

Таблица 3

Зависимость терапевтической дозы варфарина от сочетанного действия ожирения и перенесенных инфарктов миокарда в анамнезе

Факторы		Терапевтическая доза варфарина, мг	
Ожирение	Наличие в анамнезе инфарктов миокарда	Среднее	± SD
нет	нет	3,58	± 1,49
нет	есть	3,65	± 1,23
есть	нет	5,61	± 1,74
есть	есть	4,05	± 0,96

Примечание. Зависимость терапевтической дозы варфарина от данных изучаемых факторов статистически значима ($p < 0,05$).

При назначении варфарина больным с фибрилляцией предсердий целесообразно учитывать не только инсульты в анамнезе, но и наличие ожирения, поражения щитовидной железы, вредных привычек (таких как курение), и сопутствующую терапию, в частности, применение амиодарона.

Выводы

1. У пациентов с сочетанием фибрилляции предсердий и ИБС подобранная терапевтическая доза варфарина оказалась достоверно наиболее высокой у больных с ожирением без перенесенного инфаркта миокарда, а самой низкой у пациентов без избыточного веса вне зависимости от перенесенного инфаркта.

2. У курящих пациентов на фоне подбора дозы антикоагулянта среднее значение максимального МНО было выше, чем у некурящих; а колебания этого показателя достигало большей амплитуды. В связи с чем следует отметить, что курящим пациентам требовалось больше времени (дней) для подбора адекватной дозы варфарина.

3. При длительном применении пациентами с фибрилляцией предсердий и ИБС амиодарона терапевтическая доза варфарина оказалась в среднем меньше, при этом было необходимо больше дней для подбора дозы антикоагулянта.

4. У пациентов с сочетанием ИБС и фибрилляции предсердий не установлено существенной зависимости особенностей подбора дозы варфарина от таких клинических характеристик, как пол, возраст, количество сопутствующих заболеваний, наличие желчно-каменной болезни, сахарного диабета II типа, продолжительность аритмии, стойкости фибрилляции предсердий, функциональный класс сердечной недостаточности и наличие стенокардии напряжения.

5. По данным непараметрического корреляционного анализа, изучаемые нами характеристики, а именно максимальное значение МНО, терапевтическая доза варфарина в мг

и длительность подбора дозы в днях, не были значимо связаны между собой.

Список литературы

1. Белоусов Д.Ю., Медников О.И. Потребность и использование антитромбоцитарных препаратов у больных, перенесших инфаркт миокарда // Качественная клиническая практика. – 2003. – №1. – С. 60–70.
2. Заридзе Д.Г., Карпов Р.С., Киселева С.М. и др., Курение – основная причина высокой смертности россиян // Вестник РАМН. – 2002. – №9. – С. 40–45.
3. Остроумова О.Д., Батутина А.М., Зыкова А.А. Лекарственное взаимодействие: существуют ли «идеальные» лекарственные препараты для использования в условиях полипрагмазии? // РМЖ, Клиническая фармакология. – 2003. – Т. 11, № 21.
4. ACC/AHA/ESC 2010 Guidelines for the management of with atrial fibrillation // European Heart Journal. – 2010. – №31. – P. 2369–2429.
5. Alpert J.S., et al. Myocardial infarction redefined // A consensus document of the Joint European Society of Cardiology. – 2001.
6. Fumihiko Takeuchi, PhD; Mitsuo Kashida, MD; Osamu Okazaki, MD et al. Evaluation of Pharmacogenetic Algorithm for Warfarin Dose. Requirements in Japanese Patients // Circulation Journal. – May 2010. – Vol. 74. – P. 977–982.
7. AMA/American College of Cardiology Foundation guide to Warfarin therapy // J. Hirsh, V. Fuster, J. Ansell, J.L. Halperin // J. Am. Coll. Cardiol. – 2003. – №41. – P. 1633–1652.
8. Combined Effect of Hemostatic Gene Polymorphisms and the Risk of Myocardial Infarction in Patients with Advanced Coronary Atherosclerosis. PLoS ONE 3(2): e1523. doi:10.1371/journal.pone.0001523. – 2008.
9. Nieuwlaat R., Capucci A., Camm A.J., et al. Atrial fibrillation management: a prospective survey in ESC member countries: the Euro Heart Survey on Atrial Fibrillation // Eur Heart J. – 2005. – №26(22). – P. 2422–34.
10. van der Krabben MD, Rosendaal FR, van der Bom JG, Doggen CJ. Polymorphisms in coagulation factors and the risk of recurrent cardiovascular events in men after a first myocardial infarction // J. Thromb Haemost. – 2008 May. – №6(5). – P. 717–9.

Рецензенты:

Клочков В.А., д.м.н., зав. лабораторией артериальной гипертензии ФГУ «Саратовский НИИ кардиологии», г. Саратов;
Олейников В.Э., д.м.н., профессор, зав. кафедрой терапии Медицинского института Пензенского государственного университета, г. Пенза.

Работа поступила в редакцию 27.09.2011.

УДК 535.372

ВЛИЯНИЕ 2-4-ДИНИТРОФЕНОЛА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ МСЕК-ЗЭС АКРИДИНОВОГО ОРАНЖЕВОГО В КЛЕТКАХ ДРОЖЖЕЙ**Гумматова С.Т., Кочарли Н.К., Абдуллаев Х.Д., Зейналова Н.М.***Бакинский государственный университет, Баку, e-mail: sam_bio@mail.ru*

Показано что введение акридинового оранжевого (АО) в живые клетки дрожжей способствует возникновению в них возбуждаемой светом msec-замедленной эмиссии света (msec-ЗЭС). На основании исследования изменения (msec-ЗЭС) msec-ЗЭС АО, введенного в клетки дрожжей предварительно инкубированных с 2-4-динитрофенолом (ДНФ) сделан вывод о том, что концентрации ДНФ, которые приводят к снижению интенсивности msec-ЗЭС АО, соответствуют концентрациям ДНФ как разобщителя окислительного фосфорилирования клетки. Регистрация msec-ЗЭС АО в клетках может служить биофизическим методом для оценки реакции клеток на внешние воздействия.

Ключевые слова: клетки дрожжей, msec ЗЭС, разобщитель окислительного фосфорилирования, акридиновый оранжевый

EFFECT OF 2-4-DINITROPHENOL ON INTENSITY OF MSEC DLE OF ACRIDINE ORANGE IN THE YEAST CELLS**Hummatova S.T., Kocharli N.K., Abdullayev K.D., Zeynalova N.M.***Baku State University, Baku, e-mail: sam_bio@mail.ru*

An introduction of acridine orange (AO) into living yeast cells promote in them a light induced msec delayed light emission (msec DLE) was shown. On the base of investigation of changes (msec DLE) of msec DLEAO, introduced to yeast cells preliminary incubated with 2-4 dinitrophenol (DNP) the conclusion is made that a concentrations of DNP lowering the intensity of msec-DLEAO are corresponding to that of DNP as uncoupler of oxidative phosphorylation of cell. The registration of msec DLEAO in the cells may be a biophysical method for evaluation of cells response on environmental influences.

Keywords: yeast cells, msec DLE, uncoupler of oxidative phosphorylation, acridine orange

Флуоресценция некоторых синтетических красителей широко используется в качестве оптических зондов для изучения механизма самых различных клеточных процессов. Ранее проведенные нами исследования показали возможность индуцирования в клетках дрожжей *Candida guilliermondii* ВКМ-У-916, не содержащих хлорофилла, при помощи введения в них красителя акридинового оранжевого (АО).

