

УДК 630:54; 632.93:631.531

ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

К. Е. Овчаров и М. И. Штильман

Значительное внимание уделено действию на семена различных регуляторов роста растений и витаминов. Особое место занимает возможность применения химических веществ для изменения наследственных особенностей растений, а также использование специальных полимерных пленок для покрытия семян. Большое значение имеет локальное внесение вместе с семенами веществ, предохраняющих как семена, так и проростки от различных вредителей и заболеваний.

Библиография — 575 наименований.

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Введение	1282
II. Вещества, стимулирующие и ингибирующие прорастание семян	1283
III. Химические мутагены	1293
IV. Обработка семян средствами защиты растений	1293
V. Пути нанесения химических веществ на семена	1303

I. ВВЕДЕНИЕ

Еще в 1800 г. основоположник науки физиологии растений Жан Сенебье в своем многотомном труде отметил, что внимание химиков нужно привлечь к процессам роста растений¹. Уже через сто лет, выступая в 1901 г. в Московском университете с речью «Столетние итоги физиологии растений» К. А. Тимирязев смог констатировать, что «химия и физика, придя на помощь физиологии растений, в течение одного века дали человеку возможность расширить права жизни и сократить власть смерти — большего значения своей полезности не может предъявить никакое знание»².

В настоящее время применение химических веществ в растениеводстве приобрело громадное значение. Это особенно ярко проявилось при разработке вопросов, связанных с корневым питанием растений, производством и применением удобрений. В последние десятилетия внимание исследователей привлекли синтез и исследование химических веществ, способных управлять ростом и развитием растений. Значительную роль в развитии этих исследований в нашей стране сыграла организация в 1946 г. С. С. Наметкиным в Институте физиологии растений АН СССР лаборатории синтеза физиологически активных веществ. Получение высоких урожаев в настоящее время невозможно без широкого применения различных средств защиты растений.

Одним из наиболее удобных, а в ряде случаев единственным способом применения используемых в сельском хозяйстве химикатов (пестицидов) является обработка семян растений. Она играет большую роль в борьбе с микроорганизмами и вредителями, снижает потери семян как при хранении, так и при прорастании. Повышение полевой всхожести семян достигается путем предпосевного обогащения их жизненно необходимыми соединениями и веществами, регулирующими прорастание и

рост. Значительный практический интерес представляет использование для покрытия семян полимеров, что позволяет решить ряд важных задач.

Несмотря на то, что получение, свойства и применение пестицидов отражено в большом числе обзоров и монографий (например³⁻⁸), химическая обработка семян во всем комплексе вопросов в последние годы рассматривалась недостаточно детально. Следует упомянуть монографии^{9, 10} *.

В данном обзоре, не претендуя на полноту охвата литературных данных и не затрагивая вопросов, связанных с биологией прорастающего семени, мы хотели бы рассмотреть основные классы химических веществ, применяющихся для обработки семян, и некоторые аспекты их действия. Нами использованы сведения, опубликованные в основном за последние 15—20 лет как в оригинальной, так и в реферативной и библиографической литературе.

II. ВЕЩЕСТВА, СТИМУЛИРУЮЩИЕ И ИНГИБИРУЮЩИЕ ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН

Способы обработки семян регуляторами роста стали развиваться в последние 40 лет, причем ряд широко изучаемых в настоящее время групп регуляторов был открыт только в последние два десятилетия. Количество публикаций, касающихся действия регуляторов на процессы прорастания семян, непрерывно увеличивается. Можно отметить ряд монографий, обзоров и сборников, в какой-то мере систематизирующих эту информацию^{9, 10, 13-22}.

Обычно к регуляторам роста растений относят стимуляторы и ингибиторы роста, гербициды (вещества, вызывающие гибель), десиканты (вещества, высушивающие растения), дефолианты (вещества, вызывающие опадение листьев). Две последние группы регуляторов для обработки семян не применяются и ниже рассматриваться не будут.

