

ВЛИЯНИЕ ГЛИФОСАТСОДЕРЖАЩЕГО ГЕРБИЦИДА НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

И.В. ДАЛЬКЭ, И.Ф. ЧАДИН

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар
dalke@ib.komisc.ru*

В работе изучена связь между дозой глифосатсодержащего гербицида «Раундап ВР» и реакцией растений борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*). Показана линейная связь между увеличением дозы препарата и уменьшением количества и размера растений на учетных площадках, снижением скорости ассимиляции углекислого газа. Обоснована возможность применения метода измерения скорости ассимиляции углекислого газа как экспресс-метода определения эффективных доз глифосатсодержащих гербицидов

Ключевые слова: *Heracleum sosnowskyi*, глифосат, доза-эффект, скорость ассимиляции CO₂

I.V. DALKE, I.F. CHADIN. DOSE-EFFECT OF GLYPHOSATE CONTAINING HERBICIDE ON GROWTH, DEVELOPMENT AND FUNCTIONAL INDICATORS OF GIANT HOGWEED (*Heracleum sosnowskyi*)

The dose-effect relationships of glyphosate containing herbicides to Giant Hogweed (*Heracleum sosnowskyi*, Apiaceae) plants growth and functional indicators are studied. The strong correlation between glyphosate dose and amount of survived plants, their height and CO₂ assimilation speed is shown. CO₂-exchange rate measurement method is proposed for express evaluation of effective glyphosate containing herbicides.

Key words: *Heracleum sosnowskyi*, glyphosate, dose-effect, CO₂ assimilation rate

Введение

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden., сем. Apiaceae) – многолетняя монокарпическая и высокоурожайная культура. Относительно низкая себестоимость его возделывания, возможность многолетнего использования плантаций борщевика, богатство биомассы протеином, витаминами, микроэлементами, сахарами привлекало многие хозяйства для его интенсивного выращивания [1]. Серьезным недостатком борщевика Сосновского как кормовой культуры является повышенное содержание в клеточном соке растений фотодинамически активных фурукумаринов. Попадание данных веществ на кожу человека приводит к глубоким дерматитам, проходящим по типу ожогов [2]. Широкое внедрение борщевика Сосновского в сельскохозяйственное производство во многих регионах бывшего Советского Союза в сочетании с его биологическими особенностями обусловило возможность неконтролируемого распространения за пределы возделываемых площадей. Это оказывает негативное влияние на естественное биологическое разнообразие ландшафтов и представляет реальную угрозу здоровью населения и отдельных видов сельскохозяйственных животных [3- 4].

В настоящее время во многих регионах России и в европейских странах значительные усилия направляются на борьбу с неконтролируемым распространением этого вида [5]. Одним из хими-

ческих способов уничтожения нежелательных зарослей борщевика является применение глифосатсодержащих гербицидов. Однако в литературе нет сведений о выборе оптимальной дозы и времени обработки растений борщевика Сосновского этими гербицидами. Подбор оптимальных доз глифосата осуществляют несколькими методами. Прежде всего, это традиционные способы учета количества, высоты и степени развития растений на учетных площадках на протяжении вегетационного периода. В качестве экспрессных методов оценки эффективных доз препарата используют изучение распределения и абсорбцию C¹⁴-глифосата [6], измерение динамики накопления шикимовой кислоты [7]. Поскольку функциональную диагностику растений можно проводить по изменению ведущих параметров их жизнедеятельности – фотосинтезу, дыханию, транспирации – представляется целесообразным оценить возможность применения газометрии в качестве экспресс-метода для оценки эффективности действия гербицидов.

Цель настоящей работы – изучение влияния доз и сроков применения глифосатсодержащего гербицида на рост, развитие и функциональные показатели растений борщевика Сосновского.

Материалы и методы

Исследовали растения борщевика Сосновского в естественных условиях на открытых участках территории ботанического сада (Ботсад) и ра-

диобиологического комплекса (РБК) Института биологии Коми НЦ УрО РАН в вегетационный период 2008 г.

Для проведения опытов по воздействию немеханизированных методов искоренения борщевика с 25 мая по 8 июня 2008 г. в Ботсаду были заложены 20 экспериментальных участков размером 2×2 м. Почвы участков окультуренные подзолистые.