Выявлено, что msec-ЗЭС возникает только при проникновении АО в клетку в результате взаимодействия с клеточными и мембранными компонентами, вероятно, белками, липопротеинами и нуклеиновыми кислотами [1–10]. Сделан вывод о том, что msec-ЗЭС АО может быть использована для изучения влияния биогенных и абиогенных факторов среды на биологические системы [6].

Можно предположить, что исследование этого явления позволит выявить новые экспериментальные пути для изучения внутриклеточных процессов.

Согласно определению флуоресцентными зондами являются молекулы, которые обратимо (нековалентно) связываются с биоструктурами и из параметров флуоресценции можно извлечь определенную информацию о структурно-функциональном состоянии биообъекта [3–5]. Полихроматические флуоресцентные зонды-ионы могут быть информативны для изучения из-

менений в живых клетках при действии ксенобиотиков [12].

Эффект воздействия заряженного ксенобиотика на живую клетку зависит не только от его исходной химической структуры, но и от исходного физиологического состояния самой клетки [12].

В начале 1960 годов некоторыми авторами изучено влияние ДНФ на микроорганизмы. Показано, что при концентрации $6 \cdot 10^{-5}$ М ДНФ разобщает окислительное фосфорилирование на 80% в клетках *E.coli*.

В клетках других микроорганизмов ДНФ при концентрации $6 \cdot 10^{-4}$ М угнетал окисление на 50%. При pH $7 \cdot 10^{-3}$ М ДНФ разобщает окислительное фосфорилирование в препарате *A. vineladi* на 30%, а при pH 6 на 98%. Кроме того, показано, что клетки *M.phlei* очень чувствительны к действию разобщителей и концентрация ДНФ $8 \cdot 10^{-5}$ М разобщает окислительное фосфорилирование на 79% [7].

Известно, что, внедряясь в мембрану, клетки ионы ксенобиотиков могут изменить ее характеристики: поверхностный заряд, проницаемость, трансмембранный потенциал. Эти изменения должны отразиться на средстве заряженных зондов к мембране и на скорости их диффузии в клетку [5]. Классическим разобщителем окислительного фосфорилирования и дыхания является

ДНФ [13]. В работах Скулачева В.Н. показано, что степень разобщающего эффекта ДНФ (ксенобиотика анионного типа) в изолированных митохондриях зависит от соотношения в среде его ионизированной и неионизированной форм [14]. Как известно, снижение потенциала на мембранах митохондрий разобщителем окислительного фосфорилирования ДНФ при концентрациях в среде не выше 0,1 мМ обусловлено увеличением протонной проницаемости митохондриальных мембран [14].

Морозовой Г.И. показано, что добавление в среду 1 Мм ДНФ вызывает полное тушение флуоресценции ДСМ в митохондриях лимфоцитов. Эффект 1 Мм ДНФ, вероятно, связан с неспецифическим повреждением клеточных мембран [12].

Разобщающее действие ДНФ показано также на *Saccharomyces cerevisiae*. Наблюдался выход из клеток K^+ , уменьшение мембранного потенциала и снижение уровня АТФ (до 80%) [17].

Мусаевым Н.А. изучены возможные механизмы модификации транспортных свойств плазматической мембраны клеток *Nitellopsis* разобщителями окислительного фосфорилирования. Наиболее эффективные концентрации 2,4-динитрофенола находились в диапазоне $10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-4}$ М [11].

Падалко В.И. с соавторами было показано, что «мягкое» применение определенных концентраций протонофора может увеличивать продолжительность жизни мышей, дрожжей и мух [15, 18].

В настоящей работе исследовано влияние 2,4-динитрофенола (ДНФ)-ксенобиотика анионного типа на интенсивность мсек-ЗЭС АО в клетках дрожжей.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служили клетки дрожжей *Candida guilliermondii* ВКМУ-916. Культуру дрожжей выращивали на сусло-агаре (4 Балл). Опыты проводили со свежеприготовленной суспензией 3-х суточной культуры.

В работе использована фотометрическая установка, позволяющая регистрировать мсек-ЗЭС. В установке был применен фосфороскоп. Интервал между моментами освещения и регистрации свечения образца, расположенного во внутреннем цилиндре фосфороскопа, составлял 3,3 мкс. Объект освещали галогеновой лампой накаливания 300 Вт, с воздушным охлаждением.

В работе использовали АО, производства фирмы «Sigma».

Опыты проводили следующим образом: в суспензию клеток с плотностью $1 \cdot 10^8$ М кл/мл вводился водный раствор красителя в концентрации 10^{-5} М. Затем образцы суспензии в объеме 5 мл помещались в термостатируемую измерительную кювету фотометрической установки и производились измерения свечения.

Конечные концентрации 2,4-динитрофенола в суспензии клеток дрожжей готовили в концентрациях $10^{-7} \dots 10^{-3}$ М.

Инкубацию живых клеток с ксенобиотиками производили в течение 30 минут при температуре 20 °С. После обработки ДНФ клетки осаждали центрифугированием и готовили суспензию в фосфатном буфере.

Результаты исследования и их обсуждение

При освещении суспензии клеток дрожжей, предварительно обработанных красителем АО, возникает мсек ЗЭС. На рис. 1. представлена кривая, характеризующая мсек-ЗЭС АО в клетках дрожжей. Мсек-ЗЭС АО зависит от концентрации АО, температуры и рН среды, имея максимальный выход при концентрации АО 10^{-5} М, в физиологической зоне температур 20–25 °С и рН-7. Кроме того, полученная кривая имеет насыщение при плотности клеток 10^8 клеток на мл.

Установлено, что мсек-ЗЭС АО в клетке связано лишь с интактным состоянием клеток. Так, например при кратковременном кипячении суспензии клеток полностью снимает возбуждение мсек-ЗЭС.

По мнению ряда авторов, флуоресцентные зонды типа ДАС ПМИ, АНС, АО и др. имеют довольно простую структуру молекулы и связываются с мембранами главным образом благодаря гидрофобному взаимодействию, модулированному более слабым электростатическим взаимодействием [3–4].

Поэтому очевидно, что такие зонды не могут обладать высокой специфичностью: они связываются с разными мембранами, иногда с белками цитоплазмы и с хроматином ядра [4, 5, 8].

На основании ранее полученных нами и литературных данных показано, что мсек-ЗЭС возникает в результате взаимодействия с клеточными и мембранными компонентами, вероятно, белками, липопротеинами и нуклеиновыми кислотами [1, 2, 6, 10, 16].

Изучалось влияние ДНФ на клетки дрожжей на основании исследования изменения мсек ЗЭС флуоресцентного зонда акридинового оранжевого, введенного в клетки. На рис. 2. Показана зависимость интенсивности мсек-ЗЭС АО от концентрации ДНФ.

Как видно из рис. 2, при концентрации ДНФ 10^{-7} М интенсивность мсек-ЗЭС АО существенно не изменяется по сравнению с контролем. По мере увеличения концентрации ксенобиотика ($5 \cdot 10^{-6} \dots 10^{-5}$ М) интенсивность мсек-ЗЭС АО уменьшается. Добавление в суспензию клеток ДНФ в концентрации 10^{-4} М вызывает полное тушение свечения АО.