Регуляторы роста широко представлены в растениях, являясь продуктами нормального обмена. Такие вещества часто называют фитогормонами. Наряду с естественными регуляторами роста широко изучаются синтетические препараты, с помощью которых также удается регулировать жизнедеятельность растений. В этом случае явление **стимулирования** возникает вследствие того, что химические вещества несколько (обычно незначительно) нарушают нормальное функционирование живой системы. Наблюдаемое при этом усиление метаболизма представляет собой своеобразную защитную реакцию организма, направленную на быстрое восстановление нормального обмена⁵.

В зависимости от концентрации регулятора роста его действие может быть различным. Так, в небольших концентрациях он оказывает стимулирующее действие, при повышении концентрации тормозит обмен, а при дозах, превышающих дозу торможения, приводит к гибели растения.

Большей частью в качестве синтетических регуляторов применяют различные органические вещества. Ниже рассмотрены основные группы этих соединений, используемые для предпосевной обработки семян.

1. Ауксины

Первый ауксин был выделен в 1931 г. Кегелем и Хаагеном²³. Выделенному препарату они дали название «ауксин» — вещество, вызывающее рост и растяжение клеток, — и тем самым ввели в научный оборот

* Первые сводки работ по обработке семян различными веществами относятся к 1763 и 1876 гг.^{11, 12}.

новый общий термин. Через некоторое время они выделили второй ауксин, а затем и третий, названный «гетероауксином», который при исследовании оказался β -индолилуксусной кислотой (ИУК). Индолилуксусная кислота была позже обнаружена во многих растениях.

Синтез ИУК легко осуществим. Этим объясняется широкое изучение ИУК в качестве стимулирующего регулятора роста растений.

В дальнейшем было выяснено, что ауксинной активностью обладают другие кислоты, например, содержащие в алифатическом радикале ароматическое карбо- или гетероциклическое кольцо²⁴.

Наиболее широко используемой для обработки семян группой ауксинов являются карбоновые кислоты, производные индола: β -индолилуксусная, β -индолилпропионовая, β -индолилмасляная, а также их эфиры, соли, амиды.

Впервые в нашей стране Холодный²⁵ провел исследование влияния гетероауксина на прорастание семян и продуктивность растений. Отзывчивость на такую обработку была подтверждена в более поздних работах многими авторами. Так, было показано, что предпосевное замачивание семян риса в растворах ауксина повышает их всхожесть при прорастании в незатопленной почве, тогда как в условиях затопления этот эффект исчезает²⁶. ИУК повышает энергию прорастания семян моркови на 9,0, а лука на 9,4%, и всхожесть, соответственно, на 5,6 и 13,7%²⁷. Она стимулирует прорастание семян бобов²⁸ и ряда других растений²⁹⁻³¹. Выдерживание семян яблони в 0,01—0,001%-ном растворе ИУК в течение 30 мин. увеличивает их всхожесть на 10,6—18,1%³².

Высокая физиологическая активность ауксинов указывает на участие этих соединений в основных процессах обмена веществ. Так, ИУК участвует в фосфорном обмене растений³³, повышает активность 3-нуклеотидазы³⁴, усиливает окислительное фосфорилирование, активирует поглощение воды³⁵. Под влиянием ИУК повышается связывание кальция рибонуклеиновой кислотой³⁶. Показано, что активация проростков хлопчатника, выросших из семян, обработанных ауксином в оптимальной концентрации, сопровождается усилением синтеза нуклеиновой кислоты (НК) и особенно рибонуклеиновой кислоты (РНК)³⁷.

Большой интерес представляют данные о взаимосвязи действия ауксинов с действием других ростовых веществ. Так, Маклеод и Палмер³⁸ показали, что ИУК улучшает условия для зависящего от гиббереллинов синтеза α -амилазы. Зависимость действия гибберелловой кислоты от наличия в растениях ауксинов была подтверждена работой³⁹.