В начале вегетационного сезона (первая декада июня) на каждом из экспериментальных участков провели морфологическое описание растений: их высоту, состояние и фазу развития. Для дальнейших экспериментов, на основе анализа статистических данных о количестве и размере растений борщевика, были отобраны участки, наиболее приближенные по своим показателям к средним значениям, характерным для всей генеральной совокупности.

В ходе эксперимента через промежутки времени, определяемые спецификой работы, определяли морфологические параметры особей, измеряли скорость CO_2 -газообмена (фотосинтеза, дыхания) и транспирацию листьев растений борщевика.

Опыт по влиянию препарата «Раундап ВР» (действующее вещество – глифосат) на рост и развитие растений борщевика Сосновского заложили на территории Ботсада в середине июня 2008 г. в фазе отрастания. Высота растений не превышала 1 м. На территории РБК обработку растений борщевика препаратом проводили во второй декаде июля, в фазе цветения. Высота растений составляла от 1.8 м до 2.20. Препарат «Раундап ВР» представляет концентрированный водный раствор с содержанием действующего вещества – 360 г/л. В эксперименте испытывали три концентрации рабочего раствора препарата «Раундап ВР»: 12, 24 и 48 мл на литр воды (далее – мл/л). Опрыскивание растений проводили с расходом 5 л препарата на 100 м². Концентрация рабочего раствора 12 мл/л с расходом 5 л на 100 м² является рекомендованной производителем дозой для борьбы со злостными многолетними сорняками. Препарат наносили методом распыления из пульверизатора в условиях ясной погоды (после обработки осадков не было более чем 6 час.).

Определение CO_2 -газообмена и транспирации проводили на листьях разного возраста в 10-кратной биологической повторности. В рамках данной работы зрелыми считали листья нижнего яруса (1-2 метамер), молодыми — листья среднего яруса (4-5 метамер). Для измерения видимого поглощения CO_2 использовали газоанализатор LI-7000 (Licor Inc., США) и портативную фотосинтетическую систему LCPro+ (ADC BioScientific Ltd., Англия). Лист зажимали в листовой камере фотосинтетической системы и выдерживали около 2 мин. до начала первого измерения для выравнивания температуры в листовой камере с температурой окружающей среды. В процессе измерений температура поверхности листа превышала температуру окружающей среды на 1-1.5° из-за теплового воздействия источника освещения. Затем проводили серию измерений газообмена с интервалом в 1 мин. После определения поглощения CO_2 листья в листовой камере полностью затеняли и определяли интенсивность темного дыхания (Дт). В ходе изме-

рений газообмена листьев получены данные по скорости нетто-фотосинтеза (Фв – видимый фотосинтез), темного дыхания (Дт), интенсивности транспирации (Ит), устьичной проводимости паров воды (gs), эффективности использования воды листьями (ЭИВ – отношение Фв/Ит). Измерения проводили при температуре 25–27 °С.

Температуру, влажность, освещенность в естественных условиях определяли с помощью набора датчиков и логгером LI-1400 (Licor Inc., США). В таблицах и на рисунках приведены средние арифметические величины со стандартной ошибкой, рассчитанные по общепринятым методикам [8]. Соответствие выборочных данных нормальному распределению уточняли с помощью теста Шапиро-Уилка. Для установления статистической значимости различий между средними значениями выборок использовали t-критерий Стьюдента в модификации Уэлча, допускающий неравенство дисперсий сравниваемых выборок. Коэффициенты корреляции Пирсона их значимость рассчитывались по общепринятым методикам. Все статистические расчеты проводили в программной среде «R» [9]. Уровень статистической значимости (α) в данной работе принят равным 5% ($p < 0.05$).

Результаты и обсуждение

На контрольном участке через 10 и 40 дней после обработки растений гербицидом количество растений в контроле статистически значимо не изменилось (рис. 1 А, Б, В). Как и ожидалось, высота растений в контроле постоянно увеличивалась и к концу июля растения достигли высоты 2 м (рис. 1 Г, Д, Е). В середине июля контрольные растения успешно перешли в фазу цветения. Период массового плодоношения на контрольных участках отмечался во второй декаде августа.