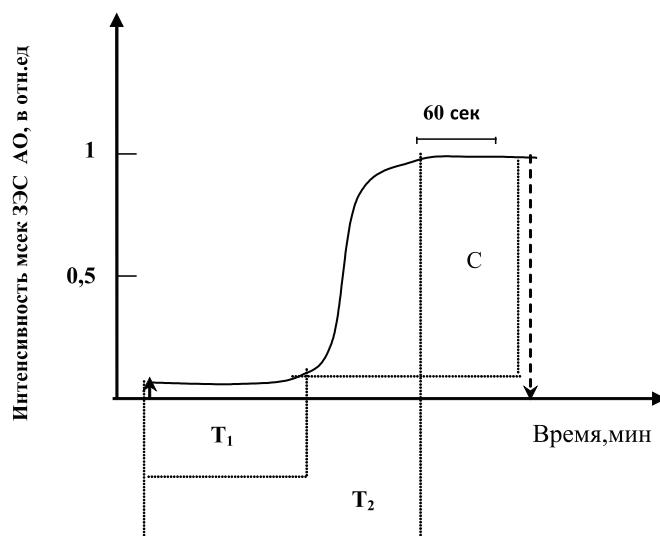


Рис. 1. Кинетика мсек-ЗЭС АО в клетках дрожжей. Плотность клеток в суспензии 108 кл на мл, концентрация АО 10–5 М, температура 25 °С. Стрелками указаны моменты включения и выключения возбуждающего света. Т1 – начало появления мсек ЗЭС; Т2 – время достижения стационарного уровня; S – высота стационарного уровня

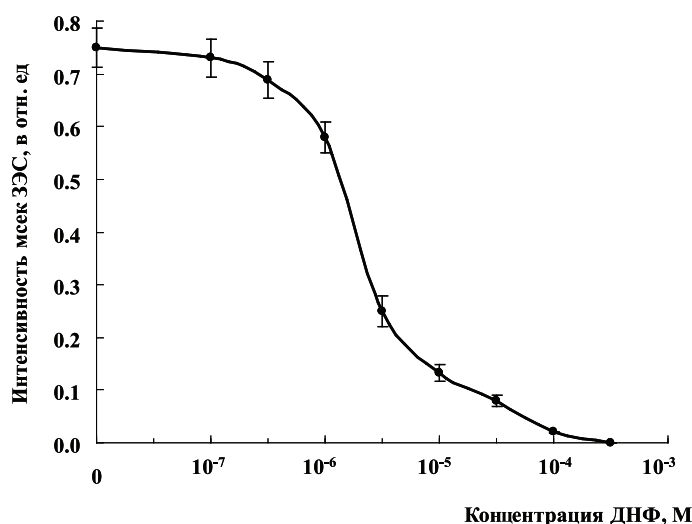


Рис. 2. Зависимость интенсивности мсек-ЗЭС АО в клетке от концентрации ДНФ. Остальные условия те же, что на рис. 1. Инкубация клеток с ДНФ 30 минут

Как было показано ранее, оптимальной для выхода мсекЗЭС АО является нейтральная среда (рН–7,0). При кислых и щелочных средах интенсивность свечения падает [6].

В настоящей работе нами также изучено влияние ДНФ на интенсивность мсекЗЭС АО в зависимости от рН среды (рис. 3).

Известно, что ДНФ является слабой кислотой. Для слабых кислот характерно относительно высокая степень диссоциации в нейтральных или близких к ним средах. При низком рН диссоциация снижается. Тем самым при рН 7–6 для ионов ДНФ, имеющих электрический заряд, значительно больше, чем при рН 4–3. Вместе с тем проницаемость клеточной оболочки

для ионов значительно ниже, чем для нейтральных молекул. Следовательно, вероятность входа молекул ДНФ в клетку выше при низких значениях рН, чем при нейтральных [9].

Как видно из рис. 3, в клетках инкубированных ДНФ при рН 4–6 интенсивность мсекЗЭС АО значительно ниже, чем в контрольных клетках, не обработанных ДНФ, но находящихся в течение 30 минут при рН 4–6. В клетках дрожжей инкубированных ДНФ при рН 8–9 интенсивность мсекЗЭС АО выше, чем при рН4 и рН5. Очевидно значительное снижение интенсивности мсекЗЭС АО в клетках дрожжей при низком рН обусловлено в основном ДНФ.

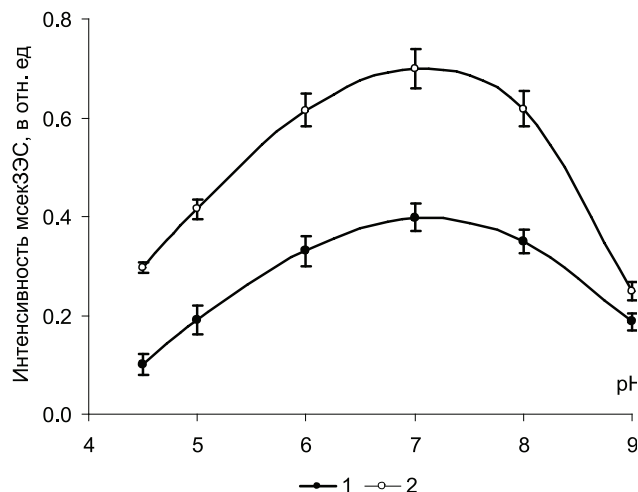


Рис. 3. Зависимость интенсивности мсек-ЗЭС АО в клетке от pH, остальные условия те же, что на рис. 1:

1 – контроль; 2 – клетки, инкубированные ДНФ концентрацией 10–5 М в течение 30 минут

Из представленных данных следует, что при предварительном инкубировании клеток с ДНФ, концентрации которых приводят к снижению интенсивности мсек-ЗЭС АО, соответствуют концентрациям ДНФ как разобщителя окислительного фосфорилирования клетки.

На основании полученных данных, можно заключить, что возбуждение мсек-ЗЭС АО в клетках дрожжей наблюдается в живых клетках и этот процесс очень чувствителен к факторам, действующим на интактное состояние клеток. Регистрация мсек-ЗЭС АО в клетках может служить биофизическим методом для оценки реакции клеток на внешние воздействия, свойств, а также для определения различных соединений как разобщителей окислительного фосфорилирования.

Список литературы

1. Исследование влияния на клетки дрожжей амфотерицина в и его аналогов флуоресцентным зондом / Х.Д. Абдуллаев, С.Т. Гумматова, Н.К. Кочарли, Э.К. Алекберли: труды II Международной научной конференции «Ксенобиотика и живые системы». – 2003. – С. 29–32.
2. Абдуллаев Х.Д. Биофизические аспекты устойчивости клеточных систем к стрессовым факторам (на основе исследования спонтанной и индуцированной люминесценции): автореф. дис. ... д-ра. – Баку, 2008. – 45 с.
3. Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды оптические свойства и взаимодействие с мембранами // Итоги науки и техники. Биофизика. – М.: ВИНТИ, 1979. – т II. – С. 101–188.
4. Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды, в исследовании клеток мембран и липопротеинов. – М.: Наука, 1989. – 274 с.
5. Владимиров Ю.А., Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран. – М.: Наука, 1980. – 320 с.
6. Гумматова С.Т. Исследование влияния мембранных модификаторов на клетки дрожжей методом флуоресцентных зондов: автореф. дис. ... канд. – Баку, 2005. – 21 с.
7. Гельман Н.С., Лукоянова М.А. Островский Д.Н. Дыхательный аппарат бактерий. – М.: Наука, 1966. – 200 с.
8. Карнаухов В.Н. Люминесцентный спектральный анализ клетки. – М.: Наука, 1978. – 208 с.

