

11. Душкова Д.О., Евсеев А.В. Анализ техногенного воздействия на геосистемы Европейского севера России // Арктика и Север. – 2011. – № 4. – С. 162–195.

#### Literatura

1. Lukina N.V., Nikonov V.V. Biogeoхимические циклы в лесях Севера в условиях аэротехногенного загрязнения: в 2 ч. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. – 1996. – Ч. 1. – 213 с.; Ч. 2. – 192 с.
2. Bjazrov L.G. Lishajniki v jekologическом monitoringe. – М.: Nauchnyj mir, 2002. – 336 с.
3. Berg T., Steinnes E. Use of mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*) as biomonitors of heavy metal deposition: from relative to absolute deposition values // Environmental Pollution. – 1997. – Vol. 98 – № 1. – P. 61–71.
4. Grodzinska K., Szarek-Lukaszewska G. Response of mosses to heavy metal deposition in Poland - an overview // Environmental Pollution. – 2001. – Vol. 114. – P. 443–451.
5. Karpenko L.V., Aniskina A.A., Permjakova G.V. Sostojanie rastitel'nosti bolot v zone

- tehnogenogo vozdejstviya Noril'skogo gornometallurgического kombinata // Geografija i prirodnye resursy. – 2012. – № 1. – С. 56–62.
6. Savich-Ljubickaja L.I., Smirnova Z.N. Opre-delitel' sfagnovyh mhov. – L.: Nauka, Leningr. otd-nie, 1968. – 112 s.
7. Savich-Ljubickaja L.I., Smirnova Z.N. Opre-delitel' listostebel'nyh mhov SSSR. – L.: Nauka. Leningr. otd-nie, 1970. – 824 s.
8. Oksner A.N. Opre-delitel' lishajnikov SSSR. Morfologija, sistematika i geografическое rasprostranenie. – L.: Nauka. Leningr. otd-nie, 1974. – Vyp. 2. – 287 s.
9. Karpenko L.V. Diagnostika jekologического sostojanija rastitel'nosti bolot v uslovijah ajero-tehnogenogo zagraznenija // Vestn. KrasGAU. – 2014. – № 5. – С. 112–115.
10. Ershov Ju.I. Pochvy predtundrovых лесов Enisejskogo Zapoljar'ja, podverzhennye ajero-promышленным выбросам серы // Geografija i prirodnye resursy. – 1992. – № 1. – С. 33–39.
11. Dushkova D.O., Evseev A.V. Analiz tehnogenogo vozdejstviya na geosistemy Evropejskogo severa Rossii // Арктика и Север. – 2011. – № 4. – С. 162–195.

УДК 633.14: 631.52

В.И. Полонский, А.В. Сумина, Т.М. Шалдаева

### ЗАВИСИМОСТЬ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ В ЗЕРНЕ ЯЧМЕНЯ И ОВСА СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ\*

V.I. Polonsky, A.V. Sumina, T.M. Shaldaeva

#### THE DEPENDENCE OF TOTAL CONTENT OF ANTIOXIDANTS IN GRAIN OF BARLEY AND OATS OF SIBERIAN SELECTION FROM GROWING CONDITIONS

**Полонский В.И.** – д-р биол. наук, проф., каф. ботаники, физиологии и защиты растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

**Polonsky V.I.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Botany, Physiology and Protection of Plants, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования и науки Республики Хакасия (грант № 6-44-190763).

**Сумина А.В.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. химии и геоэкологии Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан. E-mail: sumina\_av@khsu.ru

**Шалдаева Т.М.** – канд. биол. наук, мл. науч. сотр. лаб. фитохимии Центрального сибирского ботанического сада СО РАН, г. Новосибирск. E-mail: sumina\_av@khsu.ru

**Sumina A.V.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Chemistry and Geoecology, Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan. E-mail: sumina\_av@khsu.ru

**Shaldaeva T.M.** – Cand. Biol. Sci., Junior Staff Scientist, Lab. of Phytochemistry, Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, Novosibirsk. E-mail: sumina\_av@khsu.ru