Во всех вариантах обработки гербицидом наблюдали стабильное снижение количества растений на учетных площадках к середине вегетационного периода. Наибольшие различия отмечали в варианте с концентрацией рабочего раствора 48 мл/л. Через 10 дней после обработки количество растений на участках снизилось в два раза, а через 40 дней в семь-восемь раз. В итоге количество живых растений на участке было сведено к минимуму. Остальные растения характеризовались побурением листьев, отмиранием тканей, полеганием побегов и их разрушением (рис. 1 В).

Процесс роста растений в вариантах с обработкой гербицидом был сильно заторможен или подавлен. В большей степени это коснулось растений, обработанных рабочим раствором с концентрацией 48 мл/л. Растения, обработанные растворами с концентрацией 12 и 24 мл/л, сохранили небольшую ростовую активность, и через 40 дней после обработки их высота увеличилась на 20-30 см (рис. 1 Д, Е). Во всех вариантах после обработки гербицидом растения не образовывали соцветий.

Таким образом, в опытах наблюдалась значимая отрицательная линейная связь между дозой препарата и реакцией растений: коэффициент корреляции между дозой препарата и количеством растений $r = -0.87$, при $p = 4.43 \cdot 10^{-5}$; коэффициент корреляции между дозой препарата и высотой рас-