9. Каложин В.А. Влияние экологически значимых факторов на биокинетические показатели микроорганизмов: автореф. дис. ... д-ра. – Томск, 2010. – 51 с.

10. Мамедов Т.Г., Кочарли Н.К. О замедленной флуоресценции акридинового оранжевого в клетках дрожжей // Вестник БГУ. – 1992. – №1. – С. 18–24.

11. Мусаев Н.А. Исследование влияния температуры и физиологически активных веществ на электрохимические характеристики растительных клеток. – 1980. – 215 с.

12. Морозова Г.И. Флуоресцентные зонды для исследования взаимодействия ксенобиотиков ионов с мембранами живых клеток. – Купавна, 1985. – 289 с.

13. Николе Д.Д. Биоэнергетика. Введение в хемосмотическую теорию: пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 190 с.

14. Скулачев В.П. Трансформация энергии в биомембранах. – М.: Наука, 1972. – 203 с.

15. Падалко В.И., Леонова И.С., Козиова Е.В. Влияние 2,4-динитрофенола на интенсивность окислительных процессов в печени крыс в длительном эксперименте // Успехи геронтологии. – 2010. – Т. 23, № 1. – С. 98–103.

16. Abdullayev K.D., Kocharli N.K., Gummatova S.T. Influence of ultra-violet beams and free radicals on the slowed down fluorescence acridin orange in cells of yeast. 4th International Conference on Biological Physics July 30-August 3, 2001, Kyoto International Conference Hall. – Kyoto, Japan. – P. 61.

17. Uptake of the lipophilic cation dibenzyl dimethylammonium (DDA) in to *Saccharomyces cerevisiae*. Interaction with the thiamine transport system. *Biochimica et biophysica acta* 597 / P.W. Barts, Y.A. Hoeberechts, J.A.A. Klassen, G.W.F.H. Borst-Pauwels. – 1980. – С. 125–136.

18. Higher respiratory activity decreases mitochondrial reactive oxygen release and increase life span in *Saccharomyces cerevisiae*/M.H. Barros, B. Bandy, E.B. Tahara, A.J. Kowaltowski // *J. biol. Chem.* – 2004. – Vol. 279. – P. 49883–49888.

Рецензенты:

Курбанова И.М., д.б.н., главный научный сотрудник лаборатории биофизики Института ботаники НАН Азербайджана, г. Баку;

Джафаров Э.С., д.б.н., руководитель лаборатории «Радиобиологии» Института радиационных проблем НАН Азербайджана, г. Баку.

Работа поступила в редакцию 18.10.2011.

УДК 636.22/.28.053.2:636:612.111.7

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ТРОМБОЦИТАРНОГО ГЕМОСТАЗА
У ТЕЛЯТ МОЛОЧНО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПИТАНИЯ****Завалишина С.Ю., Медведев И.Н.***Курский институт социального образования (филиал) РГСУ, Курск, e-mail: zsyu@046.ru*

У здоровых телят молочно-растительного питания симментальской и черно-пестрой пород при нормальном содержании количества тромбоцитов в кровотоке отмечается небольшое достоверное усиление агрегационной функции кровяных пластинок с отдельными индукторами и их сочетаниями. Уровень тромбоцитов-дискоцитов в крови за фазу молочно-растительного питания несколько сокращался. При этом количество диско-эхиноцитов, сфероцитов, сферо-эхиноцитов и биполярных форм тромбоцитов в кровотоке нарастало. Механизмами усиления агрегационной активности тромбоцитов у телят в фазе молочно-растительного питания являются повышение в их кровяных пластинках интенсивности обмена эндогенной арахидоновой кислоты, увеличение содержания аденозинтрифосфата, аденозиндифосфата, актина и миозина.

Ключевые слова: телята, фаза молочно-растительного питания, ранний онтогенез, тромбоциты, перекисное окисление липидов

FUNCTIONAL STATE PLATELET HEMOSTASIS CALF MILK PLANT-FOOD**Zavalishina S.Y., Medvedev I.N.***Kursk Institute of social education (branch of the institute RSSU (Russian State Social University)),
Kursk, e-mail: zsyu@046.ru*

In healthy calves, dairy and vegetable supply Simmental and Black Pied breeds with normal platelets in the bloodstream has been a slight gain significant aggregative function of platelets with separate inductors and combinations thereof. The level of platelets in the blood-diskotsitov phase for milk plant supply decreased somewhat. In this case, the number of disco-echinocytes, spherocytes, sphero-echinocytes and bipolar forms of platelets in the blood increased. Mechanisms of amplification of platelet aggregation activity in calves in dairy-phase power plants are increasing in their blood platelets metabolic rate of endogenous arachidonic acid, increase in adenosinotrifosfota, adenosine diphosphate, actin and myosin.

Keywords: calves, dairy and vegetable phase, early ontogeny, platelets, lipid peroxidation

Важной составляющей благополучного становления гомеостаза растущего организма, несомненно, является адекватное генетической программе и средовым влияниям развитие системы тромбоцитарного гемостаза, которая в значительной степени контролирует жидкостные свойства крови, определяя тем самым микрореологию в растущих тканях и достаточность притока к ним O_2 и питательных веществ. Большое значение для организма продуктивных животных, в т.ч. телят, имеет фаза молочно-растительного питания, в ходе которой происходит адаптация к приему растительных кормов, что знаменуется дальнейшим становлением функционирования внутренних органов [2] и неизбежной динамикой функциональной активности тромбоцитарного гемостаза. Именно от его адекватной активности зависит микроциркуляция в тканях телят в этот период жизни и полнота адаптации к изменяющимся условиям кормления. В этой связи имеет большое практическое значение оценка особенностей тромбоцитарной активности у здоровых телят, являющихся физиологически зрелыми и не имеющими отклонений от гомеостаза внутренней среды в целом и системы крови в частности, что может в последующем послужить возрастными нормативами [3].

Цель исследования – оценить функциональные свойства тромбоцитов у здоровых телят в фазу молочно-растительного питания.

Материалы и методы исследования

Обследованы 36 здоровых телят молочно-растительного питания черно-пестрой и симментальской пород, оценка учитываемых показателей у которых проводилась 5 раз: на 31, 45, 60, 75 и 90 суток. Способность тромбоцитов к агрегации (АТ) оценивали визуально по А.С. Шитиковой [5] с применением индукторов АДФ ($0,5 \cdot 10^{-4}$ М), коллагена (разведение 1:2 основной суспензии), тромбина ($0,125$ ед/мл), ристомицина ($0,8$ мг/мл), адреналина ($5,0 \cdot 10^{-6}$ М), а также сочетания АДФ + адреналин, АДФ + коллаген, коллаген + адреналин, АДФ+тромбин, АДФ + коллаген + адреналин, АДФ + тромбин + адреналин, АДФ + коллаген + тромбин + адреналин в аналогичных концентрациях в плазме, богатой тромбоцитами со стандартизированным количеством кровяных пластинок ($200 \cdot 10^9$ тромбоцитов).

Косвенное определение активности обмена арахидоновой кислоты (АА) в тромбоцитах и ферментов, его осуществляющих (циклооксигеназы (ЦО), и тромбосансинтетазы (ТС)) велось с применением трех проб переноса по Ермолаевой Т.А. и соавт. [1] путем регистрации АТ на фотозлектроколориметре.

