

ВЛИЯНИЕ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИННОГО ГЕРБИЦИДА МАГNUM И 5-АМИНОЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА СОСТОЯНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ В РАСТЕНИЯХ ОЗИМОГО РАПСА (*BRASSICA NAPUS*)

Аверина Н.Г., Недведь Е.Л., Щербаков Р.А., Тумилович А.В.,
Яронская Е.Б.

*ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»,
Минск, Беларусь*

Гербициды играют огромную роль в современном сельскохозяйственном производстве. Их использование обеспечивает достаточно дешевый и эффективный прирост продукции. Гербициды на основе сульфонилмочевины (СМГ) относятся к препаратам четвертого поколения и интенсивно используются для прополки посевов практически всех основных культур во многих странах мира, в том числе в Беларуси. Под действием СМГ прекращается деление клеток чувствительных к ним видов сорных растений, в результате чего они останавливаются в росте и теряют конкурентность с культурными растениями. Недостатком использования наиболее персистентных препаратов СМГ является их отрицательное последствие на ряд культур, выращиваемых в севообороте. Известно, что применение регуляторов роста растений (РРР) снижает стрессовый эффект некоторых гербицидов на культурные растения. Использование РРР может стать перспективным подходом к снижению нежелательного последствия СМГ на растения, выращиваемые в севообороте. 5-аминолевулиновая кислота (АЛК) – предшественник хлорофилла и гема в биосинтезе, обладает свойствами РРР и в настоящее время препараты на ее основе широко используются в сельском хозяйстве («Pentakeep-V», «Pentakeep Super»). В связи с этим несомненный интерес представляют исследования возможности использования АЛК и ее производных с целью повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды, в том числе к остаточным количествам гербицидов в почвах.

Целью настоящей работы стало исследование влияния СМГ Магnum на состояние антиоксидантной системы в растениях озимого рапса, а также изучение АЛК-индуцированных механизмов устойчивости этой культуры к действию гербицида.

Семена озимого рапса (*Brassica napus*, сорт Зорны) выращивали 7 дней при 25°C и 14-часовом фотопериоде (люминесцентные лампы типа

ЛБ-40, 2200 лк) на воде (контроль), растворах гербицида Магнум в концентрации 200 и 500 мг/л, а также на растворах гербицида совместно с экзогенной АЛК.

Экзогенная АЛК (0,1; 1,0 и 10 мг/л) в присутствии 200 и 500 мг/л Магнума способствовала формированию устойчивости растений к гербициду при оценке морфометрических показателей. Аскорбатпероксидаза (АПР), участвующая в детоксикации пероксида водорода, проявила высокую чувствительность к действию гербицида. При использовании 200 мг/л Магнума активность фермента составила 84 %, а в случае 500 мг/л гербицида – 58 % от активности фермента в семядолях растениях, выращенных на воде (рисунок 1А).

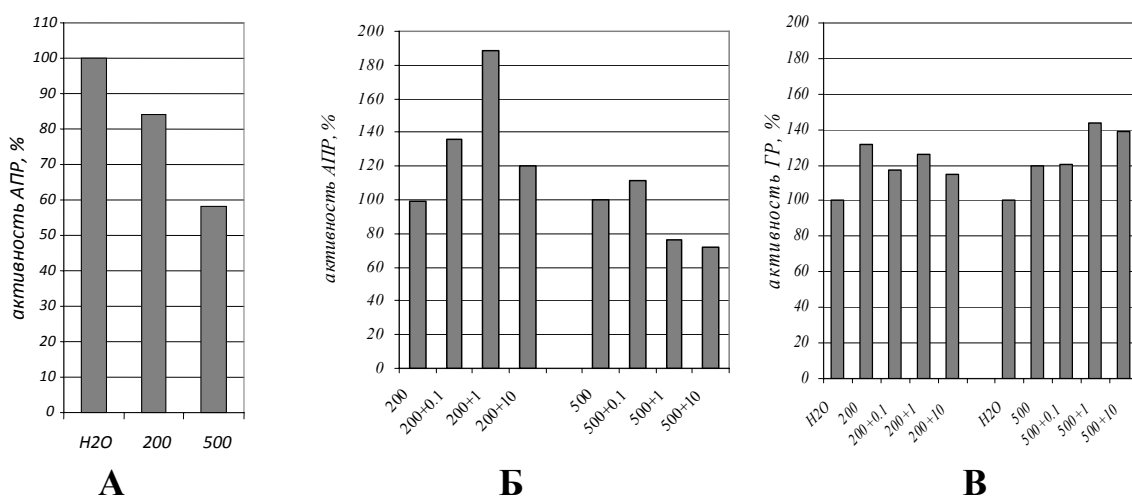
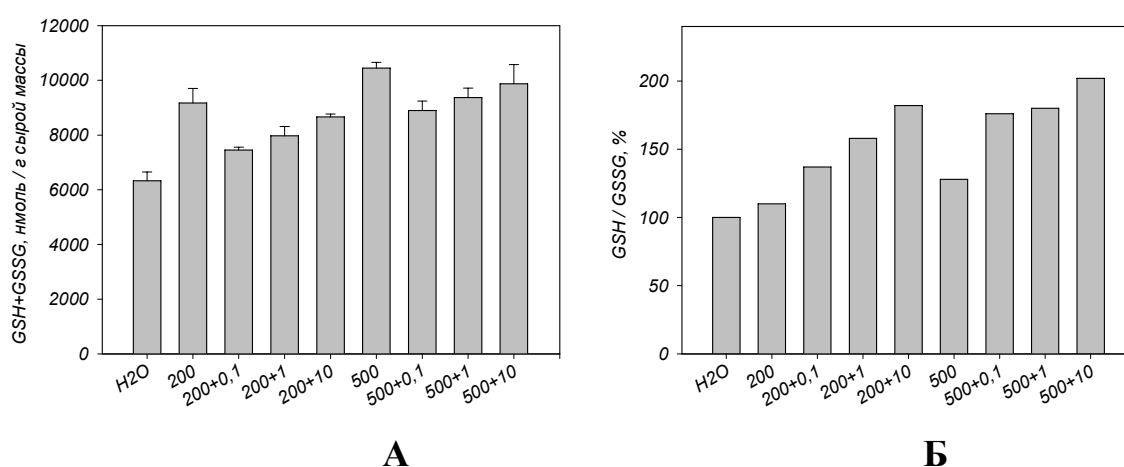