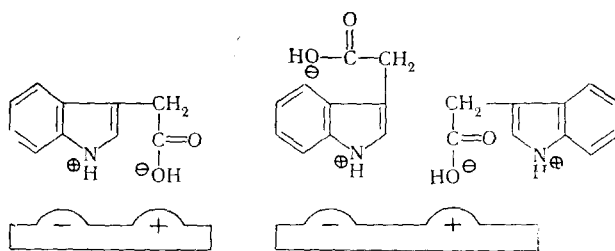
Действию ауксинов на растения посвящен обзор⁴⁰.

Открытие ауксинов и их высокая эффективность в ростовых процессах привлекли внимание многих исследователей. В дальнейшем область исследований ауксинов значительно расширилась. Наряду с изучением ответных реакций растений на обработку ауксинами были предприняты попытки синтеза новых химических веществ, обладающих ауксинной активностью. В частности, было установлено влияние введения заместителей в молекулу гетероауксина. Например, ауксинную активность подавляет большинство заместителей в пиррольном кольце⁴¹. Введение в положение 2 галоида, однако, повышает ее⁴². α -Замещенные индолилуксусные кислоты обладают значительно меньшей активностью, чем их β -аналоги⁴³. Оказалось, что ауксинными свойствами обладают также кислоты, производные нафталина: α -нафтилуксусная (НУК), α -нафтилпропионовая, α -нафтилмасляная. С другой стороны, β -замещенные нафталина значительно менее активны⁴⁴. Эфиры кислот применяют в том случае, когда требуется получить раствор стимулятора в неполярном растворителе.

НУК часто используют для обработки семян различных растений для стимулирования прорастания и развития проростков. В частности, эта кислота была применена для обработки семян пшеницы⁴⁵, томата⁴⁴, красной смородины⁴⁶, моркови⁴⁷, подсолнечника²⁹, кукурузы⁴⁸.

Наряду с кислотами ряда индола и нафталина стимулирующим действием обладают кислоты, содержащие фенильный радикал, например, фенилуксусная и феноксиуксусная. Эти кислоты с заместителями в фенильном ядре часто обладают гербицидными свойствами, однако в малых концентрациях и они оказывают стимулирующее действие. Так, 2-метил-4-хлорфеноксиуксусная, 2-оксиметил-4-хлорфеноксиуксусная и 2-формил-4-хлорфеноксиуксусная кислоты стимулируют прорастание семян и развитие проростков ячменя⁴⁹, томатов и фасоли^{50,51}. В малых концентрациях стимулирующее действие оказывает 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д) и ее эфиры, например, при обработке семян сосны, ели, акации, ясени и дуба⁵², однолетних сорняков⁵³, пшеницы⁴⁵, сходную активность проявляют также замещенные фенилмасляные кислоты⁵⁴ и эфиры α -индолилглиоксалевого кислоты⁵⁵.

Следует отметить, что семена и проростки весьма чувствительны к избытку ауксинов. Это проявляется как в снижении всхожести, так и в торможении ростовых процессов. Предложена схематическая модель, объясняющая это явление и предполагающая двухточечное взаимодействие молекулы ауксина и ферментных центров с образованием стимулирующего рост ауксинорецепторного комплекса⁵⁶:



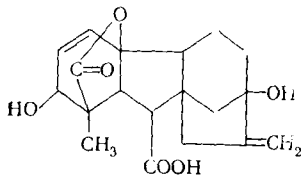
При больших концентрациях ИУК на активном участке фермента адсорбируются две молекулы ауксина и требуемого химического превращения не происходит.

Изучение ответной реакции семян на обогащение их ауксинами позволило выявить физиологическую роль ауксинов в жизнедеятельности семян и вместе с тем способствовало поиску новых стимуляторов роста растений.

2. Гиббереллины

Первый из гиббереллинов (впоследствии названный гиббереллином A_1) получен в 1937 г.⁵⁷. Затем был выделен ряд гиббереллинов, в том числе наиболее часто применяемый в практике гиббереллин A_3 — гибберелловая кислота (ГК), которая наиболее активна из ныне известных 37 гиббереллинов. Сравнение активности ряда гиббереллинов при прорастании семян салата провели Лона и Фиоретти⁵⁸. Ряд новых гиббереллинов описан совсем недавно^{16, 59}.

