

Н. С. Эйгес¹, Г. А. Волченко¹, С. Г. Волченко¹, Л. И. Вайсфельд¹, В. С. Козлов², Н. В. Донец²

¹Федеральное государственное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля Российской академии наук, Москва, Россия

²ЗАО Агрокомплекс «Рассвет» Московская область, Дмитровский район, Россия

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НЕНАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ, ИНДУЦИРОВАННОЙ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУРАХ С ПОМОЩЬЮ АНТИОКСИДАНТА *ПАРА*-АМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

В статье обобщены результаты выполненных в 70–90-е годы исследований ненаследственной изменчивости, индуцированной с помощью физиологически активного нетоксичного вещества антиоксиданта *пара*-аминобензойной кислоты (ПАБК), уникальные свойства которой были открыты И. А. Рапопортом на дрозофиле. Обсуждаются данные, касающиеся технологии обработки семян ПАБК и её использования в полеводстве, овощеводстве, лесоводстве и семеноводстве.

Посвящается Иосифу Абрамовичу Рапопорту —ученому-генетику Лауреату Ленинской премии, Герою Социалистического труда в год его 100-летия.

Вступление

Данные аспекты исследования разрабатывались нами на основе открытий Иосифа Абрамовича Рапопорта о действии антиоксиданта *пара*-аминобензойной кислоты (ПАБК) на генетические и ферментативные процессы [1, 2]. Начало этих исследований восходит к обнаружению И. А. Рапопортом особых специфических морфозов, возникающих с наиболее высокой частотой и широким спектром изменчивости по сравнению с иными химическими соединениями, выступающими в роли модификаторов, вызывающих морфорзы [1].

И. А. Рапопортом с сотрудниками исследованы такие особенности активации жизненно важных ферментов [2] при вступлении ПАБК в комплексы с ними без образования валентных связей. Было обнаружено репарагенное действие ПАБК на генетическую систему клетки, поврежденную ионизирующей радиацией и ультрафиолетовым излучением, при активации фермента ДНК-полимеразы [3]. Репарагенный эффект ПАБК выражается также в восстановлении целостности поврежденных хромосом в результате уменьшения числа разрывов, что наблюдалось на модельном объекте — *Crepis capillaris* [4]. На основе подобного влияния на хромосомы ПАБК обозначается как генетически значимое соединение антимуtagenного действия. В связи

с активацией ферментов на ненаследственном уровне И. А. Рапопорт назвал ПАБК фенотипическим активатором. Это название подчеркивает отличие действия ПАБК на растения от действия традиционных стимуляторов роста [5–7].

Материалы и методы исследований

Нетоксичное физиологически активное вещество антиоксидант ПАБК применяли с целью изучения её влияния на урожай, элементы структуры урожая разных сельскохозяйственных культур, на адаптивные свойства, защиту от фитопатогенов. В качестве объектов исследования были использованы сорта озимой пшеницы, ярового ячменя, кормовой свеклы, овса и других культур, а также гибриды кукурузы (на силос). В работе дан обзор исследований влияния ПАБК на ряд таксономических единиц. Отработаны наиболее эффективные концентрации ПАБК при замачивании семян в ёмкостях — 0,01–0,05%. При механизированной обработке количество ПАБК составляло: 100–300 г из расчёта на 1 тонну семян в 10 литрах воды (полусухая обработка).

Результаты исследований и их обсуждение

Отличие от стимуляторов роста наблюдалось нами при изучении действия ПАБК на зерновые культуры как при обработке семян [5–7], так и при

опрыскивании растений [8]. Показана специфичность влияния ПАБК на разные фазы развития растений озимой пшеницы [6]. Несмотря на то, что у озимой пшеницы в фазе выхода в трубку наблюдается превышение высоты растений над контролем на 20–30%, к моменту созревания эти различия сглаживаются, так как после выхода в трубку задерживается рост растений и по высоте они не отличаются от контроля или отличаются очень слабо [6]. Растения в опытах с ПАБК выглядят более сильными на протяжении всех фаз развития по сравнению с контролем. Важно то, что полегаетость растений под влиянием ПАБК не возрастает [6] ни в период выхода в трубку, когда высота растений в вариантах опыта выше, чем в контроле, ни в период созревания, когда различие по высоте в опыте и контроле сглаживается.

