Zhivuxina E.A.* Sposobnost' razlichny'x sortov psheniczy' (*Triticum aestivum L.*) k obrazovaniyu fenol'ny'x soedinenij // *Prikladnaya bioximiya i mikrobiologiya*. 2005. T. 41. S. 113–116.

4. *Zaprometov M.N.* Fenol'ny'e soedineniya. Rasprostranenie, metabolism i funkcii v rasteniyax. M.: Nauka, 1993. 272 s.

5. *Zaprometov M.N.* Fenol'ny'e soedineniya i metody' ix issledovaniya // *Bioximicheskie metody' v fiziologii rastenij*. M.: Nauka. 1971. S. 185–197.

6. *Zaprometov M.N., Nikolaeva T.N.* Sposobnost' izolirovanny'x xloroplastov iz list'ev fasoli osushhestvlyat' biosintez fenol'ny'x soedinenij // *Fiziologiya rastenij*. 2003. T. 50. S. 699–702.

7. *Kumakov V.A.* Fiziologiya yarovoj psheniczy'. M.: Kolos, 1980. 206 s.

8. *Lebedeva T.V.* Geneticheskoe raznoobrazie myagkoj psheniczy' *Triticum aestivum L.* po ustojchivosti k *Blumeriagraminis DC. f. sp. tritici Golovin* // *Vestnik VOGiS*. 2008. T. 12. S. 686–690.

9. *Lukatkin A.S., Golovanova V.S.* Intensivnost' perekisnogo okisleniya lipidov v oxlazhdenny'x list'yax teplolyubivy'x rastenij // *Fiziologiya rastenij*. 1988. T. 35. S. 773–780.

10. Mezhhgosudarstvenny'j standart. Semena sel'skoxozyajstvenny'x kul'tur. Metody' opredeleniya vsxozhesti. GOST 12038-84. Data vvedeniya 1986-07-01 // URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12038-84>.

11. *Men'shhikova E.B., Lankin V.Z., Zenkov N.K., Bondar' I.A., Krugovy'x N.F., Trufakin V.A.* Okislitel'ny'j stress. Prooksidanty' i antioksidanty'. M.: Slovo, 2006. 556 s.

12. *Men'shhikova E.B., Lankin V.Z., Kandalinceva N.V.* Fenol'ny'e antioksidanty' v biologii i medicine // *Stroenie, svoystva, mexanizmy' dejstviya*. Izd. LambertAP, 2012. 488 s.

13. *Nosov A.M.* Vtorichny'j metabolism // *Fiziologiya rastenij* / Pod red. I.P. Ermakova. M.: Akademiya, 2005. S. 588–619.

14. *Olenichenko N.A., Osipov V.I., Zagoskina N.V.* Fenol'ny'j kompleks list'ev ozimoj psheniczy' i ego izmenenie v processe nizkotemperaturnoj adaptacii rastenij // *Fiziologiya rastenij*. 2006. T. 53. № 4. S. 554–559.

15. *Polesskaya O.G.* Rastitel'naya kletka i aktivny'e formy' kisloroda. M.: KDU, 2007. 140 s.

16. *Rogozhin V.V., Verxoturov V.V., Kurilyuk T.T.* Antioksidantnaya sistema v prorastanii semyan psheniczy' // *Izvestiya RAN. Seriya biologicheskaya*. 2001. Vy'p. 2. S. 165–173.

17. *Taraxovskij Yu.S., Kim Yu.A., Abdrasilov B.S., Muzafarov E.N.* Flavonoidy: bioximiya, biofizika, medicina. Pushhino: Sunchrobook, 2013. 310 c.

18. *Tyukavkina N.A.* Bioflavonoidy'. M.: Russkij vrach, 2002. 56 s.

19. *Ahmed N., Maekawa M., Noda K.* Anthocyanin accumulation and expression pattern of anthocyanin biosynthesis genes in developing wheat coleoptiles // *Biologia plantarum*. 2009. V. 53. P. 223–228.
20. *Cheyrier V., Comte G., Davis K.M., Lattanzio V., Martens S.* Plant phenolics: Recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2013. V. 72. P. 1–20.
21. *Gage T.B., Wendei S.H.* Quantitative determination of certain flavonol3glycosides // *Anal. Chem.* 1950. V. 22. P. 708–711.
22. *Laranjinha J.* Translation of chemical properties of polyphenols into biological activity with impact on human health // *Recent Advances in Polyphenol Research / Eds. Santos-Buelga C., Escribano-Bailon M.T., Lattanzio V.* Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2010. V. 2. P. 269–282.
23. *Lattanzio V., Kroon P.A., Quideau S., Treutter D.* Plant Phenolics — Secondary Metabolites with Diverse Functions // *Recent Advances in Polyphenol Research / Eds. Daayf F., Lattanzio V.* Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2008. V. 1. P. 1–35.
24. *Lin C.M., Chen C.T., Lee H.H., Lin J.K.* Prevention of cellular ROS damage by isovitexin and related flavonoids // *Planta Med.* 2002 V. 68. P. 365–367.
25. *Rafat A., Koshy P., Sekaran M.* Antioxidant potential and content of phenolic compounds in ethanolic extracts of selected parts of *Andrographis paniculata* // *J. Med. Plants Res.* 2010. V. 4. P. 197–202.
26. *Zhao H.J., Zou Q.* Protective effects of exogenous antioxidants and phenolic compounds on photosynthesis of wheat leaves under high irradiance and oxidative stress // *Photosynthetica*. 2002. V. 40. P. 523–527.

*N.V. Zagoskina, V.M. Katanskaya,
L.V. Nazarenko, T.N. Nikolaeva*

Changes in the Growth of Seedlings and the Content of Low Molecular Weight Antioxidants after Processing of Wheat Seeds by Bioflavonoids

In this article the authors gave the results of studying the influence of processing of wheat seed by bioflavonoids (dihydroquercetin, quercetin, rutin, concentration of 1×10^{-5} M) on seedling growth and the content of low molecular weight antioxidants, during which there were established changes in the level of lipid peroxidation (LPO) and the content of various classes of phenolic compounds in the leaves.

Keywords: *Triticum aestivum L.*; wheat; flavonols; LPO; content of polyphenols.