Гибберелловая кислота, как и другие гиббереллины, является производным флуорена³²⁰:



В промышленности наиболее часто гиббереллины выделяют из гриба *Fusarium moniliforme* Sheld. Отечественный кристаллический препарат гиббереллина A_3 содержит в качестве примесей к ГК некоторые другие гиббереллины, что расширяет спектр действия препарата и повышает его эффективность. С 1968 г. в нашей стране начат выпуск дешевого препарата — «гибрелата», содержащего $\sim 10\%$ активного начала. Опыты показали его эффективность⁶⁰. В настоящее время проводятся работы по получению гиббереллинов синтетическим путем⁶¹.

Действию гиббереллинов посвящен ряд обзоров^{62–64}. Их химическое строение обсуждено в обзоре⁶⁵.

Несмотря на то, что гиббереллины содержатся в растениях и семенах, последние весьма отзывчивы на обработку этим фитогормоном. Так, положительные результаты получены при обработке семян хлопчатника^{66, 67}, пшеницы^{68, 69}, гороха^{69–71}, ячменя^{68, 72}, огурцов⁷³, кукурузы^{70, 74}, фасоли, петрушки⁷⁰, салата^{75, 76}, капусты⁷⁷, редиса⁷⁸, бобов⁷¹, белладонны^{79–81}, жень-шеня^{82, 83} и ряда других растений^{84–90}. Большое количество работ посвящено действию гиббереллинов на прорастание семян некоторых видов древесных пород с труднопрорастающими семенами (липа, ясень, граб)^{91–99}. Такая обработка гиббереллинами увеличивает всхожесть и энергию прорастания семян^{68, 71, 78, 91}, повышает интенсивность дыхания¹⁰⁰. У пшеницы и ячменя был отмечен дружный, интенсивный рост и хорошее развитие корневой системы⁶⁸ (что, как правило, не характерно для гиббереллинов). Для бобовых и гороха хорошие результаты были получены при повышенной влажности почвы⁷¹.

Действию гиббереллинов может способствовать предварительное охлаждение⁸⁴ и освещение семян¹⁰¹. Эти и другие факты говорят о том, что положительное действие гиббереллинов зависит от состояния семян, вида растения, а также от окружающих условий. Так, было показано, что при одинаковых условиях обработка семян ГК стимулирует прорастание капусты, но может угнетать морковь и томат⁷⁷. Некоторые растения, правда, оставались нечувствительными к такой обработке⁹². У 304 изучавшихся сортов риса более длительным периодом покоя отличаются семена южного происхождения. Эти семена оказались особенно чувствительными к обработке гиббереллином¹⁰². Заблаговременная обработка семян пшеницы в условиях длительного хранения оказалась нецелесообразной, так как снижала посевные качества семян¹⁰³. В практике суммарное количество гиббереллинов определяется фотометрически¹⁰⁴, а физиологическая активность препаратов — при помощи биопробы, например, на карликовом горохе⁶⁰.

В том, что касается механизма действия гиббереллинов, следует отметить работы Палега¹⁰⁵ и Йомо¹⁰⁶, которые опубликовали данные о роли ГК в образовании гидролитических ферментов эндосперма прорастающего ячменя. В дальнейшем работы в этой области проводились весьма интенсивно, и в настоящее время исследованиями на семенах ячменя^{38, 107–113} основные детали механизма действия выяснены. Подробный обзор регуляторных механизмов прорастания семян опубликован Заболоцким¹¹⁴.