ПАБК действует гармонично практически на все признаки, определяющие элементы структуры урожая [6, 7], увеличивая число зерен в колосе, массу 1000 зерен, число колосков в колосе, длину колоса, его фертильность. Повышаются всхожесть, перезимовка и выживаемость растений [6, 7]. При этом увеличивается регенерационная способность и продуктивная кустистость. Если число зерен в колосе, масса 1000 зерен, число колосков, всхожесть, перезимовка, выживаемость возрастают в среднем на 10–15%, то продуктивная кустистость возрастает особенно заметно — в производственных опытах на 30–40%, в модельных экспериментах — на 60–80% и более [5–7, 9]. Повышение всхожести, перезимовки, выживаемости, продуктивной кустистости приводит к возрастанию числа продуктивных стеблей на единице площади [9–11], что определяет возможность снижения объемов применяемых гербицидов. Увеличение числа продуктивных стеблей на единице площади связано также с повышением регенерационной способности растений пшеницы. Роль регенерационной способности и продуктивной кустистости тем выше, чем более неблагоприятные условия складываются при перезимовке озимой пшеницы или при летней засухе. Здесь на первое место выходят адаптивные свойства. Это положение требует дальнейшего изучения и необходимости разграничения доли числа продуктивных стеблей, связанных с продуктивной кустистостью, и числа продуктивных стеблей, связанных с регенерационной способностью и адаптивными свойствами. В итоге, впечатляет показатель числа продуктивных

стеблей на единице площади у озимой пшеницы и других злаковых культур [5, 10, 11] по сравнению с контролем, тем более что эти данные были получены не только в модельных экспериментах, но и в производстве. В производстве эти показатели из расчета на 1 м² в среднем составляют: для озимой пшеницы превышение над контролем более чем на 30 продуктивных стеблей, для ячменя — более чем на 50 [10, 11].

Отмечаем, что в модельных экспериментах охват признаков, определяющих структуру урожая, подвергающихся положительному влиянию ПАБК, шире, чем в производстве. В модельных опытах мы видим, что все признаки структуры урожая подвергаются положительному влиянию ПАБК [5–7]. В производственных условиях в разные годы положительное влияние ПАБК чаще сказывается на элементах структуры урожая частично [7]. В зависимости от климатических и почвенных условий под влиянием ПАБК возрастает в одних случаях преимущественно продуктивная кустистость, в иных случаях — продуктивная кустистость и масса 1000 зерен или масса 1000 зерен и число зерен в колосе и так далее. Но важно то, что в производственных условиях всегда отмечается положительное влияние ПАБК на какую-либо часть признаков структуры урожая. Бывает и такая картина, при которой на одни признаки ПАБК влияет более явно, на другие — менее заметно. Однако положительное влияние ПАБК на признаки, определяющие элементы структуры урожая, наблюдается постоянно из года в год, включая неблагоприятные годы. Это обеспечивает стабильно высокие адаптивные свойства в разные годы и стабильное повышение урожайности по отношению к контролю.

Под влиянием ПАБК ослабляются на фенотипическом уровне некоторые нежелательные корреляционные связи между признаками, определяющими структуру урожая [5, 7, 10]. Например, увеличение числа зерен в колосе сочетается с увеличением массы 1000 зерен, повышение числа продуктивных стеблей на единице площади сочетается с увеличением массы 1000 зерен или же масса 1000 зерен сохраняется, не снижая своего значения в обоих случаях. Немаловажно, что при увеличении продуктивности растений под влиянием ПАБК не снижается содержание белка в зерне [5].

