

## СИСТЕМА АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІЗМУ СВИНЕЙ ЗА ДІЇ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ

О. Бучко

*Інститут біології тварин НААН України  
вул. В.Стуса, 38, Львів 79034, Україна  
e-mail: buchko\_oksana@ukr.net*

Стаття присвячена проблемі підвищення адаптаційної здатності організму високопродуктивних тварин за допомогою аскорбінової кислоти під час найбільш критичних періодів їх розвитку – поросності, лактації та новонародженості. Проаналізовано стан системи антиоксидантного захисту в крові лактуючих свиноматок і поросят у період від народження до 21-добового віку. Встановлено, що додавання до раціону матерів протягом 10 діб до опоросу аскорбінової кислоти викликає активацію показників системи антиоксидантного захисту організму як свиноматок, так і народжених від них поросят. У крові тварин дослідної групи встановлено зростання активності супероксиддисмутази, каталази, глутатіонпероксидази, глутатіонредуктази та рівня відновленого глутатіону стосовно свиней, що утримувалися на стандартному раціоні. Зроблено висновок про те, що аскорбінова кислота, активуючи систему антиоксидантного захисту організму матерів після опоросу, позитивно впливає на резистентність новонародженого молодняка, стимулює антистресові властивості та має пролонговану дію.

*Ключові слова:* свиноматки, поросята, критичні періоди онтогенезу, адаптаційна здатність організму, аскорбінова кислота, система антиоксидантного захисту.

Вчені в галузі гуманної та ветеринарної медицини стверджують, що вивчення антиоксидантної стрес-лімітуючої системи в нормі, у процесі онтогенезу, при стресі, адаптації та розвитку патологічних станів є надзвичайно актуальним і перспективним. Враховуючи велике функціональне навантаження даної метаболічної системи, можна припустити, що регуляція та підсилення її активності на всіх рівнях організації (від клітинних мембран до організму в цілому) за допомогою біологічно активних речовин є ефективним засобом запобігання і лікування багатьох захворювань [5, 9, 18].

Відомо, що структурно-функціональна цілісність клітинних мембран залежить від стану вільнорадикальних процесів, інтенсивність яких підтримується на певному стаціонарному рівні ферментативною і неферментативною системами біоантиоксидантів. З антиоксидантів неферментативної природи одне з найважливіших місць займає аскорбінова кислота. Вона має багатогранну біологічну активність: стимулює діяльність залоз внутрішньої секреції, кровотворення, посилює адаптаційні можливості організму та протидію несприятливим змінам зовнішнього середовища. Будучи речовиною, яка легко окислюється та є донором водню, аскорбінова кислота має здатність відновлювати багато сполук, що є основою для її участі в окисно-відновних процесах [11, 15].

Згідно з даними літератури, аскорбінова кислота як сильний антиоксидант захищає клітину від дії вільних радикалів; пригнічує хімічний канцерогенез, індукований поліциклічними ароматичними вуглеводами; знижує патологічні зміни при дії ультрафіолету і високих доз іонізуючого опромінення; стимулює активність Т-клітинного імунітету; запобігає утворенню нітрозамінів в організмі; відновлює антиоксидантну активність

вітаміну Е, а також має антимуtagenну активність [1, 7, 8]. Більше того, вважається, що в гетерогенних системах, які містять ліпідну і водну фазу, пара аскорбінова кислота/ $\alpha$ -токоферол працює синергічно і виводить радикали з ліпідної фази, що легко окислюється, у водну. Також важливим фактором є відновлення аскорбіновою кислотою іонів металів зі мінною валентністю (Fe, Cu і ін.), які як кофактори за допомогою хелатних зв'язків входять у структуру багатьох ензимів, забезпечуючи їх нормальне функціонування [6, 13].