К основным ингредиентам функциональных пищевых растительных продуктов кроме витаминов и пищевых волокон относятся антиоксиданты, представляющие собой вещества, способные препятствовать свободно радикальному окислению органических соединений различными формами кислорода. Целью исследования являлся анализ влияния генотипа и условий выращивания на суммарное содержание антиоксидантов в зерне ячменя и овса. В качестве объектов исследования выступали 11 образцов ярового пленчатого и голозерного ячменя (*Hordeum vulgare* L.), а также 10 образцов овса (*Avena sativa* L.) сибирской селекции, выращенные по паровому предшественнику на территории Бейского госсортоучастка (Республика Хакасия) и ОПХ «Минино» ГНУ КНИИСХ СО РАСХН (Красноярский край) в 2013–2015 гг. Исследование суммарного содержания антиоксидантов в зерне обеих сельскохозяйственных культур проводили с помощью прибора «Цвет Яуза-01-АА». В результате были зарегистрированы более высокие значения суммарного содержания антиоксидантов в зерне ячменя по сравнению с овсом. Установлено достоверное изменение значения данного биохимического показателя по генотипам и пунктам изучения как у одной, так и другой исследуемой зерновой культуры. С использованием двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что суммарное содержание антиоксидантов в зерне овса и ячменя, выращенных в 2015 г. в Емельяновском районе Красноярского края и Бейском районе Республики Хакасия, в большей степени определяется генотипом, далее по степени влияния располагаются «пункт» и взаимодействие «пункт × генотип». Высказано предположение о перспективах использования зерна ячменя и овса, выращенных в условиях Сибири, в качестве ингредиентов функциональных пищевых продуктов, богатых антиоксидантами.

**Ключевые слова:** зерно, овес, ячмень, антиоксиданты, экстракт, условия выращивания.

The main ingredients of functional food herbal products in addition to vitamins and food fibers include antioxidants, which are substances that can prevent free radical oxidation of organic compounds with various forms of oxygen. The aim of this work was to analyze the impact of genotype and cultivation conditions on the total content of antioxidants in barley grain and oats. As objects of the study were 11 samples of hulled and hull-less spring barley (*Hordeum vulgare* L.), and 10 samples of oats (*Avena sativa* L.) Siberian breeding grown for bare fallow predecessor on the territory of the state variety plot Beysky (Republic of Khakassia) and experimental farm "Minino" SRE KRIAS SB RAAS (Krasnoyarsk region) in 2013–2015. The study of the total content of antioxidants in the grain of both crops was performed using the instrument "Color Yauza-01-AA". The result recorded higher values of total content of antioxidants in the grain of barley compared to oats. Statistically significant change the value of this biochemical parameter for the genotypes and paragraphs exploring how each of the studied cereal. Using two-factor analysis of variance derived that the total antioxidant content in grain of oats and barley grown in 2015, in the Emelyanovsky district of Krasnoyarsk region and Beysky district of the Republic of Khakassia, to a greater extent was determined by the genotype, the degree of influence were "item" and the interaction "point × genotype". Grain of barley and oats grown in the conditions of Siberia are suggested to be used as ingredients of the functional foodstuff rich with antioxidants in future.

**Keywords:** corn, oats, barley, antioxidants, extract, growing conditions.

**Введение.** Согласно распоряжению Правительства РФ «Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года», государственная политика нашей страны направлена в соответствии с требованиями медицинской науки на удовлетворение потребностей различных групп населения в здоровом питании с учетом их традиций, привычек и экономического положения [6]. Можно отметить, что за годы действия данного документа наметились некоторые улучшения в области питания россиян за счет изменения структуры потребления и разработки пищевых продуктов, обогащенных биологически ценными компонентами. Однако, несмотря на положительные тенденции, по-прежнему существует проблема малого ассортимента и дороговизны функциональных пищевых ингредиентов, что делает их доступными лишь для части потенциальных покупателей.

Решением данной проблемы может выступить совместная деятельность науки и АПК по расширению промышленного производства продуктов функционального питания из растительного сырья. К данной группе относятся компоненты природного происхождения ежедневного рациона, которые наряду с пищевой полноценностью способствуют регулированию какой-либо функции организма. К основным ингредиентам функциональных пищевых продуктов относятся: витамины, пищевые волокна, антиоксиданты и др.