Количественное содержание в кровяных пластинках АТФ и АДФ, выраженность их секреторной способности под действием коллагена, содержание в них актина и миозина оценивали по Ермолаевой Т.А. и соавт. [1]. Внутрисосудистую агрегацию тромбоцитов (ВАТ) регистрировали при помощи

фазовоконтрастного микроскопа по Шитиковой А.С. и соавт. [6]. Полученные результаты обработаны критерием (td) Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение

Оценка активности тромбоцитов у здоровых телят в течение фазы молочно-растительного питания показала ее достоверное пиковое усиление к 45 суткам жизни при сохранении содержания количества тромбоцитов в кровотоке животных в границах нормы.

Так, у телят к 45 суткам жизни время развития АТ под влиянием коллагена сократилось до $22,4 \pm 0,07$ с., удлиняясь к концу фазы до $28,2 \pm 0,05$ с. Аналогичная динамика АТ отмечена под влиянием АДФ и ристомицина. Несколько замедленно развивалась тромбиновая и адреналиновая АТ, также удлиняясь к концу фазы молочно-растительного питания. Аналогичная динамика выявлена и на фоне всех испытанных сочетаний индукторов – АТ нарастала к 45 суткам жизни для АДФ + адреналин на 15,3%, для АДФ + коллаген на 19,4%, для адреналин + коллаген на 32,4%, для АДФ + тромбин на 29,1%, для АДФ + коллаген + адреналин на 25,1%, для АДФ + тромбин + адреналин на 30,2%, для АДФ + коллаген + тромбин + адреналин на 31,2%, в последующем приближаясь к времени развития АТ в начале фазы.

В течение фазы молочно-растительного питания у телят отмечен эпизод пикового нарастания содержания свободно циркулирующих малых и больших агрегатов тромбоцитов к первым суткам жизни, которое в последующем постепенно снижалось к концу фазы практически до уровня в ее начале. Аналогичную динамику испытывало у телят данного возраста и количество тромбоцитов, вовлеченных в процесс агрегатообразования.

Видным механизмом реализации установленной динамики агрегационной активности тромбоцитов, зарегистрированной *in vitro* и *in vivo*, у телят в течение фазы молочно-растительного питания является динамика активности метаболизма в них АА. О ней косвенно можно было судить по АТ в простой пробе переноса (на 90 сутки жизни $32,7 \pm 0,08$ %). Выявленная динамика метаболизма АА в кровяных пластинках здоровых телят молочно-растительного питания была возможна в результате кратковременного повышения активности обоих ферментов ее превращения в тромбоцитах – ЦО и ТС к 45 суткам жизни на 11,3% и 19,5% соответственно. При этом, к концу фазы восстановление АТ в коллаген-аспириновой пробе, косвенно оценивающей

активность ЦО в тромбоцитах, составляло уже $81,5 \pm 0,04$ %, а восстановление АТ в коллаген-имидазольной пробе, позволяющей косвенно определить состояние ТС в кровяных пластинках, также понижалось до $42,3 \pm 0,05$ %, выходя на уровень, свойственный для начала фазы – $79,6 \pm 0,03$ и $40,5 \pm 0,12$ % соответственно.

У здоровых телят в начале фазы отмечено невысокое содержание АТФ и АДФ в тромбоцитах, которое к 45 суткам жизни повышалось на 4,8 и 3,9% до значений $5,89 \pm 0,05$ и $3,67 \pm 0,04$ мкмоль/ 10^9 тромбоцитов соответственно с последующим ослаблением до уровня исхода. При этом, уровень их секреции из тромбоцитов также пиково возрастал на 45 сутки до $46,5 \pm 0,03$ и $51,8 \pm 0,11$ %, понижаясь к 90 суткам жизни до величин, сходных с таковыми, на 30 сутки ($36,0 \pm 0,05$ и $45,0 \pm 0,03$ мкмоль/ 10^9 тромбоцитов соответственно).

Количественное содержание актина и миозина на 31 сутки составляло $32,2 \pm 0,16$ и $14,6 \pm 0,12$ % к общему белку в тромбоците, повышаясь к 45 суткам до $37,2 \pm 0,05$ и $16,7 \pm 0,07$ % к общему белку в тромбоците, понижаясь к 90 суткам до величин, близких к исходу.

Выявленная динамика активности кровяных пластинок у здоровых телят молочно-растительного питания обеспечивается возрастными изменениями функциональных особенностей их отдельных механизмов, определяя во многом необходимые микрореологические свойства тромбоцитов и, следовательно, микроциркуляцию в тканях растущего животного [3]. С учетом данных обстоятельств оценка активности тромбоцитарного гемостаза и механизмов его реализации у здоровых телят молочно-растительного питания имеет большую актуальность. В результате проведенных исследований выяснено усиление адгезивной способности тромбоцитов у здоровых телят к середине молочно-растительного питания, что во многом определяется увеличением в эти сроки выработки в их сосудах фактора Виллебранда (FW) – кофактора адгезии тромбоцитов с последующим ее ослаблением к концу фазы. Эпизод усиления выработки FW у телят молочно-растительного питания определен на основе пикового ускорения динамики агрегации тромбоцитов с ристомицином к середине фазы, который по способности влиять на тромбоциты сходен с субэндотелиальными структурами сосудов. Вероятно, подъем концентрации FW в крови сочетается с увеличением на поверхности тромбоцитов числа рецепторов к нему, что позволяет формировать «ось

адгезии»: коллаген – FW – GPIb, обеспечивая усиление реакции кровяных пластинок на индуктор. Пиковое возрастание АТ со всеми испытанными индукторами и их со-

четаниями к середине фазы определялось адаптивным повышением у телят в этом возрасте количества рецепторов к ним на мембранах кровяных пластинок.

Агрегационная активность тромбоцитов у здоровых телят
молочно-растительного питания