Біосинтез аскорбінової кислоти в мікросомах печінки послаблюється при дефіциті вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, А, D, Е, К, пантотенової кислоти, фолієвої кислоти, біотину, піридоксину. Різноманітні стресові ситуації, порушення обміну речовин, дефіцит у раціоні вуглеводів, протеїну, гормональні дисфункції, хвороби шлунково-кишкового тракту та печінки, а також надзвичайно стрімкий перебіг метаболічних процесів в організмі високопродуктивних тварин викликають швидке окиснення аскорбінової кислоти і різко знижують її кількість в організмі [5, 8, 16]. Тому, особливо у критичні періоди онтогенезу, для підвищення антистресових властивостей організму, в раціоні вводиться добавка віт. С, яка послаблює або навіть виключає негативний вплив стрес-факторів, сприяє збереженню молодняку та підвищенню продуктивності тварин. Вчені вказують на те, що незалежно від того, чи синтезується в організмі аскорбінова кислота чи ні (людина, мавпа, морська свинка), необхідно додатково вводити її матерям під час вагітності для забезпечення нормального перебігу метаболічних процесів у плода та в новонародженому організмі [11, 13, 16]. Згідно з нашими і літературними даними, додаткове включення аскорбінової кислоти до раціону поросних свиноматок сприяє активації імунітету (підвищує фагоцитоз, стимулює вироблення антитіл та інтерферону) і кращому виживанню новонароджених, а також підвищенню приростів живої маси і нормалізації біохімічних показників у крові відлучених поросят [3, 6, 8].

Метою досліджень було вивчити вплив аскорбінової кислоти на стан системи антиоксидантного захисту (САЗ) у крові свиноматок перед опоросом та під час лактації, а також у новонароджених поросят.

#### Матеріали та методи

Дослідження було проведене на свиноматках великої білої породи та народжених від них поросятах. За принципом аналогів (вік і вага) було сформовано дві групи тварин – контрольну і дослідну (по 5 в кожній). Годівлю проводили стандартним раціоном, збалансованим за основними показниками живлення, з вільним доступом до кормів і води. За 10 діб до опоросу один раз на добу свиноматкам дослідної групи (СВ Д) до раціону додавали аскорбінову кислоту в кількості 2,5 мг/кг живої маси (період згодовування добавки – 10 діб). Свиноматки контрольної групи (СВ К) та поросята, народжені від свиноматок дослідної (П Д) та контрольної (П К) груп, утримувались на стандартному раціоні. Весь період досліджень становив 31 добу. Під час їх проведення дотримувалися «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001).

Матеріалом для дослідження слугувала кров свиноматок, отримана з очної вени за 10 діб до та на 5 і 21 доби після опоросу. У поросят народжених від свиноматок обох груп кров відбирали з передньої порожнистої вени у 5- і 21-добовому віці. Стан антиоксидантної системи в загальних гемолізатах еритроцитів крові тварин визначали загальноприйнятими методами за активністю супероксиддисмутази (СОД), каталази (КАТ), глутатіонпероксидази (ГП), глутатіонредуктази (ГР) та рівнем відновленого глутатіону (ВГ) [4]. Одержані цифрові дані обробляли статистично за допомогою програми Microsoft EXCEL із використанням t-критерію Стьюдента.

### Результати і їхнє обговорення

Відомо, що потреба свиней в аскорбіновій кислоті забезпечується за рахунок ендогенних біосинтетичних процесів і екзогенних джерел. Однак синтетичні процеси не завжди достатньою мірою забезпечують їх організм досліджуваною речовиною, а в поросят здатність до її синтезу обмежена. Промислове ведення свинарства з переважанням концентратного типу годівлі порушило еволюційно складену систему надходження аскорбінової кислоти в організм тварин із зеленими кормами [6, 8, 10, 12]. Тому додаткове її введення до стандартного раціону необхідне для нормального росту і розвитку свиней, особливо в критичні періоди онтогенезу завдяки інтенсифікації обмінних процесів у організмі та виникненню підвищеної потреби в ній.