Широкие исследования влияния ПАБК на элементы структуры урожая нами проводились,

начиная с 1979 года, в Московской области. В 1979–1982 гг. эти наблюдения были проведены в модельных опытах на экспериментальных полях в Немчиновке Одинцовского района. Начиная с 1983 года, исследования выполнялись в условиях производства в хозяйствах Ногинского, Каширского, Можайского, Одинцовского районов. Основные работы велись в Ногинском районе во всех хозяйствах — Чапаевец, Имени Горького, Ногинский, 50 лет октября (позднее Кудиново). В хозяйствах Чапаевец и Имени Горького исследования проводились на озимой пшенице, яровом ячмене, овсе, кукурузе (на силос), на кормовой свекле. В хозяйствах Ногинский и Кудиново исследования проводились на яровом ячмене и кормовой свекле. В Можайском районе производственные опыты закладывались в хозяйствах Борисово (на яровом ячмене и озимой пшенице) и Клементьево (на озимой пшенице, яровом ячмене и столовой свекле), в Каширском районе (хозяйства Ожерелье и Растовцы) — на яровом ячмене и кормовой свекле, в Одинцовском районе (Конезавод) — на кормовой свекле. После проведения производственных опытов, которые закладывались в четырех повторениях, ПАБК внедрялась в хозяйства на площадях от 200 до 1000 га.

Технологии обработки семян ПАБК были разными в зависимости от культуры и возможностей хозяйства. Вначале, в 1983 и 1984 годах, семена зерновых культур — озимой пшеницы и яровой ячмень замачивались в ёмкостях при концентрациях ПАБК от 0,01 до 0,06% в течение 18–24 часов при объеме жидкости, равной объему замачиваемых семян. При такой технологии обработки превышение урожая над контролем составляло от 40 до 65%, в среднем около 50% по отношению к контролю [10, 11]. Однако замачивание семян в ёмкости перед посевом было недостаточно технологичным. Поэтому была использована иная технология обработки семян пшеницы, ячменя, овса и кукурузы, разработанная совместно со специалистами хозяйства Чапаевец — семеноводом В. К. Лихачевой и главным агрономом Н. А. Коршуновым [8], которая состояла в объединении обработки семян ПАБК с протравителями, чаще фундазолом и байтаном. Предпосевная обработка семян проводилась перед посевом на машинах ПС-10 и Мобитокс-Супер, что давало возможность обрабатывать большое количество семян за единицу времени. Обработка производилась на движущемся

транспортере и занимала несколько секунд. При такой небольшой экспозиции пришлось увеличить концентрацию раствора ПАБК на один–два порядка. При этом обработка проводилась фактически суспензией, так как такая большая навеска ПАБК плохо растворялась даже в горячей воде. Приходилось добавлять прилипатель, чаще ТМТД. На 10 литров раствора при полусухой предпосевной обработке семян обычно использовали от 100 до 300 грамм ПАБК из расчёта на 1 тонну семян. Такой способ позволял оперативно обрабатывать большое количество семян, не задерживая посев. Превышение урожая над контролем было или таким же, как при обработке семян в ёмкости, или несколько ниже [10, 11]. Небольшая экспозиция и небольшое количество раствора, который представлял собой фактически суспензию, препятствовали проникновению вещества к зародышу семени в достаточном количестве. При большей экспозиции это проникновение ПАБК к зародышу семени было бы более значительным. При предпосевной обработке семян кукурузы ПАБК вводили в гифрофобную пленку вместе с протравителем [12].

Замачивание семян в ёмкостях представляет технологичным при работе с мелкосемянными культурами в относительно небольших количествах. Это относится, например, к моркови, петрушке, укропу, луку, многолетним травам и к другим мелкосемянным культурам. Технологично и эффективно замачивать в растворах ПАБК семена овощных и декоративных культур, а также черенки садовых, декоративных и плодовых культур. Хороший результат получается при обработке семян огурцов, томатов и других овощных культур. Семена огурцов замачиваются в растворах ПАБК в тех же концентрациях и в том же объеме, что и семена зерновых культур, т.е. эффективными концентрациями являются 0,01–0,05% при объеме раствора, равном объему замачиваемых семян. Урожай огурцов возрастает на 20–30% благодаря непосредственному физиолого-биохимическому действию ПАБК на зародыши семян, по-видимому, при активации жизненно-важных ферментов. Также урожай повышается благодаря увеличению числа женских цветков и повышению устойчивости к ложной мучнистой росе. В течение вегетационного периода уместны поливы посевов огурцов растворами ПАБК в концентрациях 0,01–0,05%. Наиболее эффективной мы считаем концентрацию 0,05%. На томатах нами