Предполагают, что образованию ГК при прорастании семян предшествует синтез РНК и белка в зародыше, обусловленные, в свою оче-

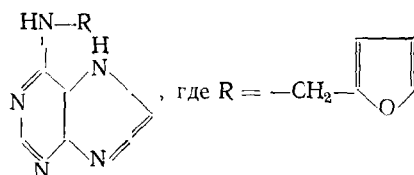
редь, деятельностью определенных генов²¹. Синтезированный гиббереллин поступает в эндосперм, где вызывает активирование ряда ферментов: α -амилазы, протеазы, рибонуклеазы и др. Последние поступают в запасную ткань и расщепляют там крахмал, белки и другие вещества. Продукты их расщепления обеспечивают нормальное развитие проростка. ГК также усиливает гликолиз и деятельность цикла поликарбоновых кислот⁷⁹. Действие гиббереллинов способствует росту растений путем растяжения клеток, а не стимулирует делением клеток^{86, 115, 116}. Такое растяжение способствует лучшему прорастанию семян.

В семенах установлено наличие антагонистов гиббереллинов. Это дало основание считать, что положительное действие гиббереллинов при обработке семян связано с нейтрализацией ингибиторов⁵⁷⁰. Из синтетических соединений антагонистом гиббереллинов является хлорхолинхлорид¹¹⁷, применяемый для борьбы с полеганием пшеницы и других возделываемых культур.

Обработка семян гиббереллинами позволила более полно понять причины положительного действия света и низких температур. Оказалось, что обогащение семян этим фитогормоном заменяет стимулирующее действие света и температуры на прорастание семян^{86, 118}. Показано, что эти факторы внешней среды стимулируют биосинтез гиббереллинов в семенах.

3. Кинины

В последние годы внимание исследователей привлекают кинины, участвующие в биосинтезе белков, хлорофилла и других жизненно необходимых соединений^{22, 119}. Кинины широко распространены в семенах. Они обнаружены в семенах кукурузы, подсолнечника, сливы, персика и других растений^{120, 121}. Кинины являются производными аминопурина; наиболее известен из них 6-(2-фурилметил) аминопурин или «кинетин»:



Со времени получения кинетина и установления его высокой физиологической активности прошло всего 18 лет¹²², однако уже изучено много его аналогов. Так, 6-бензиламинопурин превосходит кинетин по активности¹²³. Очень высокой активностью обладает другой природный кинин — зеатин ($R = CH_2-OH = C(CH_3)-CH_2-OH$), выделенный в 1967 г. из семян кукурузы¹²⁴. Стимулирующим действием отличаются многие другие производные пурина, в частности, те, что содержат в положении 6 группировки NRR' и SR'' (R, R' и R'' — водород или органические радикалы).

Например, в опытах по проращиванию семян редьки и картофеля активными оказались 6-аминопурин и азотзамещенные аминопурины¹²⁵. 6-Бензиламинопурин повышает всхожесть семян салата¹²⁶, а также длительно хранимых семян гороха, люпина, кукурузы и ячменя^{127, 128}. Для обработки семян применялись и некоторые другие аминопурины¹²⁹. Сам кинетин прерывает покой семян бука, орешника и рябины¹³⁰, стимулирует прорастание семян лука-латука, в том числе и обработанных ингибитором^{131, 132} семян салата¹³³.

Так же, как и гиббереллины, кинетин на первой стадии усиливает синтез нуклеиновых кислот. На втором этапе действия, в отличие от гиб-

береллинов, стимулирующих процессы растяжения клеток, кинетин стимулирует процессы деления клеток¹³⁴⁻¹³⁸. Установлено, что кинетин и его аналоги влияют в основном на процессы, связанные с репликацией ДНК в клетках. Отмечается, что под действием кинетина в клетках усиливается синтез РНК и белка, стимулируется формирование рибосом¹³⁹.

Кинины могут задерживать старение растений. Так, при обработке кинетином удавалось возвращать окраску у изолированных пожелтевших листьев¹⁴⁰. Наконец, кинины восстанавливают жизнеспособность облученных растений. Например, после действия 6-бензиламинопурина на облученные семена пшеницы удавалось получить жизнеспособные колосья¹⁴¹.

Дальнейшее изучение химии и биологического действия кининов представляет большой интерес.