У результаті досліджень встановлено, що перед опоросом і під час лактації у свиноматок спостерігається понижений рівень САЗ. Так, у крові СВ К виявлена низька активність ензимів першої лінії захисту від супероксиданіонрадикалів і пероксиду водню, а саме СОД і КАТ (рис. 1, 2), що є підтвердженням стану оксидативного стресу (високий рівень процесів ліпопероксидації), в якому перебувають матері до і після опоросу [2, 9, 12, 14]. Згодовування свиноматкам аскорбінової кислоти викликає підвищення активності обох досліджуваних ензимів. В еритроцитах СВ Д встановлено вірогідне зростання активності СОД в 1,4 разу на 5 добу після опоросу, а активності КАТ – на 5 і 21 доби після опоросу – в 1,9 разу стосовно контролю. Слід також зауважити, що у СВ Д активність обох досліджуваних ензимів на 5 і 21 доби після опоросу була вірогідно вищою стосовно вихідного рівня, зростаючи в 1,6 та 1,3 разу для СОД і в 2 та 1,7 разу для КАТ у відповідні періоди (рис. 1, 2).

Подібні зміни в активності досліджуваних ензимів САЗ спостерігалися й у крові порослят. На 5 і 21 доби життя у П К встановлено низьку активність СОД і КАТ, що є підтвердженням недостатньо сформованої антиоксидантної системи в тварин у період ранньої постнатальної адаптації (5-добовий вік), а також низького її рівня під час переходу на самостійне живлення у зв'язку з припиненням молокоутворення у свиноматок (21-добовий вік) [10, 17, 18]. Аскорбінова кислота при додаванні до раціону матерів перед опоросом викликала зростання активності СОД і КАТ в еритроцитах крові народжених від них порослят стосовно контролю. Активність СОД вірогідно підвищувалась у 5-добових П Д в 1,4 разу і в 1,5 разу в 21-добовому віці, а КАТ – в 1,4 разу в обидва досліджувані періоди (рис. 1, 2).

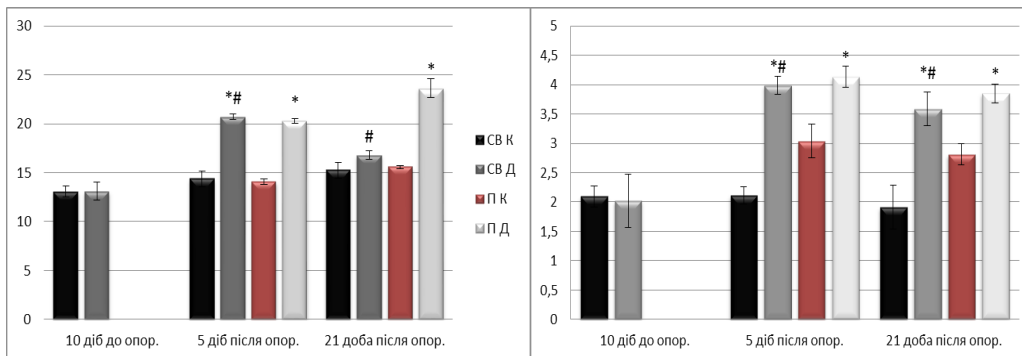


Рис. 1. Активність СОД в еритроцитах свиней (ум.од./мг прот.;  $M \pm m$ ;  $n=5$ ). Рис. 2. Активність КАТ в еритроцитах свиней (ммоль/хв $\times$ мг прот.;  $M \pm m$ ;  $n=5$ ).

**Примітки.** У рис. 1–5 статистично вірогідні різниці порівняно з контрольною групою тварин \*  $P \leq 0,05$ ; статистично вірогідні різниці в межах кожної групи порівняно з початком досліджень #  $P \leq 0,05$ .

Підвищення активності КАТ можна пояснити стимулюванням її синтезу, оскільки за дії аскорбінової кислоти відбувається краще засвоєння організмом Феруму (відновлення тривалентної його форми у двовалентну), який входить до активного центру досліджуваного ензиму. Також, згідно з літературними даними, аскорбінова кислота за впливу стресу на організм може активувати експресію mRNA антиоксидантних ензимів, чим пояснюється зростання активності СОД і КАТ у крові тварин дослідних груп [1, 7, 16].