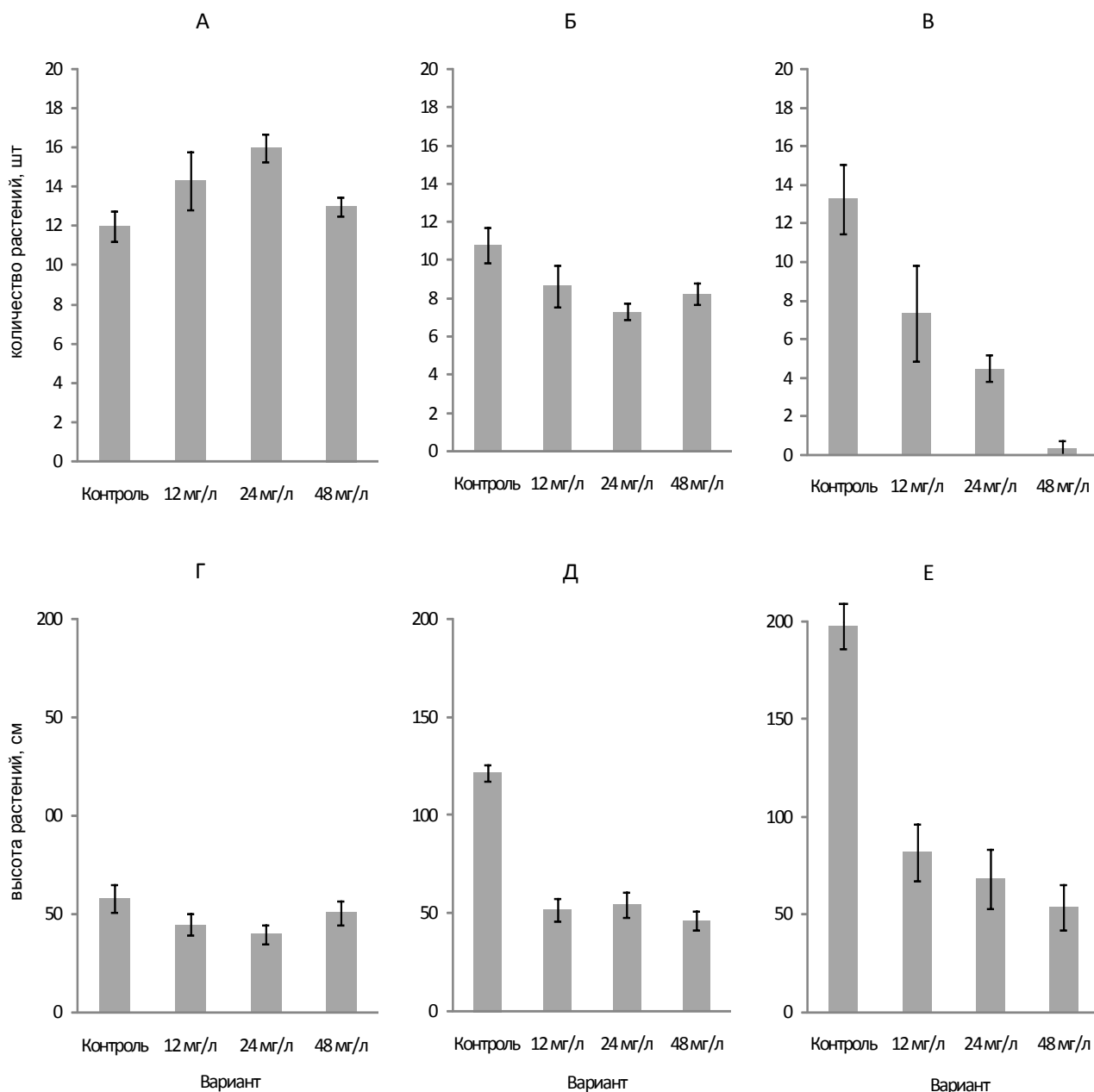


Рис 1. Количество (А, Б, В) и высота (Г, Д, Е) растений борщевика Сосновского на опытных участках под влиянием рабочего раствора препарата «Раундап ВР» разной концентрации. А, Г – 12 июня, Б, Д – 22 июня, В, Е – 22 июля 2008 г.

тений: $r = -0.77$, при $p = 1.76 \cdot 10^{-9}$. Гербицид, в дозах двух- и четырехкратно превышающую рекомендованную дозу, свел к минимуму количество живых растений на участке. Обработка разными дозами в равной степени ингибировала рост растений на начальном этапе эксперимента. К концу эксперимента растения, обработанные рабочим раствором, содержащим 12 мл препарата на литр воды, частично адаптировались и показали небольшой прирост линейных размеров. Во всех вариантах опыта наблюдали полное подавление гербицидом генеративной функции растений.

Для выявления воздействия глифосата на функциональное состояние растений и обоснования выбора оптимальных доз гербицидов было изучено влияние факторов среды на эффективность работы ассимиляционного аппарата и дыхание растений борщевика.

Выявлено, что в июне, в фазу активного роста, при сильном затенении (около 10 % от максимальной освещенности на открытых участках) молодые и зрелые листья борщевика характеризуются высокой фотосинтетической активностью и достаточно экономно используют воду в процессе транспирации. Так, при освещении до $260 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$ фотосинтетически активной радиации (ФАР)* листья поглощают до $10 \text{ мкмоль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ и испаряют около $1.5 \text{ ммоль H}_2\text{O}/\text{м}^2\text{с}$.

Более подробное изучение световой зависимости CO_2 -газообмена листьев растений борщевика было проведено в июле в фазу цветения (рис. 2).

* Максимальный уровень освещения на открытом участке в середине дня при безоблачной погоде в июне-июле на широте г. Сыктывкара составляет около $2000 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$ ФАР.