Показатели агрегации тромбоцитов	Фаза молочно-растительного питания, <i>n</i> = 36 М ± m					Средние значения, <i>n</i> = 36 М ± m
	31 сут жизни	45 сут жизни	60 сут жизни	75 сут жизни	90 сут жизни	
АДФ, с	39,0 ± 0,16	32,1 ± 0,05 <i>p</i> < 0,01	33,6 ± 0,04 <i>p</i> < 0,05	35,8 ± 0,08 <i>p</i> < 0,05	38,0 ± 0,06 <i>p</i> < 0,05	35,7 ± 0,08
Коллаген, с	28,7 ± 0,12	22,4 ± 0,07 <i>p</i> < 0,01	24,5 ± 0,09 <i>p</i> < 0,05	26,8 ± 0,11 <i>p</i> < 0,05	28,2 ± 0,05 <i>p</i> < 0,05	26,1 ± 0,09
Тромбин, с	53,0 ± 0,07	46,3 ± 0,03 <i>p</i> < 0,01	48,1 ± 0,10 <i>p</i> < 0,05	49,6 ± 0,05 <i>p</i> < 0,05	51,9 ± 0,12 <i>p</i> < 0,05	49,8 ± 0,07
Ристомидин, с	46,6 ± 0,02	42,1 ± 0,10 <i>p</i> < 0,01	43,4 ± 0,12 <i>p</i> < 0,05	44,3 ± 0,05 <i>p</i> < 0,05	45,8 ± 0,16 <i>p</i> < 0,05	44,4 ± 0,09
H ₂ O ₂ , с	40,1 ± 0,03	35,0 ± 0,05 <i>p</i> < 0,01	36,8 ± 0,06 <i>p</i> < 0,05	38,0 ± 0,12 <i>p</i> < 0,05	39,5 ± 0,14 <i>p</i> < 0,05	37,9 ± 0,08
Адреналин, с	96,3 ± 0,09	88,3 ± 0,08 <i>p</i> < 0,01	89,8 ± 0,07 <i>p</i> < 0,05	91,3 ± 0,09 <i>p</i> < 0,05	94,0 ± 0,15 <i>p</i> < 0,05	91,9 ± 0,10
АДФ + адреналин, с	35,3 ± 0,11	30,6 ± 0,03 <i>p</i> < 0,01	32,0 ± 0,16 <i>p</i> < 0,05	33,3 ± 0,05 <i>p</i> < 0,05	34,8 ± 0,08 <i>p</i> < 0,05	33,2 ± 0,09
АДФ + коллаген, с	26,4 ± 0,07	22,1 ± 0,06 <i>p</i> < 0,01	23,4 ± 0,07 <i>p</i> < 0,05	24,6 ± 0,09 <i>p</i> < 0,05	25,8 ± 0,10 <i>p</i> < 0,05	24,5 ± 0,08
Адреналин + коллаген, с	29,8 ± 0,06	22,5 ± 0,08 <i>p</i> < 0,01	23,6 ± 0,13 <i>p</i> < 0,05	25,3 ± 0,11 <i>p</i> < 0,05	27,5 ± 0,07 <i>p</i> < 0,05	25,7 ± 0,09
АДФ + тромбин, с	26,2 ± 0,05	20,3 ± 0,03 <i>p</i> < 0,01	22,1 ± 0,11 <i>p</i> < 0,05	23,6 ± 0,15 <i>p</i> < 0,05	25,2 ± 0,06 <i>p</i> < 0,05	23,5 ± 0,08
АДФ + коллаген + адреналин, с	21,4 ± 0,08	17,1 ± 0,07 <i>p</i> < 0,01	18,4 ± 0,04 <i>p</i> < 0,05	19,5 ± 0,03 <i>p</i> < 0,05	20,6 ± 0,09 <i>p</i> < 0,05	19,4 ± 0,06
АДФ + тромбин + адреналин, с	22,0 ± 0,06	16,9 ± 0,02 <i>p</i> < 0,01	17,8 ± 0,08 <i>p</i> < 0,05	19,2 ± 0,05 <i>p</i> < 0,05	20,7 ± 0,07 <i>p</i> < 0,05	19,3 ± 0,06
АДФ + коллаген + тромбин + адреналин, с	18,5 ± 0,03	14,1 ± 0,04 <i>p</i> < 0,01	15,3 ± 0,06 <i>p</i> < 0,05	16,5 ± 0,01 <i>p</i> < 0,05	17,7 ± 0,04 <i>p</i> < 0,05	16,4 ± 0,04
Число тромбоцитов в агрегатах, °	5,5 ± 0,04	6,2 ± 0,07 <i>p</i> < 0,01	5,9 ± 0,03 <i>p</i> < 0,01	5,7 ± 0,05 <i>p</i> < 0,05	5,6 ± 0,06 <i>p</i> < 0,05	5,8 ± 0,05
Число малых агрегатов по 2-3 тромбоцита, на 100 свободно лежащих тромбоцитов	4,2 ± 0,03	6,5 ± 0,04 <i>p</i> < 0,01	6,0 ± 0,08 <i>p</i> < 0,01	5,4 ± 0,04 <i>p</i> < 0,01	4,9 ± 0,02 <i>p</i> < 0,01	5,4 ± 0,04
Число средних и больших агрегатов, 4 и более тромбоцита, на 100 свободно лежащих тромбоцитов	0,15 ± 0,03	0,24 ± 0,02 <i>p</i> < 0,01	0,19 ± 0,04 <i>p</i> < 0,01	0,18 ± 0,03 <i>p</i> < 0,05	0,16 ± 0,02 <i>p</i> < 0,05	0,18 ± 0,03

Условные обозначения: *p* – достоверность возрастной динамики показателей.

Оценка АТ с несколькими индукторами агрегации позволила считать, что у этих животных отмечается их взаимопотенцирующий эффект, в физиологических условиях усиливающий АТ. Применение сочетаний индукторов агрегации тромбоцитов способно в определенной мере повторять внутрисосудистые условия у растущих телят,

давая возможность оценить АТ в условиях, свойственных для реального кровотока.

Количество свободно циркулирующих агрегатов различного размера в крови телят в начале фазы было невелико, также пиково усиливаясь в ее середине, что сочеталось с аналогичной динамикой числа тромбоцитов, вовлеченных в агрегаты. В основе за-

регистрованного усиления агрегативной способности кровяных пластинок у телят к середине фазы молочно-растительного питания, кроме нарастания числа рецепторов на мембране, лежит пиковое нарастание активности внутритромбоцитарных механизмов реализации их гемостатических функций – кратковременное усиление с последующим ослаблением тромбокса-нообразования, актино- и миозинообразования, содержания в них и выраженности секреции АТФ и АДФ.

Можно думать, что установленные закономерности тромбоцитарной активности у здоровых телят в фазу молочно-растительного питания обуславливаются реакцией организма на поступление растительных кормов, являясь необходимым элементом его адаптации.

Список литературы

1. Ермолаева Т.А. Программа клинико-лабораторного обследования больных тромбоцитопатиями / Т.А. Ермолаева, О.Г. Головина, Т.В. Морозова – СПб., 1992. – 25 с.
2. Лысов В.Ф. Физиология молодняка сельскохозяйственных животных. – Казань, 1977. – С. 62.

3. Медведев И.Н., Завалишина С.Ю. Активность тромбоцитарного гемостаза у здоровых новорожденных телят // Доклады РАСХН. – 2011. – №5. – С. 32–34.

4. Шабалов Н.П. Гемостаз в динамике первой недели жизни как отражение механизмов адаптации к внеутробной жизни новорожденного / Н.П. Шабалов, Д.О. Иванов, Н.Н. Шабалова // Педиатрия. – 2000. – №3. – С. 84–91.

5. Шитикова А.С. Визуальный микрометод исследования агрегации тромбоцитов // Гемостаз. Физиологические механизмы, принципы диагностики основных форм геморрагических заболеваний; под ред. Н.Н. Петрищева, Л.П. Папаян. – СПб., 1999. – С. 49–53.

6. Шитикова А.С. Метод определения внутрисосудистой активации тромбоцитов и его значение в клинической практике / А.С. Шитикова, Тарковская Л.Р., Каргин В.Д. // Клиническая и лабораторная диагностика. – 1997. – № 2. – С. 23–35.

Рецензенты:

Смахтин М.Ю., д.б.н., профессор кафедры нормальной физиологии Курского государственного медицинского университета, г. Курск;

Фурман Ю.В., д.б.н., профессор, декан факультета социальной работы, педагогики и психологии Курского института социального образования (филиал) РГСУ, г. Курск.

Работа поступила в редакцию 24.10.2011.

УДК 630*0.434

ПОЖАРОУСТОЙЧИВОСТЬ ПОДРОСТА СОСНЫ И ЛИСТВЕННИЦЫ**¹Матвеев А.М., ²Матвеева Т.А.**¹*ФАУ «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства Сибири и Дальнего Востока», Дивногорск, e-mail: info@ipklh.ru;*²*ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», Красноярск*

Анализируются особенности огневого воздействия на предварительное лесовозобновление в сосново-лиственничных ценозах Восточного Саяна. Дана сравнительная оценка огнестойкости подростов светлохвойных пород при его относительно равномерном расположении в пространстве, когда отсутствуют эффекты обособлений растений в контуры различной величины, и в биогруппах. Установлена зависимость величины отпада молодых особей сосны и лиственницы от толщины коры в нижней части ствола как основного защитного средства против теплового воздействия при низовых устойчивых пожарах. Представленные параметры толщины коры обеих пород объясняют большую сохранность соснового подростка после пожаров средней силы, по сравнению с лиственничным.