Рисунок 1 – Активность АПР (А, Б) и ГР (В) в растениях озимого рапса, выращенных на воде и растворах Магнума (200 и 500 мг/л) – А, а также на растворах гербицида (200 и 500 мг/л) с добавками АЛК (0,1, 1 и 10 мг/л) – Б и В

Добавление экзогенной АЛК (0,1; 1,0 и 10 мг/л) к раствору гербицида 200 мг/л привело к устойчивому возрастанию активности АПР – 136, 188, и 120 % соответственно по сравнению с активностью фермента в растениях, выращенных на растворе одного гербицида (рис. 1-Б). В случае использования 500 мг/л Магнума незначительное стимулирование активности фермента (11 %) было отмечено только при добавке к гербициду 0,1 мг/л АЛК. Более высокие концентрации АЛК – 1,0 и 10 мг/л, дополнительно снижали активность АПР по сравнению с действием одного гербицида. Так при добавке 10 мг/л АЛК активность фермента составила в отдельных опытах 91; 87; 58 и 72 % от активности фермента в растениях, выращенных на растворе Магнума (500 мг/л).

В отличие от АПР активность глутатионредуктазы (ГР), принимающей участие в восстановлении окисленного глутатиона, существенно возрастала – 131 и 120 % в растениях, выращенных на растворах гербицида 200 и 500 мг/л соответственно по сравнению с растениями водного контроля (рис. 1-В). При добавке к 200 мг/л гербицида 0,1; 1,0 и 10 мг/л экзогенной АЛК наблюдали тенденцию к снижению активности ГР – 91, 95 и 88 %, в то время как при использовании 500 мг/л Магнума была отмечена стимуляция активности фермента – соответственно 101; 119 и 115 % от активности ГР в растениях, выращенных на растворе гербицида (рис. 1-В).



А **Б**
 Рисунок 2 – Суммарное содержание восстановленной (GSH) и окисленной (GSSG) форм глутатиона (А), а также соотношение между ними GSH/GSSG – Б, в растениях озимого рапса, выращенных на воде, растворах Магнума (200 и 500 мг/л), а также на растворах гербицида с добавками АЛК (0,1, 1 и 10 мг/л)

Анализ содержания восстановленного (GSH) и окисленного (GSSG) глутатиона (ГЛ) в растениях, выращенных на растворах Магнума (200 и 500 мг/л), показал устойчивое возрастание их суммы (рисунок 2-А) по сравнению с водным контролем, что свидетельствует о стимуляции биосинтеза ГЛ в условиях адаптации растений к действию гербицида. Добавление к растворам Магнума экзогенной АЛК приводило к снижению общего содержания ГЛ при всех используемых концентрациях аминокислоты, что может свидетельствовать о более низком уровне активных форм кислорода в таких растениях (рисунок 2-А). Однако в присутствии экзогенной АЛК доля восстановленного ГЛ всегда была суще-

ственно выше, чем в случае использования одного гербицида (рисунок 2Б).

Таким образом, выращивание растений рапса на растворах СМГ Магнум приводит к ингибированию АПР и стимуляции ее активности при добавлении к гербициду экзогенной АЛК. Существенную роль в формировании устойчивости растений в период адаптации к действию гербицида играют ГР, а также ее активация и преимущественное возрастание восстановленной формы ГЛ под действием экзогенной АЛК.

РОЛЬ МЕТАБОЛИЗМА АЗОТА В ФОРМИРОВАНИИ СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM VULGARE L.*) И ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM*)

Аверина Н.Г., Щербаков Р.А., Бейзай З.

*ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»,
Минск, Беларусь*

Засоление является одним из основных абиотических факторов окружающей среды, действие которого приводит к угнетению роста и развития растений, снижению их продуктивности и даже к гибели. Глобальное потепление, опустынивание земель в значительной степени способствуют расширению его масштабов, которое в ближайшей перспективе может только прогрессировать. Повышение устойчивости растений к засолению пахотных земель является одной из ключевых задач современного сельского хозяйства и механизмы, формирующие устойчивость растений к солевому стрессу, интенсивно изучаются.

Генетические подходы на пути создания новых, высокоустойчивых к засолению сортов и гибридов сельскохозяйственных растений являются наиболее перспективными. Многообещающей является расшифровка и сверхэкспрессия транскрипционных факторов, регулирующих множество функционально связанных генов, а также выявление участвующих во взаимодействии многих метаболических программ и сигнальных систем белков, изменение уровня экспрессии которых также может привести к значительному усилению стрессоустойчивости. Одним из таких белков является ключевой фермент цепи восстановления нитратов до органического азота – нитратредуктаза (НР, КФ 1.7.1.1-3). Ее активность определяет скорость ассимиляции растением неорганического азота и оказывает решающее влияние на весь азотный метаболизм, ос-