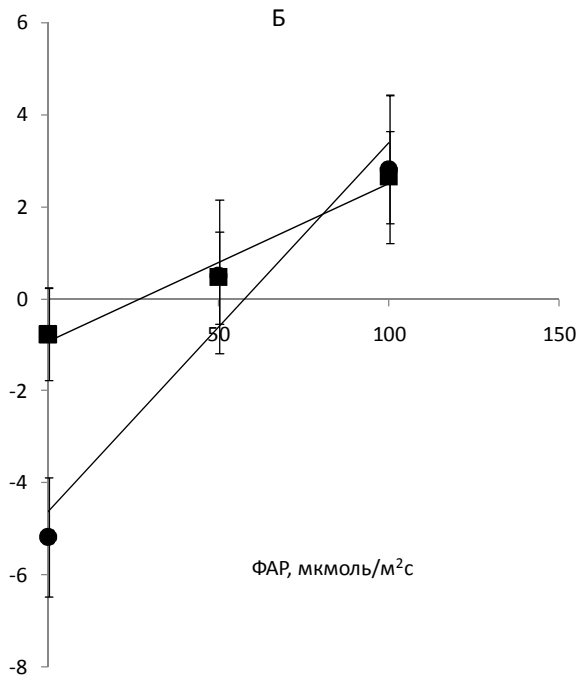
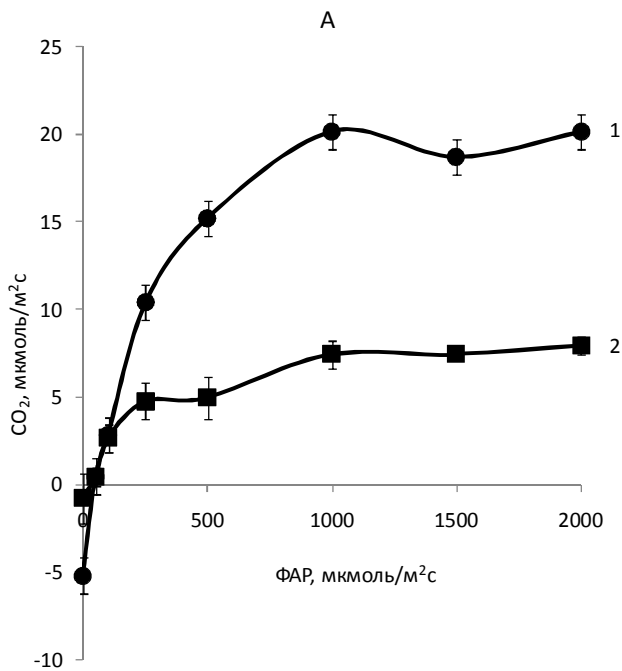


Рис. 2. Световая зависимость видимого фотосинтеза молодых (1) и зрелых (2) листьев интактных растений борщевика Сосновского (А) и начальный участок световой кривой (Б) при температуре листа 25°C (7-9 июля 2008 г.).

С повышением освещения до 2000 мкмоль/м²с ФАР молодые листья борщевика ассимилировали с большей интенсивностью, чем зрелые (рис. 2 А). Судя по углу наклона начального участка световой кривой величина квантового выхода фотосинтеза у молодых листьев составляла 0.079 и была в два раза выше, чем у зрелых листьев. Следует отметить, что зрелые листья начинали видимое поглощение CO₂ при меньшем количестве света, чем молодые листья. Так, у молодых листьев борщевика световой компенсационный пункт (СКП), когда выделение CO₂ в результате процессов дыхания компенсируется поглощением CO₂ в процессе фотосинтеза, составлял около 60 мкмоль/м²с ФАР, что в два раза выше значений для зрелых листьев (рис. 2 Б). Молодые листья борщевика способны поддерживать высокий уровень ассимиляции до 50% от максимального уровня уже в условиях освещения 250 мкмоль/м²с. При насыщении светом (более 1000 мкмоль/м²с ФАР) скорость фотосинтеза молодых листьев достигла значительной величины – 20 мкмоль CO₂/м²с и была в два раза выше, чем у зрелых (рис. 2 А). Следует отметить, что у наиболее продуктивных C₃-растений в оптимальных условиях максимальный уровень фотосинтеза составляет около 25 мкмоль CO₂/м²с. У борщевика зрелые и молодые листья не испытывают депрессии при максимальных значениях ФАР (рис.2).

Для выявления изменений функциональных характеристик растений борщевика под действием препарата «Раундап ВР» были отобраны модельные растения и обработаны разными дозами гербицида. Измерения проводили на зрелых листьях. Дозы «Раундапа ВР» 12, 24 и 48 мг/л существенно повлияли на фотосинтетическую способность растений. Через сутки после обработки наблюдали значительное снижение ассимиляции CO₂ листьями, особенно при высоком уровне ФАР (рис. 3). Об-