совместно с овощеводами отработана несколько отличающаяся технология. Семена можно замачивать в растворах ПАБК тех же концентраций и проливать рассаду в ящиках до высадки её в грунт примерно 2 раза в неделю. При высадке рассады лунки также желательно пролить раствором ПАБК. При такой технологии наблюдается длительное плодоношение и устойчивость к фитофторозу. Урожай здоровой продукции томатов увеличивается на 30% и более. Повышение устойчивости к фитопатогенам под влиянием ПАБК отмечалось также рядом авторов на разных культурах, например, на озимой пшенице [7], подсолнечнике [13], хлопчатнике [14], на яблоне (по сообщению С. Н. Артюх) и на других культурах.

Заслуживает внимания также технология опудривания семян ПАБК перед посевом [15]. На опудривание хорошо реагировали семена овса в связи с их пленчатой поверхностью, в которой хорошо задерживаются частицы вещества. Затем эти частицы, уже будучи в естественном растворе в почве, проникают в зародыши семян благодаря их сосущей силе. Опудривание семян оказалось достаточно эффективным. Было получено превышение урожая над контролем на 29% [15].

Перспективно использование ПАБК в семеноводстве сельскохозяйственных культур. Это связано с повышением всхожести под её влиянием [6, 10, 11] и с повышением массы 1000 зерен [5]. Повышение массы 1000 зерен связано со снижением ярусности побегов, т.е. с изменением морфологии растения. Изменяется также его фенология, что выражается в том, что происходит менее разновременное созревание колосьев разных порядков при приближении его по срокам к главному колосу. Снижение ярусности побегов разных порядков сказывается на повышении кондиционных свойств семян, так как при более одновременном созревании колосьев разных порядков повышаются выполненность и выровненность зерна, а также повышается масса 1000 зерен [10]. Все это приводит к повышению всхожести семян. Увеличение выполненности и выровненности зерна под влиянием ПАБК, по-видимому, должно отразиться на повышении хлебопекарных свойств.

При неблагоприятных условиях во время созревания и уборки происходит снижение кондиционных свойств семян. При этом всхожесть семян ячменя и озимой пшеницы в разные неблагоприятные годы

составляла 60–70%. Такое снижение всхожести наблюдалось нами, например, в середине 80-х годов в хозяйствах Каширского района Московской области. Предпосевная обработка ПАБК семян с пониженной всхожестью способствовала её повышению в среднем на 15–20%. Таким образом, возросли кондиционные свойства семян, и всхожесть составила 80–90% от 60–70%. Увеличение всхожести, перезимовки, выживаемости, числа продуктивных стеблей на единице площади обуславливает возможность снижения норм высева семян и экономии их при посеве [5], что имеет значение в семеноводстве.

Свойство ПАБК повышать посевные качества семян наблюдалось не только в Московской области, но и в экстремальном регионе Тюменской области, где при коротком лете нередки случаи уборки незрелых семян с пониженной всхожестью. Всхожесть в этой области бывает понижена также в связи с часто повторяющимися дождливыми периодами во время созревания и уборки. Поэтому в регионе Западной Сибири, где часто убирают незрелые некондиционные семена или уборка производится в дождливый период, предпосевная обработка семян ПАБК играет большую роль. Также важно последствие ПАБК в первом поколении после обработки семян, при котором наблюдается повышение урожайности и кондиционных свойств семян при соответствующих изменениях морфологии и фенологии растений, а также возможно повышение хлебопекарных свойств, о чем говорилось выше.