Как известно, антиоксиданты (АО) – вещества различной химической природы, способные тормозить или устранять не ферментативное свободно радикальное окисление органических соединений различными формами кислорода [2, 5]. Благодаря этому уникальному качеству, АО нашли широкое применение в различных видах промышленности, медицине и сельском хозяйстве, кроме того, они являются неотъемлемой составной частью всех биологических систем. Так, введение АО в сырье и готовую продукцию обеспечивает предупреждение их порчи, увеличение сроков годности, улучшение функциональных показателей. Например, добавление ячменной муки в хлеб повышает его антиоксидантную способность [3, 10], а замачивание зерна ячменя в 0,001 %-х

растворах, обладающих антиоксидантной активностью, повышает процент проросших семян на 9–11 % и амиллитическую активность солода на 13–45 % [4]. Доказано, что некоторые детские зерновые продукты, полученные на основе ячменя и риса, по антиокислительному уровню превосходят материнское грудное молоко [3, 11]. Продукты переработки зерна – ячменная шелуха – могут использоваться в качестве источника антиоксидантных веществ [3, 16]. Кроме того, пищевые антиоксиданты предотвращают патологические последствия окислительных стрессов, тем самым способствуют профилактике таких серьезных заболеваний, как болезни сердца, диабет, рак [13, 15].

**Цель исследования:** анализ суммарного содержания антиоксидантов в зерне различных генотипов овса и ячменя, выращенных в двух контрастных условиях Сибири.

**Объект и методы исследования.** В качестве объекта исследования использовалось 11 образцов ярового пленчатого и голозерного ячменя (*Hordeum vulgare* L.) и 10 образцов овса (*Avena sativa* L.), выращенных в 2014–2015 гг. по паровому предшественнику на «Бейском» ГСУ Республики Хакасия и ОПХ «Минино» ГНУ КНИИСХ СО РАСХН (Красноярский край). Семенной материал был предоставлен сотрудниками этих учреждений.

Согласно данным лабораторных исследований Красноярского НИИСХ, почвы в ОПХ «Минино» (Емельяновский район) представлены обыкновенным маломощным и среднемощным черноземами, содержание гумуса в которых равно 4,2 %. Исходя из картографических данных, предоставленных Комитетом по земельным ресурсам и землеустройству Республики Хакасия, почва в Бейском районе соответствует обыкновенному чернозему, содержание гумуса в котором составляет 3,8 %. Метеорологические условия пунктов исследования достоверно различались по обеспеченности осадками и режимам среднесуточных температур. При расчете гидротермического коэффициента (ГТК) Г.Т. Селянинова, равного отношению количества осадков за вегетационный период к сумме температур выше 10 °С, было установлено, что значения естественного обеспечения исследуемых участков влагой и теплом на участках можно считать удовлетворительным: для Минино – 1,5, а для Бей – 1,7.

Определение суммарного содержания антиоксидантов (ССА) в образцах ячменя и овса проводилось в два этапа [7]. На первом производили экстрагирование проб двумя элюентами – горячей бидистиллированной водой и этиловым спиртом в концентрации 70 %. Для получения водного экстракта 1,0 г сырья заливали 50 мл кипящей бидистиллированной воды и настаивали в течение 10 мин без термостатирования, после чего тщательно отфильтровывали через бумажный фильтр «синяя лента». Концентрацию подбирали в процессе измерения. Для получения водно-спиртового экстракта 1,0 г сырья заливали 50 мл 70 % спирта и встряхивали на качалке в течение 1 часа, после чего проводили фильтрацию. На втором этапе с помощью прибора «Цвет Яуза-01-АА» производили измерения электрического тока, возникающего при окислении исследуемого вещества (или смеси веществ) на поверхности рабочего электрода при постоянном потенциале 1,3 В. При этом происходит окисление только ОН-групп природных антиоксидантов фенольного

типа. Предварительно строили градуировочную кривую зависимости сигнала образца сравнения (галловой кислоты) от его концентрации. С помощью полученной кривой сравнивали сигналы от исследуемого экстракта с сигналами галловой кислоты. Время измерения одного образца составляло 10–15 мин. Повторность – трехкратная.

Статистическая обработка результатов была выполнена с помощью программы обработки данных полевого опыта Field Expert v1.3 Pro и Microsoft Excel 2003.

**Результаты исследования и их обсуждение.** При изучении пленчатых образцов ячменя, выращенных в 2014 г. на территории Бейского ГСУ, было выявлено, что суммарное содержание антиоксидантов в зерне имеет значение в интервале от 34,48 до 49,06 мг/100 г (табл. 1). При этом максимальные показатели отмечались независимо от используемого элюента у сорта Танай, а минимальные – у сорта Соболек. Разница между минимальными и максимальными значениями составляла около 30 %.