4. Витамины

Семена всех растений содержат определенные количества витаминов, играющих важную роль в процессах прорастания и развития проростков. Содержание в семенах витаминов зависит от многих факторов и, в частности, от условий внешней среды. Поэтому в семенах иногда накапливается необходимое для прорастания количество витаминов, а иногда их не хватает. Хотя по мере прорастания содержание витаминов увеличивается, при неблагоприятных условиях весны накопление некоторых витаминов идет недостаточно для нормального течения физиологических процессов. Наличие в семенах авитаминов и ферментов, разрушающих витамины, еще больше увеличивает дефицит витаминов в прорастающих семенах. Понятно поэтому, что обеспечение таких семян некоторыми витаминами нормализует обмен и стимулирует их прорастание.

Такое действие витамина РР (никотиновой кислоты) установлено в отношении семян хлопчатника^{142, 143}, citrusовых¹⁴⁴, винограда¹⁴⁵. Отзывчивыми на обработку витамином РР оказались и семена гороха, сорго, огурцов, пшеницы и свеклы. Обработка витамином РР повышает всхожесть семян, усиливает развитие растения и вызывает рост их урожайности^{146, 147, 148}. Под влиянием этого витамина улучшаются и наследственные особенности пшеницы, что проявляется в большом развитии вегетативных частей, в лучшей озерненности колоса, в увеличении веса семян и повышении содержания белка^{149, 150}. При обработке семян лимона, апельсина и грейпфрута значительно увеличивается количество семян, способных давать несколько проростков¹⁴⁴.

Скрабка¹⁵² установил, что в семенах пшеницы с пониженной всхожестью и в семенах, прорастающих в анаэробных условиях, снижено содержание витамина С и глутатиона. Обогащение семян витамином С и глутатионом заметно повышает всхожесть таких семян. Положительное действие витамин С оказывает и на прорастание других семян^{88, 153, 155}.

Отзывчивыми оказались семена также на обработку биотином. Эта отзывчивость растет по мере созревания. Реакция на воздействие биотина у разнокачественных семян неодинакова. Как правило, семена из средней части початка кукурузы более отзывчивы на обогащение биотином. Менее активен биотин по отношению к семенам из верхней части початка¹⁵⁶.

Предпосевная обработка семян льна, гороха, редиса, гречихи, моркови витамином В₁ улучшает их прорастание и увеличивает урожайность¹⁴⁶. Положительное действие этого витамина установлено в отно-

шении семян хлопчатника^{143, 158, 159}. У хлопчатника под влиянием обработки семян витамином В₆ усиливаются ростовые процессы¹⁴².

Наблюдаемое биологическое действие витаминов связано не только с нормализацией обмена, в котором принимает участие тот или иной витамин, но и с последующим изменением состава почвенной микрофлоры⁹. Например, предпосевное обогащение витаминами В₁, В₂ и РР семян бобовых стимулирует более интенсивное образование корневых клубеньков и азотфиксирующих бактерий, что улучшает обеспечение растений азотом и усиливает процессы роста и развития возделываемых культур^{146, 161}.

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что семена ряда растений испытывают недостаток в некоторых витаминах. Поэтому своевременное удовлетворение таких семян витаминами интенсифицирует обмен веществ, повышает их всхожесть, усиливает процессы роста и развития растений.

5. Другие органические вещества

В семенах широко представлены органические кислоты. Интенсивное их образование происходит и при прорастании семян¹⁶². Образующиеся органические кислоты используются в процессе дыхания, а также для синтеза аминокислот и других жизненно необходимых соединений. Однако в ряде случаев таких соединений бывает недостаточно для нормального обмена, и обработка ими семян оказывает положительное действие на ростовые процессы.