Кінцевою лінією захисту організму від ушкоджувальної дії пероксиду водню й органічних гідрпероксидів є глутатіоновий редокс-цикл, що включає ензими ГП та ГР, а також метаболіт – відновлений глутатіон, які нерозривно пов'язані між собою і в комплексі здатні інгібувати вільнорадикальне окиснення. Підтвердженням виникнення оксидативного стресу в організмі свиноматок до і після опоросу є низький рівень у крові СВ К усіх досліджуваних показників глутатіонової ланки САЗ. Досить висока активність ГР на початку досліджень (рис. 4) пояснюється достатньою кількістю внутрішньоклітинних запасів NADPH, які забезпечуються активністю NADPH-генерувальних ферментів (Г-6-ФДГ). Ці дані підтверджуються літературними про інтенсивний перебіг енергетичних процесів в організмі свиноматок перед опоросом [8, 10, 17]. Однак до 21 доби після опоросу активність згаданого ензиму вірогідно знижується в 2,4 разу, що на фоні низької концентрації ВГ та невисокої активності ГП свідчить про інтенсивний перебіг оксидативних процесів в організмі СВ К під час різкого зменшення молокоутворення в цей період [4, 11] (рис. 3–5). Компенсаторне підвищення активності ГП у крові СВ К на 5 (у 2,3 разу) і 21 (1,8 разу) доби після опоросу стосовно початку досліджень може пояснюватися низькою активністю КАТ у ці періоди (рис. 2).

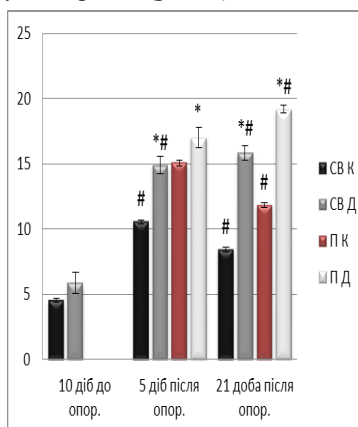


Рис. 3. Активність ГП в еритроцитах свиней (нмоль/хв×мг прот.;  $M \pm m$ ;  $n=5$ ).

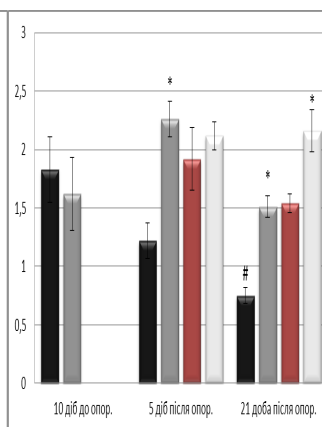


Рис. 4. Активність ГР в еритроцитах свиней (μмоль/хв×мг прот.;  $M \pm m$ ;  $n=5$ ).

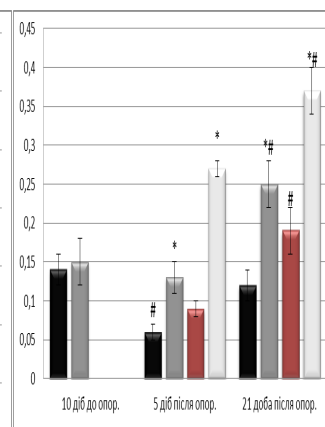


Рис. 5. Вміст ВГ в еритроцитах свиней (ммоль/л;  $M \pm m$ ;  $n=5$ ).

Додавання до стандартного раціону аскорбінової кислоти викликало інтенсифікацію глутатіонової ланки АОЗ у крові СВ Д порівняно з контролем. Було встановлено вірогідне підвищення активності ГП на 5 і 21 доби після опоросу в 1,4 і 1,8 разу, ГР – в 1,8 та 2 рази, а вміст ВГ зростав у 2,2 і 2,1 разу відповідно. Необхідно зауважити, що у групі дослідних свиноматок на 21 добу після опоросу активність ГП в 2,7 разу і концентрація ВГ в 1,7 разу були вірогідно вищими за вихідний рівень (рис. 3–5).

У крові поросят, народжених від СВ К, також виявлена досить низька активність глутатіонової ланки АОЗ. Однак у П Д порівняно з контролем встановлено вірогідне

підвищення активності ГП на 5 і 21 доби життя в 1,1 та 1,6 разу, активність ГР зростала в 21-добових тварин в 1,4 разу, а вміст ВГ – в 3 та 1,9 разу у відповідні періоди. Слід зауважити, що у 21-добових П Д стосовно 5 доби життя встановлено вірогідне підвищення активності ГП на 13% і вмісту ВГ – на 37% (рис. 3–5).