Таблица 1

**Суммарное содержание антиоксидантов в зерне ячменя, выращенного на территории Бейского ГСУ в 2014 г.**

Образец (генотип)	Тип зерновки	ССА, мг/100 г		
		Бидистиллированная вода	70 % спирт	Среднее
Соболек	П*	34,48	35,74	35,11
Танай	П	49,06	45,82	47,44
Омский 99	П	35,98	39,16	37,57
Среднее		39,84±1,4	40,24±0,9	40,04±1,9

Примечание: \*П – пленчатое зерно.

В 2015 г. показатель ССА определяли у 10 образцов пленчатого и голозерного ячменя, выращенного в двух пунктах исследования (табл. 2). Можно видеть, что полученные значения достоверно различались между собой в зависимости от генотипа ячменя и пункта выращивания. Максимальное содержание антиоксидантов было отмечено у образцов Багрец (ОПХ «Минино») и Ача (Бейский ГСУ), что численно составляет более 70 мг/100 г. Минимальные показатели были зарегистрированы

у образцов Новичок (41,3 мг/100 г) и Нудум 95 (42,9 мг/100 г), полученных в Красноярском крае. Для зерна ячменя, выращенного в Бейском районе Республики Хакасия, минимальное суммарное содержание антиоксидантов принадлежит образцам Оленек, Буян, Биом и составляет чуть более 50 мг/100 г. Интересно отметить, что средние значения ССА у пленчатых образцов пункта ОПХ Минино были ниже голозерных форм, при этом для Бейского сортоучастка ситуация оказалась иная.

**Суммарное содержание антиоксидантов в зерне ячменя, выращенного в 2015 г.  
на территории Бейского ГСУи ОПХ «Минино»**

Образец (генотип)	Тип зерновки*	ССА мг/100 г		
		Бидистиллированная вода	70 % спирт	Среднее
<b>ОПХ «Минино» (1)</b>				
Владимир	П	53,6	49,5	51,6
Новичок	П	40	42,7	41,3
Багрец	П	73,5	72,6	73,0
Винницкий	П	45,9	41,4	43,6
Лель	П	51,8	49,2	50,5
Ача	П	46,8	44,1	45,4
Соболек	П	50,6	52,0	51,3
Э-88-5893	П	56,4	50,3	53,4
Нудум 95	Г	44,9	40,8	42,9
Омский голозерный 1	Г	63,1	63,8	63,5
<i>Среднее по голозерным образцам (1)</i>		<i>54,0±4,5</i>	<i>52,3±5,1</i>	–
<i>Среднее по пленчатым образцам (1)</i>		<i>52,3±3,1</i>	<i>50,2±2,6</i>	–
<i>Среднее по всем образцам (1)</i>		<i>52,7±3,6</i>	<i>50,6±3,5</i>	<i>51,7±3,4</i>
<b>Бейский ГСУ (2)</b>				
Буян	П	52,4	47,8	50,1
Биом	П	51,9	48,4	50,2
Соболек	П	68,3	64,2	66,3
Оленек	П	51,1	48,8	50,0
Абалак	П	61,6	58,1	59,9
Танай	П	64,7	64,0	64,3
Красноярский 91	П	70,8	65,2	68,0
Ача	П	77,5	72,0	74,8
Омский голозерный 1	Г	55,4	54,7	55,1
Оскар	Г	53,1	56,0	54,6
<i>Среднее по голозерным образцам (2)</i>		<i>54,2±0,6</i>	<i>55,4±0,3</i>	–
<i>Среднее по пленчатым образцам (2)</i>		<i>62,3±3,9</i>	<i>58,6±3,6</i>	–
<i>Среднее по всем образцам (2)</i>		<i>60,7±3,9</i>	<i>57,9±3,2</i>	<i>59,3±3,4</i>
<i>Среднее по голозерным образцам (1+2)</i>		<i>54,1±2,5</i>	<i>53,9±3,1</i>	–
<i>Среднее по пленчатым образцам (1+2)</i>		<i>57,3±4,5</i>	<i>54,4±4,3</i>	–
<i>Среднее по всем образцам (1+2)</i>		<i>56,7±4,1</i>	<i>54,3±3,9</i>	<i>55,48±3,9</i>

Примечание: \*П – пленчатый, Г – голозерный тип зерновки.