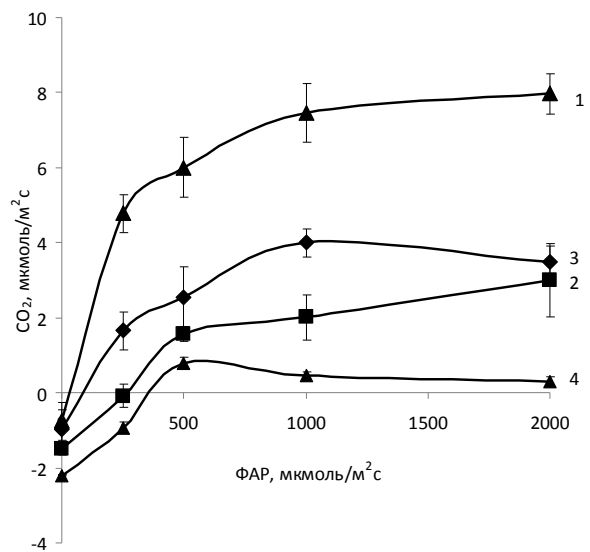


Рис. 3. Световая зависимость видимого фотосинтеза листьев растений борщевика Сосновского при температуре листа 27°C (через сутки после обработки рабочим раствором препарата «Раундап ВР»: 1 – контроль, 2 – 12 мг/л, 3 – 24 мг/л, 4 – 48 мг/л, 24 июля 2008 г.).

работка гербицидом повлияла на изменение кардинальных точек световой зависимости видимого CO₂-газообмена. Высокие дозы «Раундапа ВР» усиливали интенсивность дыхания листьев в 2.5 раза, резко уменьшали эффективность использования света, увеличивали интенсивность радиации приспособления, сдвигали положение светового компенсационного пункта в сторону больших значений, и в сочетании с высоким уровнем ФАР снижали на порядок уровень фотосинтеза.

Статистически значимое изменение функциональных показателей растений борщевика Соснов-

ского под действием глифосата уже на следующий день после обработки хорошо согласуется с данными по скорости абсорбции препарата, увеличению концентрации шикимовой кислоты, которая накапливается в растениях из-за блокирования работы фермента 5-енилпирувоил-шикимат-3-фосфат синтетазы. Так, в работе [8] показано, что общая абсорбция глифосата может составлять в первые двое суток после обработки до 75 % от применённой дозы. Время накопления максимального содержания шикимовой кислоты у разных культурных растений варьирует от одного до восьми дней после обработки гербицидом на основе глифосата [6].

Изучение динамики изменения функциональных показателей растений после обработки гербицидом в естественных оптимальных свето-температурных условиях показало стабильное снижение функциональной активности целого растения в зависимости от дозы глифосата (рис. 4). В полной мере это проявилось при обработке растений дозами глифосата 24 и 48 мл/л.

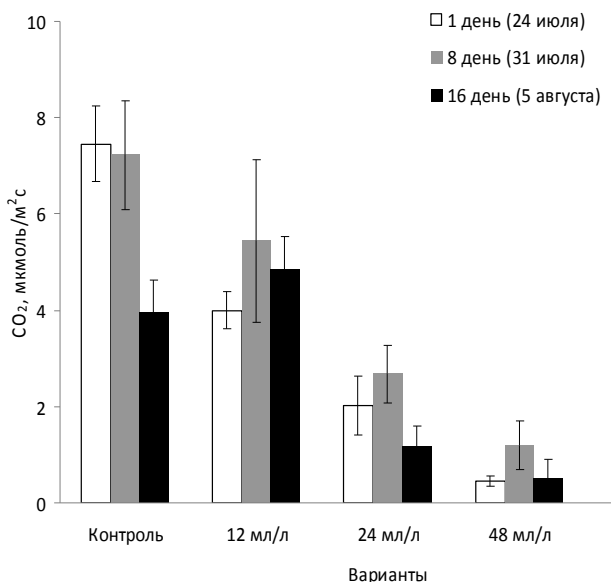


Рис. 4. Скорость видимого фотосинтеза листьев модельных растений борщевика Сосновского через 1, 8 и 16 дней после обработки рабочим раствором препаратом «Раундап ВР». Измерения выполнены в естественных условиях при температуре листа 26 °С, в диапазоне освещённости 600-1000 мкмоль/м²·с.