Ключевые слова: Восточный Саян, сосново-лиственничные ценозы, пожары, отпад подростка**THE FIRE STABILITY OF UNDERGROWTH OF PINE AND LARCH****¹Matveev A.M., ²Matveeva T.A.**¹*Institute of improvement of professional skill of executives and experts of a forestry of Siberia and the Far East, Divnogorsk, e-mail: info@ipklh.ru;*²*The Siberian state technological university, Krasnoyarsk*

Features fire influences on preliminary reforestation in pine-larch cenosis of East Sayan are analyzed. The comparative estimation of fire resistance undergrowth of light-coniferous species is given at its rather uniform arrangement in space when there are no effects of isolations of plants in contours of various sizes, and in biogroups. Dependence of size attrition young individuals of a pine and a larch from thickness of a bark in the bottom part of a trunk as basic protective means against thermal influence is established at local steady fires. The submitted parameters of thickness of a bark of both breeds explain the big safety pine attrition after fires of average force, in comparison with larch.

Keywords: Eastern Sayan, larch cenosis, forest fires, attrition of undergrowth

Одним из главных природных качеств растительных ценозов, характеризующих их жизненную стратегию, является способность к самовоспроизводству после губительных внешних влияний. К деструктивным экологическим факторам, разносторонне трансформирующим лесные экосистемы и определяющим условия формирования растительности и среды ее обитания, относятся пожары. Разрушая древостой, подлесок и уничтожая напочвенный покров, огонь многократно усиливает неоднородность природных комплексов. Такое разнообразие факторов среды в пространстве способствует образованию растительных сообществ, имеющих неодинаковую историю заселения лесной площади, своеобразный облик, видовой состав, структуру.

Лесовозобновительный процесс на гари тесно связан с наличием уцелевшего после огневого воздействия молодого поколения древесных пород. При этом важна не только численность, но также качество и жизнеспособность подростка, способного в перспективе заменить материнский древостой и эффективно выполнять средозащитные и средообразующие функции. Гари светлохвойных лесов зачастую зарастают травами и последующее восстановление

лесообразующих пород крайне слабо. Период лесовосстановления может растянуться на неопределенно долгий срок. В связи с этим состояние подростка после огневого воздействия имеет важное экологическое и лесоводственное значение.

Цель исследований – изучение влияния пожаров на состояние естественного возобновления сосны обыкновенной и лиственницы сибирской в насаждениях разнотравной группы типов леса. В задачи исследований входило установление огнестойкости подростка светлохвойных пород, роли толщины коры и пространственного размещения растений в сохранности дочернего поколения древостоя.

Материалы и методы исследований

Подрост характеризуется более низкой устойчивостью к неблагоприятным факторам, чем взрослые особи. Проведенные нами исследования [4] показали, что сопротивляемость пирогенному травмированию определяется морфометрическими параметрами растений. Вместе с тем подрост сосны и лиственницы, обладая рядом схожих биоэкологических характеристик, имеет и отличительные особенности, определяющие пожароустойчивость растительных ценозов.

Обзор публикаций по вопросу устойчивости сосны и лиственницы к тепловому воздействию [5] позволяет утверждать, что выявленные различия связа-

ны как с биологическими особенностями этих пород, так и с определенными различиями их видовой экологии. Последнее более всего проявляется, когда исследование проводят в древостоях, произрастающих в характерных для конкретного вида условиях, где данный вид имеет хорошее физиологическое состояние и жизнеспособность. Естественно, что и сосна, и лиственница, занимая свойственные им экотопы, проявляют высокую устойчивость против неблагоприятных внешних явлений, в том числе и пирогенного фактора. И наоборот, если лесорастительная среда в меньшей степени соответствует биологии древесной породы, потенциальные возможности выживания снижаются. В подобных обстоятельствах важным фактором защиты подростка выступает толщина коры у оснований стволиков.

Мы попытались оценить огнестойкость подростка светлохвойных пород при его относительно свободном расположении на площади, а также в биогруппах. Работы проводили в Манско-Канском лесорастительном округе Восточно-Саянской провинции. Объектами изучения служили участки леса, пройденные пожаром, и беспожарные насаждения, где закладывали контрольные пробные площади. Точное местонахождение полигона и его подробная характеристика приведены нами ранее [5].

Лесоводственное и геоботаническое описание фитоценозов, все учетные работы осуществляли согласно общепринятым методикам [1, 9]. При оценке возобновления принимался во внимание лишь жизнеспособный подрост, без явных признаков отмирания и сильных форм угнетения. Подрост, утративший островершинность кроны, имеющий слабое охвоение или сильное искривление стволов, не учитывался.

Работы выполняли на 25 учетных площадках размером 2×2 м, размещаемых на пробных площадях равномерно. Наблюдения проводили за подростом высотой 3,5–4 м, крона которого не пострадала от огня. При перечете растений определяли их высоту, диаметр, величину штамба (высота от поверхности земли до кроны). Толщину коры у шейки корня и на высоте 0,3 м, являющуюся одним из признаков огнестойкости древесных пород, измеряли микрометром у 15 моделей. Ориентируясь по направлениям сторон

света, на одном растении брали четыре образца коры на каждом уровне. Силу пожара на пройденной огнем территории устанавливали по средней высоте нагара на стволах [3].

Пожар произошел в насаждении, где эдификаторную роль выполняют обе породы – состав древостоя 6С4Л+Б. Древостой характеризуется следующими средними показателями: возраст – 154 года, высота – 24,7 м, диаметр – 29,3 см. Класс бонитета – III, полнота древостоя – 0,58, запас древесины – 236 м³/га. Местоположение полигона ровное. В подросте доминируют сосна и лиственница, его густота составляет около 5 тыс. экз./га. Подлесок редкий из акации желтой и спиреи средней. В напочвенном покрове – разнотравье.

Пожар низовой средней силы, по форме – устойчивый, выгорела большая часть подстилки. Загорание случилось в Манском лесхозе (ныне лесничество) в первых числах мая 2004 г., в период набухания почек. Лиственница во время пожара не имела ассимиляционного аппарата, который отличается повышенной чувствительностью к термическому воздействию; у сосны не было молодых побегов, также в первую очередь страдающих от внешних возмущающих явлений.

Результаты исследования и их обсуждение

В связи с тем, что во время пожара кроны растений не имели непосредственного контакта с пламенем и лишь у отдельных экземпляров пострадали нижние ветки в результате ожога их восходящими газовыми потоками, можно предположить, что послепожарная жизнеспособность подростка во многом определяется защитными свойствами коры в нижней части ствола. Морфометрические параметры лиственницы и сосны, от которых более всего зависит выживаемость молодых растений после пирогенного воздействия, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Морфометрические показатели подростка

Порода	Средние		Высота (м) от поверхности земли до кроны	Толщина коры (мм) на высоте, м	
	высота, м	диаметр, (D _{1,3}), см		0	0,3
Лиственница	3,9 ± 0,22	3,0 ± 0,30	1,5 ± 0,11	6,1 ± 0,33	4,2 ± 0,29
Сосна	3,8 ± 0,24	3,2 ± 0,32	1,6 ± 0,10	8,2 ± 0,48	6,0 ± 0,35

Статистическая обработка материалов показала недостоверность различия величины штамба у сосны и лиственницы, в то же время толщина коры, как у основания ствола, так и на высоте 0,3 м от поверхности земли у этих пород существенно отличается.