Отже, вищі показники САЗ (особливо глутатіонової ланки) у свиноматок і поросят дослідної групи упродовж усього періоду досліджень можна пояснити тим, що ендогенний ВГ в комплексі з аскорбатом, який надходить екзогенно, є головними елементами, що підтримують і стимулюють антиоксидантний потенціал клітини. Аскорбінова кислота, будучи природним антиоксидантом, є потужним відновником і стабілізатором SH-груп тіолів, ензимів, глутатіону, сприяє кращому засвоєнню організмом вітамінів-антиоксидантів (групи В, А та Е), а також мікроелементів, що входять до активних центрів антиоксидантних ензимів (Селену, Феруму, Купруму та Цинку), стимулює їх транспорт і утилізацію організмом. З іншого боку, постійне надходження аскорбінової кислоти в еритроцити відбувається за рахунок надходження із плазми ДАК (окислена форма аскорбату), відновлення якої відбувається завдяки наявності в них відновлених форм піридинових коферментів і глутатіону-SH [6, 11, 15, 16].

Позитивний вплив аскорбінової кислоти на систему АОЗ поросят при згодовуванні її свиноматкам пояснюється надходженням її через плаценту і формуванням у плода, ще в лоні матері, а потім і через молоко, вищої адаптаційної здатності організму (добавка поросяткам не згодовувалась). Отримані дані можуть бути підтвердженням того, що аскорбінова кислота як адаптоген, маючи пролонговану дію, покращує обмін речовин, підвищує анаболічні й окисно-відновні процеси, рівень САЗ, зменшує дію стресових чинників у найбільш критичні періоди життя тварин, а саме поросності й лактації у свиноматок і раннього постнатального онтогенезу у поросят, підвищуючи адаптаційний потенціал їх організму і підтримуючи його в період «післядії» (до 21-ї доби після опоросу) на вищому рівні стосовно тварин, які утримувалися на стандартному раціоні.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Бондарчук Т. І.* Вплив вітаміну С на процеси ліпопероксидації та активність NO-синтазної системи в підшлунковій залозі щурів на тлі блокування циклооксигенази 2 за умов адреналін-індукованого стресу // Експер. та клін. фізіологія і біохімія. 2013. № 3. С. 14–19.
2. *Бучко О. М., Степченко Л. М.* Вільнорадикальні процеси й антиоксидантна система організму свиней за дії гумінової добавки // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2014. Вип. 64. С. 90–96.
3. *Бучко О. М., Салига Н. О., Сварчевська О. З.* Метаболізм в організмі поросят за дії аскорбінової кислоти // Біологія тварин. 2014. Т. 16. № 3. С. 161.
4. *Влізло В. В., Федорук Р. С., Ратич І. Б.* та ін. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник. Львів: СПОЛОМ, 2012. С. 355–369.
5. *Мазгаров И. Р.* Физиологические и продуктивные особенности свиноматок с разной стрессовой чувствительностью в связи с их возрастом: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Троицк, 2008. 38 с.
6. *Камалдинов Е. В.* Влияние уровня витамина С на некоторые гематологические и биохимические показатели в крови свиней // Вестн. Алтайск. агр. ун-та. 2011. № 10 (84). С. 59–62.
7. *Попова Л. Д., Васильева И. М.* Вплив аскорбінової кислоти на активність ферментів антиоксидантної системи і по-синтази крові морських свинок // Медицина сьогодні і завтра. 2010. № 2–3 (47–48). С. 72–74.