Средние значения ССА для всех образцов ячменя, выращенных на территории Бейского района, находились в пределах 60 мг/100 г, а для ОПХ «Минино» – 50 мг/100 г. Величины ССА в зерне ячменя, найденные при использовании в качестве элюента бидистиллированной воды, были выше по сравнению с применением 70 % спирта для обоих пунктов исследования (56,7 и 54,3 мг/100 г соответственно). Последнее может быть связано с природой экстрагируемых антиоксидантов, содержащихся в изучаемых образцах. Основываясь на литературных данных, где представлены значения ССА для пшеницы в диапазоне 36–63 мг/100 г, для озимой ржи – 30–78 мг/100 г [8], можно предположить достаточно высокие перспективы использования исследуемых образцов зерна ячменя в качестве источника растительных антиоксидантов.

В результате проведения анализов было установлено достоверное различие суммарного содержания антиоксидантов в зерне между генотипами и пунктами выращивания. При этом ССА в исследуемых образцах зерна овса имело значения гораздо ниже, чем аналогичный показатель для ячменя (табл. 3), что соответствует литературным данным [17]. У образцов, выращенных на территории ОПХ «Минино», минимальные значения ССА были зарегистрированы в зерне сорта Кречет (32,8 мг/100 г),

для Бейского сортоучастка таковым «аутсайдером» являлся сорт Тубинский, у которого средние величины по двум элюентам составили 31,6 мг/100 г. Максимальные значения ССА были отмечены в зерне сорта Саян (Бейский ГСУ), что численно соответствует 52,1 мг/100 г. Для овса, выращенного в условиях Красноярского края, максимальные значения зарегистрированы для образца 97-106-143 (42,8 мг/100 г). Можно видеть, что показатели ССА всех образцов овса, выращенных в Бейском районе, были выше, чем таковые для Красноярского края. При использовании бидистиллированной воды в качестве элюента значения ССА были выше в сравнении с экстрагированием с помощью 70 % спирта, что говорит о том, что водорастворимых антиоксидантов в зерне овса содержится больше, чем спирторастворимых.

При изучении ССА в зерне овса сорта Аргумент, выращенного в 2013–2015 гг. на территории Бейского сортоучастка, было установлено, что наиболее благоприятными были агроклиматические условия 2015 г., когда средние значения ССА соответствовали 44,5 мг/100 г. В 2014 и 2013 гг. средние значения содержания антиоксидантов были зарегистрированы на одном уровне – около 37 мг/100 г.

Таблица 3

**Суммарное содержание антиоксидантов в зерне овса, выращенного в 2015 г.  
на территории Бейского ГСУ и ОПХ «Минино»**

Образец (генотип)	Тип зерновки*	ССА, мг/100 г		Среднее
		Бидистиллиро- ванная вода	70 % спирт	
1	2	3	4	5
<i>ОПХ «Минино» (1)</i>				
97-106-143	П	45,5	40,08	42,8
Witteberj	П	40,2	38,85	39,5
Перуэт	П	34,5	36,66	35,6
Кречет	П	30,6	34,98	32,8
Аркан	П	36,9	37,5	37,2
Zvolen	П	41,7	39,04	40,4
Казыр	П	37,7	38,1	37,9
Саян	П	38,6	38,3	38,5
Алдан	Г	37,6	36,8	37,2
Голец	Г	40,7	36,3	40,7

1	2	3	4	5
Среднее по голозерным образцам (1)		39,2±0,6**	36,8±0,1**	–
Среднее по пленчатым образцам (1)		38,2±1,6	37,9±0,6	–
Среднее по всем образцам (1)		38,4±1,3	37,8±0,5	38,1±1,1
<i>Бейский ГСУ (2)</i>				
Саян	П	52,2	51,9	52,1
Егорыч	П	34,5	38,41	36,4
Аргумент	П	43	46,82	44,9
Сельма	П	38,1	36,8	37,4
Виленский	П	47,5	42,76	45,1
Ровесник	П	36,3	34,5	35,4
Казачок	П	44,2	39,82	42,0
Тубинский	П	33,3	29,89	31,6
Прогресс	Г	40,8	37,3	39,0
Голец	Г	44,9	41,1	43,0
Среднее по голозерным образцам (2)		42,8±0,9 а**	39,2±1,2 а**	–
Среднее по пленчатым образцам (2)		41,1±2,7	40,1±2,6	–
Среднее по всем образцам (2)		41,5±2,4	39,9±2,2	–
Среднее по голозерным образцам (1+2)		41,0±1,1 а**	38,4±0,9 а**	39,4±0,9
Среднее по пленчатым образцам (1+2)		39,7±1,6	39,0±1,6	39,4±1,7
Среднее по всем образцам(1+2)		39,9±1,5	38,9±1,5	39,5±1,6

\*П – пленчатая, Г – голозерная; \*\*значения средних в колонках существенно различаются при  $P \leq 0,05$ .