В повышении кондиционных свойств играет роль опудривание семян порошком ПАБК не только семян овса, но и других зерновых культур. Опудривание семян — это самый быстрый способ обработки ПАБК. Этот способ играет большую роль при возобновлении всхожести у селекционно-ценного материала, утратившего всхожесть после 10-летнего и более хранения со времени уборки. В настоящее время, когда возможности генетики и селекции ограничены из-за недостатка средств, мы не всегда можем своевременно возобновлять коллекцию наших ценных мутантов озимой пшеницы путем их пересевов в нужные сроки. Использование ПАБК помогает возобновлять коллекцию. Мы убеждались в этом неоднократно. При большом количестве образцов применять замачивание семян в растворах ПАБК не представляется возможным. Поэтому мы применяем опудривание семян ПАБК перед посевом. Получены обнадеживающие результаты.

Мутантные образцы, потерявшие всхожесть полностью, под влиянием ПАБК возобновляют её на 10–15%. Например, если 100 посеянных семян, не обработанных ПАБК, не дают ни одного всхода, то после опудривания всходы появляются. Их немного — 10–15 растений на 100 посеянных семян. Однако такое количество растений дает возможность возобновлять интересующие нас образцы, утратившие всхожесть. При этом число возобновляемых растений зависит от генотипа образцов, несущих мутации. Мутанты, несущие генные мутации, лучше возобновляются при действии ПАБК. У мутантов с нарушениями структуры хромосом всхожесть теряется раньше и возобновляется она с помощью ПАБК труднее. В работе по возобновлению наших коллекционных образцов участвовало хозяйство Рассвет Дмитровского района. Там в 2011 году площадь возобновления коллекции составляла около двух гектар.

Применение ПАБК полезно при использовании совместно с отдаленной гибридизацией, так как повышается процент завязывающихся семян и повышается фертильность в первом и последующих поколениях отдаленных гибридов.

Ожидается повышение эффективности генетических и селекционных исследований с помощью ПАБК и увеличение возможности использования высоких доз химических мутагенов и ионизирующей радиации, при которых возникают нарушения структуры хромосом. В связи с этими нарушениями генные полезные мутации, индуцированные под влиянием мутагенов одновременно с нарушением структуры хромосом, могут быть не выявлены в результате снижения жизнеспособности в первом поколении. Эти мутации могут быть обнаружены при репарагенном действии ПАБК, повышающем активность ДНК-полимеразы в отношении восстановления нарушенной структуры хромосом. Таким образом, с помощью ПАБК можно расширить возможности изучения и повышения эффективности индуцированного мутагенеза и расширить возможности селекции. При высоких дозах мутагенов, вызывающих нарушения структуры хромосом, а также при использовании мутагенов особо жесткого действия, вызывающих структурные нарушения генетического аппарата клетки во всех используемых дозах, выход генных мутаций, в частности хозяйственно-ценных, очевидно, будет повышен под влиянием ПАБК. Известен пример на модельном

генетическом объекте *Crepis capillaris* [4], где с помощью ПАБК наблюдалось снижение числа разрывов хромосом и их перестроек, вызываемых химическим супермутагеном нитрозометилмочевинной в высоких жестко действующих дозах. При этом автор Н. В. Григорова наблюдала сильный защитный эффект ПАБК: до 28 раз снижался повреждающий эффект от мутагена.

Сотрудниками нашего отдела совместно с О. В. Дорониной в лаборатории культуры тканей выполнены исследования эффективности ПАБК для микроклонального размножения картофеля в хозяйстве Чапаевец Ногинского района Московской области. Добавление ПАБК в питательные среды в концентрациях 0,02–0,05% способствовало увеличению коэффициентов размножения безвирусного посадочного материала картофеля *in vitro* на 28%. Результаты использования разработанной технологии подтвердились в работах по оздоровлению картофеля в культуре тканей в лаборатории сельскохозяйственного института в Восточно-Казахстанской области (станция Защита под Усть-Каменогорском).