8. Чумаченко В. В. Біохімічні та імунологічні основи системи профілактики стресу в свиней: автореф. дис. ... д-ра вет. наук. К., 2007. 24 с.
9. Ярован Н. И. Биохимические аспекты оценки, диагностики и профилактики технологического стресса у сельскохозяйственных животных: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2008. 41 с.
10. Farmer C., Quesnel H. Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum in sows // J. Anim. Sci. 2009. Vol. 87. N 13. P. 56–64.
11. Frei B., Lawson S. Vitamin C and cancer revisited // Proc. Natl. Sci. USA. 2008. Vol. 105. N 32. P. 11037–11038.
12. Hansen A. V., Lauridsen C., Sørensen M. T. et al. Effects of nutrient supply, plasma metabolites, and nutritional status of sows during transition on performance in the next lactation // J. Anim. Sci. 2012. Vol. 90. N 2. P. 466–480.
13. Hasselholz S., Tveden-Nyborg P. Y., Lykkesfeldt J. Vitamin C: its role in brain development and cognition // Nutr. Cogn. Perform.: Dev. Perspect. 2011. P. 29–52.
14. Kolacz R., Dobrzanski Z. Higiena i dobrostan zwierząt gospodarskich. Wrocław: WAR, 2006. 537 p.
15. Lindblad M., Tveden-Nyborg P., Lykkesfeldt J. Regulation of vitamin C homeostasis during deficiency // Nutrients. 2013. N 5. P. 2860–2879.
16. Maya D. Paidi, Janne G. Schjoldager, Jens Lykkesfeldt et al. Prenatal vitamin C deficiency results in differential levels of oxidative stress during late gestation in foetal guinea pig brains // Redox Biol. 2. 2014. P. 361–367.
17. Pejsak Z. Choroby świń. Poznań: Pol. Wyd. Rol., 2002. 353 p.
18. Yin J., Wu M. M., Xiao H. et al. Development of an antioxidant system after early weaning in piglets // J. Anim. Sci. 2014. Vol. 92. P. 612–619.

Стаття: надійшла до редакції 15.05.15

доопрацьована 16.11.15

прийнята до друку 20.01.16

## ANTIOXIDANT DEFENCE SYSTEM IN THE PIG'S ORGANISM UNDER THE ACTION OF ASCORBIC ACID

O. Buchko

*Institute of Animal Biology, NAAS of Ukraine  
38, V. Stus St., Lviv 79034, Ukraine  
e-mail: buchko\_oksana@ukr.net*

The article deals with investigation of adaptive capacity increasing of the organism of highly productive animals during the most critical periods of their development - gestating, lactation and neonatal period. The state of antioxidant defense system in the blood of lactating sows and their piglets in the period from birth to 21 days old under the actions of ascorbic acid were analyzed. It was established that the addition ascorbic acid to the diet of sows during the 10 days before farrowing causes an increase of antioxidant defense system of the organism as sows and their piglets. In the blood of animals of research group the increase of activities of superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, glutathione reductase and glutathione levels were observed in sows compared with pigs kept on a standard diet. It was concluded that ascorbic acid can increase adaptive capacity of the sows after

farrowing and positively effected on the resistance of newborn piglets, stimulates anti-stress properties and has a prolonged effect.

*Keywords:* sows, piglets, critical periods of ontogenesis, adaptive capacity of the organism, ascorbic acid, antioxidant defense system.

## СИСТЕМА АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА СВИНЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ

О. Бучко

*Институт биологии животных НААН Украины  
ул. В. Стуса, 38, Львов 34, Украина  
e-mail: buchko\_oksana@ukr.net*

Статья посвящена проблеме повышения адаптационной возможности организма высокопродуктивных животных при помощи аскорбиновой кислоты во время наиболее критических периодов их развития – супоросности, лактации и новорожденности. Проанализировано состояние системы антиоксидантной защиты в крови лактирующих свиноматок и поросят в период от рождения до 21-суточного возраста. Установлено, что прибавление к рациону матерей в течение 10 суток до опороса аскорбиновой кислоты вызывает активацию показателей системы антиоксидантной защиты организма как свиноматок, так и рожденных от них поросят. В крови животных опытной группы установлено возрастание активности супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы и уровня восстановленного глутатиона относительно свиной, которые содержались на стандартном рационе. Сделан вывод о том, что аскорбиновая кислота, активируя систему антиоксидантной защиты организма матерей после опороса, положительно влияет на резистентность новорожденного молодняка, стимулирует антистрессовые возможности и имеет пролонгированное действие.

*Ключевые слова:* свиноматки, поросята, критические периоды онтогенеза, адаптационная возможность организма, аскорбиновая кислота, система антиоксидантной защиты.