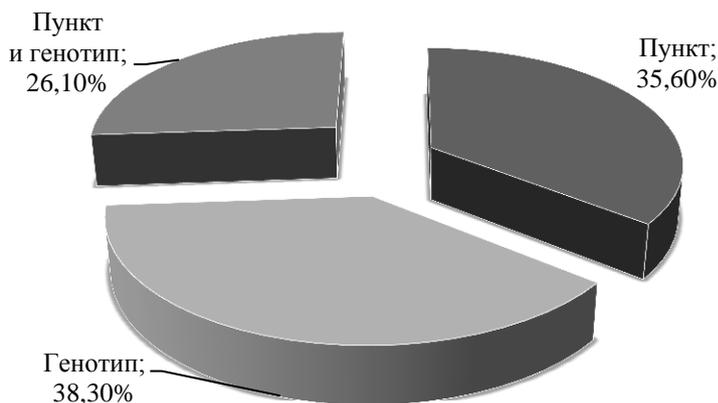
Таблица 4

**Суммарное содержание антиоксидантов в зерне овса, выращенного в 2013–2015 гг. на территории Бейского ГСУ**

Сорт	Год выращивания						Среднее по годам
	2013		2014		2015		
Аргумент	Бидистиллированная вода	70 % спирт	Бидистиллированная вода	70 % спирт	Бидистиллированная вода	70 % спирт	39,8
	38,5	36,3	39,2	35,3	43,0	46,8	

В литературе одни авторы приводят данные о существенном влиянии пункта выращивания на ССА у зерновых культур [14], другие, напротив, отмечают высокий вклад генотипа в содержание антиоксидантов в зерне [12]. Например, содержание антиоксидантов в зерне овса, выращенного в районе с глинистой почвой, было существенно выше, чем на песчаной [9]. В наших исследованиях было установлено (рис.), что ССА в зерне ячменя и овса, выращенных в 2015 г. в Емельяновском районе Красноярского

края и Бейском районе Республики Хакасия, в наибольшей степени (38,3 %) определяется генотипом. Далее по степени влияния располагаются «пункт» и взаимодействие «пункт × генотип», на долю которых приходится 35,6 и 26,1 % соответственно. Из этого можно заключить, что при сопоставлении влияния факторов «генотип» и «пункт» на содержание антиоксидантов в зерне первый оказывает более существенное влияние.



Вклад факторов при формировании показателя суммарного содержания антиоксидантов в зерне ячменя и овса

**Выводы.** На сегодняшний день наиболее удобным способом получения антиоксидантов является их экстрагирование из зерна [1]. В наших опытах максимально активным элюантом показала себя бидистиллированная вода, как для зерна овса, так и для ячменя. Приведенные в работе экспериментальные данные позволяют судить о зерне ячменя и овса, выращенных в условиях Сибири, как о перспективном источнике функциональных пищевых продуктов, богатых антиоксидантами. Показатели ССА у изученных образцов зерна овса и ячменя в большей степени зависят от генотипа, чем от условий выращивания.

### Литература

1. Базыкина Н.И., Николаевский А.Н., Филиппенко Т.А. и др. Оптимизация условий экстрагирования природных антиоксидантов из растительного сырья // Физико-фармацевтический журнал. – 2002. – Т. 36. – № 2. – С. 46–49.
2. Бельтюкова С.В., Степанова А.А., Ливенцова Е.О. Антиоксиданты в пищевых продуктах и методы их определения // Вісник ОНУ. Хімія. – 2014. – Т. 19, вип. 4 (52). – С. 16–30.
3. Бординова В.П., Макарова И.В. Антиоксидантные свойства зерна ячменя, овса, сорго, риса и продуктов их переработки // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 5–6. – С. 5–7.
4. Гайда В.К., Верхотуров В.В. Применение способов интенсификации солодоращения для повышения качества солода // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. «Биология. Экология». – 2008. – Т. 1, № 2. – С. 78–80.
5. Нилова Л.П. Антиоксидантная активность хлебулочных изделий, обогащенных порошком из ягод голубики // Вестн. ЮУрГУ. Сер. «Пищевые и биотехнологии». – 2014. – Т. 2. – № 4. – С. 57–63.
6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873-р г. Москва. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=10>.