Перспективно использование ПАБК в питомниках древесных пород. В нашей стране остро стоит вопрос о возобновлении лесов, особенно там, где они вырубаются или подвергаются действию пожаров. Под влиянием ПАБК ускоряется рост побегов, вследствие чего сеянцы достигают стандартной высоты и диаметра ствола быстрее, чем в контрольных вариантах. Увеличение высоты древесных пород под влиянием ПАБК составляет до 80% по отношению к контролю [16, 17]. Очень ценно снижение поражения древесных сеянцев в питомниках фитопатогенами под влиянием ПАБК, что отмечалось нами совместно со специалистами в лесном питомнике Можайского района Московской области. Здесь сеянцы бывают сильно поражены фитопатогенами, в частности мучнистой росой, в результате чего питомник в значительной степени изреживается. При замачивании семян и опрыскивании растений раствором ПАБК в наиболее эффективных концентрациях (0,01–0,05%) поражение снижалось в 3–4 раза, а жизнеспособность возрастала на 50–70% и соответственно возрастала сохранность растений.

К сожалению, в связи с изменением ситуации в сельском хозяйстве и в частности в лесоводстве ПАБК стала использоваться реже. Однако на сосне

это соединение применяется достаточно часто, чаще, чем на других древесных породах.

Нетоксичность, а следовательно безопасность, подтверждается использованием ПАБК в медицинских целях как антиоксиданта [20], в частности при лечении заболеваний глаз. ПАБК успешно применялась на животных и на птице. При этом они быстрее достигали нужного веса, меньше болели и быстрее размножались [21–23].

Использование в сельском хозяйстве нетоксичного и безопасного препарата — ПАБК показало её значимый экономический эффект разный на разных культурах, что определяет перспективы применения препарата в дальнейшем.

Выводы

Получены результаты положительного влияния ПАБК на урожай зерновых, овощных и кормовых культур, а также на элементы структуры урожая. ПАБК специфически влияет на разные фазы развития и не вызывает полегания зерновых культур. Под влиянием ПАБК возникают изменения в морфологии и фенологии растений, в результате чего перспективно её использование в семеноводстве. При использовании ПАБК в лесных питомниках саженцы скорее по сравнению с контролем достигают требуемых кондиций, менее поражаются фитопатогенами и лучше сохраняются.

Перечень ссылок

1. Рапопорт И. А. Феногенетический анализ независимой и зависимой дифференцировки / И. А. Рапопорт // Труды Института цитологии, гистологии и эмбриологии. — 1948. — Т. 2, Вып. 1. — С. 3–135.
2. Кожевникова Н. А. Влияние пара-аминобензойной кислоты на активность дезоксирибонуклеазы интактного и облученного препарата / Н. А. Кожевникова, И. А. Рапопорт, Е. А. Иваницкая, И. Д. Пудрина // Доклады АН СССР. — 1983. — Т. 273, № 2. — С. 476–479.
3. Рапопорт И. А. Роль пара-аминобензойной кислоты в репарации повреждений, индуцированных УФ- и γ -излучениями / И. А. Рапопорт, С. В. Васильева, Л. С. Давниченко // Доклады АН СССР. — 1979. — Т. 247, № 1. — С. 231–234.
4. Григорова Н. В. Антимитотический и защитный эффект пара-аминобензойной кислоты в опытах с химическими мутагенами на *Crepis capillaris* / Н. В. Григорова // Химический мутагенез и качество сельскохозяйственной продукции [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1983. — С. 262–267.
5. Эйгес Н. С. Особенности влияния ПАБК на фенотип яровой пшеницы и других зерновых культур / Н. С. Эйгес // Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1989. — С. 38–64.
6. Эйгес Н. С. Активация фенотипа с помощью ПАБК / Н. С. Эйгес // Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1989. — С. 143–153.
7. Эйгес Н. С. Закономерности действия пара-аминобензойной кислоты на зерновые культуры / Н. С. Эйгес, Л. И. Вайсфельд // Химический мутагенез и задачи сельскохозяйственного производства. — М: Наука. — 1993. — С. 191–198.
8. Рекомендации по опытно-производственной проверке пара-аминобензойной кислоты (ПАБК) и методика её применения при обработке зерновых культур с целью повышения их урожайности / [Эйгес Н. С., Рапопорт И. А., Вайсфельд Л. И. и др.] // Химический мутагенез и задачи сельскохозяйственного производства. — М.: Наука. — 1993. — С. 199–203.
9. Боме Н. А. Влияние ПАБК на рост и развитие яровой пшеницы, ячменя, овса, гороха / Н. А. Боме, Т. П. Липовцына, Т. Г. Воробьева // Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1989. — С. 86–94.
10. Эйгес Н. С. Влияние ПАБК на сорта озимой пшеницы в условиях производственного опыта / Н. С. Эйгес // Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1989. — С. 38–64.
11. Эйгес Н. С. Изучение разных способов обработки ПАБК ярового ячменя в хозяйствах Ногинского района Московской области / Н. С. Эйгес // Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1989. — С. 99–123.
12. Влияние ПАБК на рост, развитие и урожай зеленой массы кукурузы / [Эйгес Н. С., Вайсфельд Л. И., Лихачева В. В. и др.] // Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1989. — С. 136–142.
13. Белецкий Ю. Д. Влияние ПАБК на продуктивность