Следует отметить, что в начале августа растения в контроле также показали снижение ассимиляционной активности, что, вероятно, связано с возрастными изменениями и старением листьев, однако растения, обработанные «Раундапом ВР», показали более низкие уровни ассимиляции CO₂. Выявлена сильная статистически значимая отрицательная связь между дозой гербицида и скоростью ассимиляции углекислого газа. Расчет коэффициента корреляции между дозой препарата и ответной реакцией организма показал, что в первый и второй периоды измерений он был близок к -1 ($r = -0.81$, $p = 2.9 \cdot 10^{-5}$), в третий период связь становится значительно слабее, но остаётся статистически значимой ($r = -0.32$, $p = 0.009$). Причиной снижения корреляции является ответная реакция растений, обработанных рабочим раствором с концентрацией «Раундапа ВР» 12 мл/л. На 16-й день после обра-

ботки растения в этом варианте сохраняли такую же скорость ассимиляции CO₂, как и в контроле (рис. 4). Таким образом, через 16 дней после обработки рекомендованная доза «Раундапа ВР» (12 мл/л) практически не повлияла на ассимиляционные возможности растений борщевика, по сравнению с двух- и четырехкратными дозами гербицида. После однократного применения дозы 12 мл/л растения восстановили способность к фото-синтезу и накоплению биомассы.

Наши наблюдения показали, что применение гербицида в двух- и четырехкратных дозах в фазе цветения – перехода к плодоношению – приводят к полному подавлению генеративной сферы растений: цветки погибают, а завязи плодов чернеют и осыпаются.

В конце вегетации проводили оценку влияния обработки «Раундапом ВР» на состояние подземной части модельных растений борщевика (территория РБК). Определение интенсивности дыхания корней показало, что у растений в контроле при 18 °С интенсивность выделения CO₂ статистически значимо выше, чем у корней растений, обработанных «Раундапом ВР» с концентрацией рабочего раствора 12 мл/л. В вариантах опыта с 24 и 48 мл/л препарата на литр воды подземные части растений не были обнаружены на опытных участках. Вероятно, высокие дозы препарата ускоряли разрушение и гибель подземных органов растений.

Выводы

Интактные растения борщевика характеризуются высокой функциональной активностью. Широкая экологическая амплитуда проявляется в способности растений эффективно накапливать биомассу как в условиях сильного затенения, так и при максимальном уровне освещенности. Высокая продуктивность борщевика Сосновского обусловлена способностью растений экономно использовать воду на транспирацию.

Обработка растений глифосатсодержащим гербицидом приводит к достоверному уменьшению плотности популяции борщевика и средней высоты растений. Показано влияние гербицида на функциональные параметры растений борщевика Сосновского: существенно снижается фотосинтетическая активность, растения теряют способность переносить высокий уровень освещения, увеличивается интенсивность темного дыхания. Степень воздействия гербицида на растение линейно возрастает при увеличении дозы применяемого препарата. На основе проведенных экспериментов можно рекомендовать использование глифосатсодержащих гербицидов с содержанием действующего вещества 360 г/л в концентрации 24 мл/л. Более эффективным будет его применение в зарослях борщевика Сосновского в фазе массового отрастания. Обработка Гербицидами возможна вплоть до фазы цветения. При этом следует учитывать, что глифосатсодержащие гербициды не действуют на семена растений и для получения стабильного результата может потребоваться несколько обработок одного участка.

Показано, что измерение скорости ассимиляции углекислого газа может рассматриваться как экспресс метод определения эффективных доз глифосатсодержащих гербицидов.

Литература

1. *Сацыперова И.Ф.* Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. Л.: Наука, 1984. 223 с.
2. *Штейнберг М.А.* Фотодерматозы. М.: Медгиз, 1958. 131 с.
3. *Филатов В.Н., Полянский Н.В.* Борьба с борщевиком Сосновского как засорителем биоценозов с помощью гербицидов // Известия ТСХА, 1986. Вып. 5. С. 34 - 40.
4. *Ламан Н.А., Прохоров В.Н., Масловский О.М.* Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси. Минск: Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, 2009. 40 с.
5. *The Giant Hogweed Best Practice Manual.* Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe // Eds. Nielsen, C., H.P. Ravn, W. Nentwig and M. Wade. Hoersholm: Forest & Landscape, 2005. 44 p.
6. *Walker E.R., Oliver L.R.* Translocation and absorption of glyphosate in flowering sicklepod (*Senna obtusifolia*) // Weed Science, 2008. Vol. 56. P. 338-343.
7. *Henry W.B., Shaner D.L., West M.S.* Shikimate accumulation in sunflower, wheat, and proso millet after glyphosate application // Weed Science, 2007. Vol. 55. P. 1-5.
8. *Рокицкий П.Ф.* Биологическая статистика. Минск: Высшая школа, 1973. 320 с.
9. *R Development Core Team.* R: A language and environment for statistical computing. [Электронный ресурс]. - Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2010. (<http://www.R-project.org>).