Проведенный спустя две недели после пожара осмотр молодых деревьев не выявил явных признаков их гибели. Все деревья, судя по их морфологическому состоянию, не получили летальных ожогов кроны – после пожара почки у обеих пород

распустились, и они вступили в фазу роста. В данном случае термическое воздействие не превысило пределы естественной тепловой выносливости кроны, и потому достаточно большая величина штамба в этих обстоятельствах явилась фактором, способствующим сохранности растений.

Следует отметить, что фазы развертывания хвои лиственницы и роста побегов сосны у отдельных экземпляров отличались динамикой, но, как показал осенний учет, это связано с тепловым поражением лу-

бных тканей ствола. В замедлении роста проявляется адаптация растений к внешним возмущающим факторам – снижение скорости ростовых реакций повышает устойчивость организма к негативным экзогенным воздействиям [10]. Видимая депрессия роста обусловлена перестройкой физиолого-биохимических процессов в растительных организмах, направленных на преодоление стрессовой ситуации и поддержание жизнедеятельности конкретных особей [8].

Подрост, получивший в результате пожара обратимые нарушения обмена веществ, вырабатывает защитные приспособительные реакции и впоследствии может полностью восстановиться. Как показали наши наблюдения [4], в первые послепо-

жарные годы его рост существенно ослабляется. Прирост апикального и латеральных побегов у поврежденных экземпляров снижается в 3–7 раз по сравнению с контролем. Растения, у которых при действии высоких температур на живые ткани наступили необратимые нарушения метаболизма, начинают отмирать, и этот процесс растягивается на несколько лет [2].

Толщину коры мы определяли для оценки защитного потенциала древесных пород, свидетельствующего об устойчивости подростка к термическому воздействию при низовых устойчивых пожарах. Основные статистические показатели толщины коры лиственницы и сосны на двух уровнях измерения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Статистические показатели толщины коры

Порода	Высота измерения, м	Статистические показатели					
		среднее значение, мм	ошибка среднего, мм	стандартное отклонение, мм	коэффициент варьирования, %	показатель точности, %	достоверность ср. значения
Лиственница	0	6,1	0,33	1,3	21	5,4	18
	0,3	4,2	0,29	0,9	21	6,9	14
Сосна	0	8,2	0,48	1,5	18	5,8	17
	0,3	6,0	0,35	1,2	20	5,8	17

Коэффициент варьирования признака составил 18–21%, что характеризует его изменчивость как значительную (до 20% включительно) и большую – 21%. Полученные величины достоверны, так как во всех случаях индекс достоверности больше критерия *t* на 5% уровне значимости.

Осенний учет первого послепожарного года выявил наметившуюся дифференциацию отпада подростка: погибло 24% лиственницы и 16% сосны. На третий год отпад увеличился, и возросло отличие его по породам – 66 и 45% у лиственницы и сосны соответственно. Сохранность сосны более чем на 20% превысила сохранность лиственницы.

Вследствие биологических особенностей светлостойких пород, нижние ветки у лиственницы и сосны, произрастающих под пологом леса либо в густых биогруппах, быстро отмирают, и протяженность штамба возрастает. За счет этого защитный потенциал с возрастом повышается, и огнестойкость в большей степени будет зависеть от защищенности проводящих тканей. При пожаре нижняя часть ствола более всего подвергается действию низового огня, и именно толщина коры будет определять огнестойкость растения.

Исследования показали, что в случае, когда элиминация молодого поколения, равномерно размещенного на площади, определяется повреждением лубяных тканей ство-

ла, сильнее страдает от огня лиственница. Это свидетельство того, что жизнедеятельность растительных клеток зависит от защитных свойств покровных тканей. В данной ситуации толерантность к тепловому фактору лиственницы, обладающей меньшей толщиной коры, снижается. Кроме того, кора лиственницы отличается ярко выраженной слоистостью, что негативно сказывается на ее теплозащитных свойствах [6].

Мы не обнаружили в литературных источниках экспериментальных данных, свидетельствующих о неодинаковой устойчивости луба к действию высоких температур, у разных древесных пород. Однако допущается [2], что существенных различий нет, поскольку реакции близкородственных тканей на воздействие повреждающих агентов одинаковы. Послепожарная выживаемость дерева детерминирована, прежде всего, термоустойчивостью растительных клеток и тканей.

Наблюдения за подростом в биогруппах выявили различную повреждаемость его огнем. Установлено, что пожароустойчивость молодых особей зависит и от характера размещения их на площади. Лиственница значительно устойчивее, когда она обособлена в контуры различной величины – огонь повреждает периферийную часть куртины, середина же ее сохраняется. У сосны при выраженной хронологической мозаичности

в виде сгущений деревьев, постпирогенная выживаемость ниже, что обусловлено характером напочвенных горючих материалов. Это связано с неодинаковым влиянием пород на среду обитания и различным спектром структурных и физико-химических параметров хвои и ее опада [7].

Выводы

По результатам проведенных исследований, представляющих не только теоретический интерес, но и имеющих существенное практическое значение, можно сделать следующие выводы. Одним из факторов, определяющих послепожарное состояние подростов светлохвойных пород, является толщина коры в нижней части ствола. Огнестойкость молодого поколения зависит не только от его морфометрических параметров, но и характера размещения на площади.

Проиллюстрированные фактическими материалами особенности устойчивости естественного возобновления светлохвойных пород к огневому воздействию необходимо учитывать при разработке оптимального пожароуправления в лесах изучаемого региона, обеспечивающего сохранение коренной природной среды, динамику и направленность сукцессионных процессов.

Список литературы

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 512 с.

2. Гирс Г.И. Физиология ослабленного дерева. – Новосибирск: Наука, 1982. – 256 с.

3. Курбатский Н.П. Техника и тактика тушения лесных пожаров. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 154 с.

4. Матвеева Т.А. Влияние пожаров на предварительное лесовозобновление в лиственничных ценозах Восточного Саяна // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – Т. XXV, № 1-2. – С. 58–61.

5. Матвеева Т.А., Матвеев А.М. Пожары в горных лесах средней и южной тайги. – Красноярск: ДарМа, 2008. – 213 с.

6. Поздняков Л. К. Даурская лиственница. – М.: Наука, 1975. – 296 с.

7. Степень Р.А., Сухинин А.И., Хребтов Б.А. Значение летучих выделений хвойных при обнаружении и во время лесных пожаров // Лесные пожары и их последствия. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1985. – С. 22–30.

8. Судачкова Н.Е., Милютин И.Л., Семенова Г.П. Интразональная вариабельность метаболизма и морфогенеза хвойных по Енисейскому меридиану как аналог реакции леса на глобальные изменения климата // Структурно-функциональная организация и динамика лесов: сб. ст. Всерос. конф. – Красноярск, 2004. – С. 208–210.

9. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. – М.: АН СССР, 1961. – 144 с.

10. Якушкина Н. И. Физиология растений. – М.: Просвещение, 1993. – 335 с.

Рецензенты:

Иванова Г.А., д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории лесной пирологии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск;

Шишикин А.С., д.б.н., зам. директора по науке Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск.

Работа поступила в редакцию 27.10.2011.