- растений подсолнечника и их устойчивость к ложной мучнистой росе / Ю. Д. Белецкий, Е. К. Разорителява // Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1989. — С. 154–155.
14. Эгамбердиев А. Э. Фенотипическая активация урожая хлопчатника при действии ПАБК / А. Э. Эгамбердиев, Б. Г. Сабилов, О. С. Вдовина // Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1989. — С. 172–176.
 15. Влияние ПАБК на урожай овса при разных способах обработки // [Эйгес Н. С., Лихачева В. В., Вайсфельд Л. И. и др.] // Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1989. — С. 129–136.
 16. Родин А. Р. Влияние пара-аминобензойной кислоты на выход стандартных семян сосны и ели / А. Р. Родин, Н. Я. Попова, М. К. Бородин // Химический мутагенез и проблемы селекции [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1989. — С. 277–279.
 17. Зависимость стимуляционного эффекта от состояния семян (на примере сосны крымской) / [Мезин В. М., Коробов И. А., Новак Ю. В. и др.] // Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений [под ред. И. А. Рапопорта]. — М: Наука. — 1989. — С. 197–201.
 18. Заключение Всесоюзного научно-исследовательского института гигиены и токсикологии пестицидов, полимерных материалов и пластических масс (ВНИИГИНТОКС). Киев. — 1985.
 19. Заключение Государственного научно-исследовательского института стандартизации и контроля медицинских биологических препаратов имени Л. А. Тарасевича Министерства здравоохранения СССР от 17.05. Москва. — 1985.
 20. Пара-аминобензойная кислота как антиоксидант / [Акберова С. И., Мусаев Галбинур П. И., Магомедов Н. М. и др.] // Тезисы докл. V междунар. конф. «Биоантиоксидант» 18–20 ноября. — М. — 1998. — С. 103–104.
 21. Шангин-Березовский Г. Н. Развитие и резистентность крупного рогатого скота в зависимости от способа введения биологически активного соединения пара-аминобензойной кислоты / Г. Н. Шангин-Березовский, А. В. Костин // Сельскохозяйственная биология. Серия Биология животных. — 1992. — Т. 6. — С. 128–131.
 22. Рыхлацкая О. С. Повышение инкубационного качества яиц / О. С. Рыхлацкая, Г. Н. Шангин-Березовский, В. Б. Акопян // Проблемы биологии и патологии сельскохозяйственных животных. — 1987. — С. 55–58.
 23. Свечин Ю. К. Влияние пара-аминобензойной кислоты на рост и мясные качества свиней / Ю. К. Свечин, Н. Н. Михеева // Зоотехния. — 1990. — № 1. — С. 53–56.

Рекомендує до друку
Опалко А. І.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ НЕСПАДКОВОЇ МІНЛИВОСТІ, ІНДУКОВАНОЇ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУРАХ ЗА ДОПОМОГОЮ АНТИОКСИДАНТУ ПАРА-АМІНОБЕНЗОЙНОЇ КИСЛОТИ

Н. С. Ейгес¹, Г. А. Волченко¹, С. Г. Волченко¹,
Л. І. Вайсфельд¹, В. С. Козлов², М. В. Донець²

¹Федеральна державна установа науки Інститут біохімічної фізики ім. М. М. Емануєля Російської академії наук, Москва, Росія