- 6196;fld=134;dst=1000000001,0;rnd=0.2961155199445784 (дата обращения 01.04.16).
7. Федина П.А., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом // Химия растительного сырья. – 2010. – № 2. – С. 91–97.
  8. Яшин А., Яшин Я., Федина П. и др. Определение природных антиоксидантов в пищевых злаках и бобовых культурах // Аналитика. – 2012. – № 1. – С. 32–36.
  9. Broeck H.C., Londono D.M., Timmeretal R. Profiling of Nutritional and Health-Related Compounds in Oat Varieties // Foods. – 2016. – Vol. 5. – № 2. – P. 1–11.
  10. Holtekjolen A.K., Baevre A.B. et al. Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour // Food Chemistry. – 2008. – Vol. 110. – № 2. – P. 414–421.
  11. Li W., Friel J., Beta T. An evaluation of the antioxidant properties and aroma quality of infant cereals // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 121. – № 4. – P. 1095–1102.
  12. Martinia D., Taddei F., Ciccioritti R. et al. Variation of total antioxidant activity and of phenolic acid, total phenolics and yellow coloured pigments in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) as a function of genotype, crop year and growing area // Journal of Cereal Science. – 2015. – Vol. 65. – P. 175–185.
  13. Masisi K., Beta T., Moghadasian M.H. Antioxidant properties of diverse cereal grains: A review on in vitro and in vivo studies // Food Chemistry. – 2016. – Vol. 196. – № 1. – P. 90–97.
  14. Menga V., Fares C., Troccoli A. et al. Effects of genotype, location and baking on the phenolic content and some antioxidant properties of cereal species // International Journal of Food Science & Technology. – 2010. – Vol. 45. – № 1. – P. 7–16.
  15. Shebis Y., Iluz D., Kinel-Tahan Y. et al. Natural Antioxidants: Function and Sources // Food and Nutrition Sciences. – 2013. – № 4. – P. 643–649.
  16. Stevenson D.G., Inglett G.E. et al. Phenolic content and antioxidant capacity of supercritical carbon dioxide-treated and air-classified oat varying temperatures // Food Chemistry. – 2008. – Vol. 108. – № 1. – P. 23–30.
  17. Zilic S., Sukalovic V.H., Dodig D. et al. Antioxidant activity of small grain cereals caused by phenolics and lipid soluble antioxidants // Journal of Cereal Science. – 2011. – Vol. 54. – № 3. – P. 417–424.

#### Literatura

1. Bazykina N.I., Nikolaevskij A.N., Filippenko T.A. i dr. Optimizacija uslovij jekstragirovanija prirodnyh antioksidantov iz rastitel'nogo syr'ja // Fiziko-farmaceuticheskiy zhurnal. – 2002. – T. 36. – № 2. – S. 46–49.
2. Bel'tjukova S.V., Stepanova A.A., Livencova E.O. Antioksidanty v pishhevyyh produktah i metody ih opredelenija // Visnik ONU. Himija. – 2014. – T. 19, vip. 4 (52). – S. 16–30.
3. Bordinova V.P., Makarova I.V. Antioksidantnye svojstva zerna jachmenja, ovsa, sorgo, risa i produktov ih pererabotki // Izv. vuzov. Pishhevaja tehnologija. – 2011. – № 5–6. – S. 5–7.
4. Gajda V.K., Verhoturov V.V. Primenenie sposobov intensifikacii solodorashhenija dlja povyshenija kachestva soloda // Izv. Irkut. gos. un-ta. Ser. «Biologija. Jekologija». – 2008. – T. 1, № 2. – S. 78–80.
5. Nilova L.P. Antioksidantnaja aktivnost' hlebobulochnyh izdelij, obogashennyh poroshkom iz jagod golubiki // Vestn. JuUrGU. Ser. «Pishhevye i biotehnologii». – 2014. – T. 2. – № 4. – S. 57–63.
6. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 25 oktjabrja 2010 g. № 1873-r g. Moskva. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=106196;fld=134;dst=1000000001,0;rnd=0.2961155199445784> (data obrashhenija 01.04.16).
7. Fedina P.A., Jashin A.Ja., Chernousova N.I. Opredelenie antioksidantov v produktah rastitel'nogo proishozhdenija amperometricheskim metodom // Himija rastitel'nogo syr'ja. – 2010. – № 2. – S. 91–97.
8. Jashin A., Jashin Ja., Fedina P. i dr. Opredelenie prirodnyh antioksidantov v pishhevyyh zlakah i bobovyh kul'turah // Analitika. – 2012. – № 1. – S. 32–36.
9. Broeck H.C., Londono D.M., Timmeretal R. Profiling of Nutritional and Health-Related Com-