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА СЫКТЫВКАРСКИХ УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА «МАРС-500»

Ю.Г. СОЛОНИН, А.Л. МАРКОВ, Н.Н. ПОТОЛИЦЫНА, Е.Р. БОЙКО, А.А. ЧЕРНЫХ

Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
solonin@physiol.komisc.ru

Показано, что в группе сыктывкарских участников проекта «Марс-500» их физиологический статус во многом зависит от профессиональной принадлежности (напряженность трудового процесса и условия среды на рабочем месте) и условий проживания на Севере. В связи с особым характером труда у служащих МЧС сердечно-сосудистая система, её регуляторные механизмы и в целом организм находятся в более напряженном состоянии, чем у научных работников. В то же время мобильность в работе и больший контакт с внешней средой повышают адаптационные способности организма служащих МЧС к физическим, ортостатическим и холодовым нагрузкам. Отмечено, что у обследованных мужчин-северян преобладает парасимпатическое влияние на кровообращение, снижены показатели соматического здоровья и наблюдается гиповитаминоз по витамину А.

Ключевые слова: проект «Марс-500», физиологический статус, учёные, служащие МЧС, напряженность труда, влияние Севера, напряжение организма

Yu.G. SOLONIN, A.L. MARKOV, N.N. POTOLITSYNA, E.R. BOJKO, A.A. CHERNYKH. **PROFESSIONAL PECULIARITIES OF PHYSIOLOGICAL STATUS OF “MARS-500” PROJECT SYKTYVKAR PARTICIPANTS**

Physiological status of “Mars-500” Project Syktyvkar participants was found to depend on professional peculiarities especially work intensity and conditions of labour and life in the Russian European North. The cardiovascular system of the Ministry of Emergency Measures (MEM) professional workers and its regulatory mechanisms as well as the whole organism were shown to be in more strenuous condition than those of scientific workers. Simultaneously, work mobility and permanent contacts with environment raise adaptive abilities of MEM employees in relation to physical, orthostatic, and cold loading. Prevailed parasympathetic influence on blood circulation, lower somatic health indices, and A-hypovitaminosis were observed in examined men–Northerners.

Key words: “Mars-500 project”, physiological status, MEM professional workers, labour intensity, the North influences, the organism strain

Сателлитные исследования по наземному эксперименту «Марс-500», имитирующие полет на планету Марс, проводятся в ряде регионов мира [1-4]. Специалисты Института физиологии Коми НЦ УрО РАН приглашены к участию в этой работе. В качестве контроля для экипажа испытателей, находящихся в модуле «марсианского» корабля в Москве, в Сыктывкаре сформирована группа добровольцев-северян, включающая научных работников академических институтов Коми НЦ (от аспиранта до старшего научного сотрудника, в дальнейшем – учёные) и служащих МЧС (от инспектора до начальника отдела).

Из литературы известно, что профессиональная деятельность и условия среды сказываются не только на реакциях организма в процессе труда, но и накладывают свой отпечаток на функциональные показатели и на адаптационные способности организма [5,6].

Цель настоящего исследования – сравнить функциональные показатели организма сыктывкарских участников проекта «Марс-500», представляющих две профессии, различающиеся по напряженности труда и условиям среды в рабочей зоне.

Методика

Для многомесячного медико-физиологического мониторинга (обследования проводятся один раз в месяц в рабочее время) отобрано 26 лиц мужского пола в возрасте 24-49 лет. Это практически здоровые люди, прошедшие поликлиническое обследование и давшие письменное согласие на участие в мониторинге. Эксперимент одобрен локальным комитетом по биоэтике при Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН. В настоящем сообщении представлены данные наблюдения, проведенного в апреле (на Севере – переходный период года).