²ЗАТ Агрокомплекс «Світанок» Московська область, Дмитрівський район, Росія

Надано характеристику дії фізіологічно активної не-токсичної речовини антиоксиданту пара-амінобензойної кислоти (ПАБК), унікальні властивості якої були відкриті І. А. Рапопортом на дрозофілі. Деякі властивості ПАБК були вивчені нами на різних сільськогосподарських культурах. Досліджено вплив ПАБК на врожай, елементи його структури у озимої пшениці, ярого ячменю, вівса, кукурудзи (на силос). Показано стабільне перевищення врожаїв над контролем у різні роки. Наведені різні технології обробки насіння ПАБК. Показана роль ПАБК при застосуванні в насінництві зернових культур, а також у лісівництві. Перспективне застосування ПАБК в індивідуальних господарствах на овочевих культурах. Зазначається зниження ураження фітопатогенами під впливом ПАБК.

SOME ASPECTS OF THE UNHEREDITARY VARIABILITY, INDUCED ON AGRICULTURAL CULTURES BY MEANS OF ANTIOXIDANT *PARA*-AMINOBENZOIC ACID

N. S. Eiges¹, G. A. Volchenko¹, S. G. Volchenko¹,
L. I. Weisfeld¹, B. S. Kozlov², N. V. Donec²

¹Federal State Institute of Science Emanuel Institute of
Biochemical Physics of Russian Academia of Sciences, Moscow,
Russia

²ZAO Agrocomplex «Dawn» Moscow Region, Dmitrovsky
District, Russia

Description of action of physiologically active substance antioxidant *para*-aminobenzoic acid (PABA), unique properties of which were discovered by I.A. Rapoport on *Drosophila* is given. We have been studied some properties of PABA on different agricultural cultures. Influence of PABA on harvest, elements of harvest structure at winter wheat, spring barley, oat, maize (for silo) was investigated. The stable exceeding of harvests above control in different years is shown. Different technologies of seeds treatment by PABA were given. Role of PABA by application in seed growing of cereals and also in forestry was shown. Application of PABA is perspective in individual economies on vegetable cultures. The decrease of damage by phytopathogenes under influence of PABA is noticed.

УДК 581.522.4:526.43:581.6:581.52 (477.4)

Л. П. Іщук

Білоцерківський національний аграрний університет

ВИКОРИСТАННЯ ЛІАН В ОЗЕЛЕНЕННІ МІСТА БІЛА ЦЕРКВА

На підставі проведених досліджень, нами встановлено, що у зелених насадженнях м. Біла Церква росте 15 багаторічних і п'ять однорічних видів ліан. Майже всі вони зимостійкі і посухостійкі, мають високу декоративність і заслуговують широкого впровадження в озеленення міста.

Вступ

Важливу роль у впорядкуванні сучасного міста відіграє вертикальне озеленення, яке, збагачуючи і доповнюючи архітектурне обличчя будинків і цілих комплексів, робить його виразнішим. Швидкість росту, багатогранність форм і відтінків листків та плодів, здатність витких рослин легко піддаватися формуванню, відкривають необмежені можливості для використання їх у впорядкуванні міста. Широко використовуються виткі рослини для озеленення огорож, підпирних стінок, укосів, різноманітних господарських будівель, пергол, трельяжів, альтанок, ваз та інших малих форм садово-паркової архітектури. Ліани можна використовувати там, де розміщення дерев і кущів через недостатню площу є неможливим [2, 4, 9].

Проте сьогодні використання ліан ігнорується ще при проектуванні, нормативи розміщення їх відсутні, обмежений асортимент у розсадниках. Від цього погіршується загальний вигляд одноманітної забудови і екологічні умови міста. Майже не використовується декорування багаточисельних малоцікавих господарських споруд інженерної структури міста, відсутні виткі рослини і в промисловій архітектурі.

Матеріали та методика досліджень

За офіційними даними, м. Біла Церква — найбільше місто Київської області, з околицями займає територію 34501,4 га. Площа житлової забудови — 2283,0 га. Загальна площа існуючих насаджень зони міста 11076,3 га, площа зелених насаджень міської території — 2508 га, а площа