- pounds in Oat Varieties // Foods. – 2016. – Vol. 5. – № 2. – P. 1–11.
10. Holtekjolen A.K., Baevre A.B. et al. Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour // Food Chemistry. – 2008. – Vol. 110. – № 2. – P. 414–421.
  11. Li W., Friel J., Beta T. An evaluation of the antioxidant properties and aroma quality of infant cereals // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 121. – № 4. – P. 1095–1102.
  12. Martinia D., Taddei F., Ciccoritti R. et al. Variation of total antioxidant activity and of phenolic acid, total phenolics and yellow coloured pigments in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) as a function of genotype, crop year and growing area // Journal of Cereal Science. – 2015. – Vol. 65. – P. 175–185.
  13. Masisi K., Beta T., Moghadasian M.H. Antioxidant properties of diverse cereal grains: A review on in vitro and in vivo studies // Food Chemistry. – 2016. – Vol. 196. – № 1. – P. 90–97.
  14. Menga V., Fares C., Troccoli A. et al. Effects of genotype, location and baking on the phenolic content and some antioxidant properties of cereal species // International Journal of Food Science & Technology. – 2010. – Vol. 45. – № 1. – P. 7–16.
  15. Shebis Y., Iluz D., Kinel-Tahan Y. et al. Natural Antioxidants: Function and Sources // Food and Nutrition Sciences. – 2013. – № 4. – P. 643–649.
  16. Stevenson D.G., Inglett G.E. et al. Phenolic content and antioxidant capacity of supercritical carbon dioxide-treated and air-classified oat varying temperatures // Food Chemistry. – 2008. – Vol. 108. – № 1. – P. 23–30.
  17. Zilic S., Sukalovic V.N., Dodig D. et al. Antioxidant activity of small grain cereals caused by phenolics and lipid soluble antioxidants // Journal of Cereal Science. – 2011. – Vol. 54. – № 3. – P. 417–424.



УДК 630.272

Д.А. Прысов

## ОЦЕНКА ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ТОПОЛЯ В г. КРАСНОЯРСКЕ

D.A. Prysov

## THE ASSESSMENT OF PHYTOSANITARY CONDITION OF POPLAR PLANTATIONS IN KRASNOYARSK

**Прысов Д.А.** – асп. каф. лесоводства Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск. E-mail: dimka21223@mail.ru

**Prysov D.A.** – Post-Graduate Student, Chair of Forestry, Siberian State Technological University, Krasnoyarsk. E-mail: dimka21223@mail.ru

В статье приведены результаты фитосанитарного состояния насаждений тополя, произрастающих в условиях г. Красноярска на основе данных детального обследования посадок разного типа в трех районах города. Цель исследования: изучить фитосанитарное состояние насаждений тополя в условиях г. Красноярска. Установлены основные болезни и повреждения на насаждениях, их распространенность и вредоносность. Наибольшее распространение среди инфекционных болезней на всех пробных площадях имеет бакте-

риальная водянка, или мокрый рак (3%), возбудителем является бактерия *Erwinia multivora* Scz. – Parf. Распространенность повреждений на деревьях более значительна в сравнении с инфекционными болезнями. Сухобочины имеют наибольшее распространение, они установлены на всех пробных площадках (17,2%). Среди возбудителей гнилей выявлены три патогена: настоящий трутовик *Fomes fomentarius* (L.) Cill.; деоеворазрушающий гриб – чешуйчатка жирная *Pholiota apidosa* (Fr.) Kunt.; плоский трутовик *Ganoderma applan-*