Так, при обработке семян кукурузы¹⁶³, хлопчатника¹⁶⁴, гороха¹⁶⁵, пшеницы^{153, 165, 166}, ячменя и ржи^{166, 167} янтарной кислотой прорастание семян улучшается. Улучшение прорастания семян и интенсификация дальнейшего роста наблюдается также для других растений¹⁶⁷⁻¹⁷³. Наилучшие результаты получаются при обработке семян, произрастающих в условиях недостатка влаги и кислорода¹⁶⁶. Прирост урожая пшеницы вызывает не только янтарная, но также лимонная, яблочная и фумаровая кислоты¹⁵³. На семена редиса и огурцов янтарная кислота действует более активно, чем фумаровая¹⁷⁴. Стимулирующим действием обладают и некоторые аналоги янтарной кислоты, например, додецил-янтарная кислота¹⁷⁵.

Действие поликарбоновых кислот на семена обсуждено также в ряде работ^{121, 176-178}.

Усиление прорастания семян наблюдается и при воздействии на них некоторых других кислот, например, аминокислот^{179, 180, 181}, кетокислот¹⁸¹; фенилборной кислоты¹⁸², нафтенных кислот¹⁸³⁻¹⁸⁷, хинон-карбоновых кислот^{188, 189}, коричной кислоты^{171, 190}, 1,2-бензоциклопентен- и 1,2-бензоциклооктен-3-карбоновых кислот¹⁹¹, цедренкарбоновой¹⁹² и ряда других кислот^{193, 194, 195}. Установлено, что семена пшеницы, ячменя и некоторых других растений чувствительны к действию муравьиной и уксусной кислот (см. ¹⁰, стр. 200). Следует отметить, что в ряде случаев прорастание семян ускоряют и неорганические кислоты^{196, 197}.

Многие вещества, относящиеся к другим группам органических соединений, также оказывают влияние на прорастание семян. Фенолы (гваякол, флороглюцин, пиракатехин) стимулируют рост семян ржи, свеклы, сельдерея, моркови и ольхи¹⁹⁸, а гидрохинон — рост семян пшеницы и гороха¹⁹⁹. В других случаях отмечалось, что фенолы (таннин, гваякол, галловая кислота и др.) задерживали или полностью подавляли рост²⁰⁰. Ванилин и ферулловая кислота в малых концентрациях стимулируют прорастание, увеличивают всхожесть семян и развитие проростков¹⁷¹.

Разработан метод получения активных производных фурана, вызывающих при обработке семян пшеницы лучшее развитие корневой системы, вегетативной массы и повышение урожая²⁰¹⁻²⁰⁴.

Стимулирующим действием обладают производные и некоторых других гетероциклов. Так, добавление к протравителям семян или использование в качестве составной части замачивающих растворов производных имидазола стимулирует рост, повышает урожай растений, а также их устойчивость к увяданию. При этом наибольшей активностью обладают 1-циан-2-метил-5(6)-нитробензимидазол, 1-цианэтил-5(6)-нитробензимидазол, 5(6)-нитробензимидазол^{205, 206}, 2-метил-5-нитробензимидазол, 2-метил-5-аминобензимидазол, 2-диэтиламинобензимидазол¹⁷¹ и ряд других имидазолов²⁰⁸. Хорошие результаты дало применение для обработки семян amino-, окси- и меркаптопроизводных пиримидина^{209, 210}.

Применение алкилкарбаматов способствует развитию корневой системы кукурузы и одновременно уменьшает высоту растений²¹¹.

Галоидсодержащие спирты — 2-хлорэтанол²¹², 1,2-дибром-3-хлорпропанол²¹³, N-замещенные хлорацетамиды²¹⁴, дибромэтан²¹³, этиленхлоргидрин⁶⁷, производные 1,1-диарилциклогексанола²¹⁵ ускоряют прорастание семян. В ряде случаев предварительная обработка семян спиртами облегчает проникновение в них влаги²¹⁶.

На примере семян томата и горчицы было показано положительное действие аденина и некоторых его производных²¹⁷. Полезной для прорастания семян гороха и томата оказалась салицилгидроксаметовая кислота²¹⁸. Семена пшеницы и гороха лучше прорастают после обработки производными циклогексана и циклогексена, содержащими окси- и кетогруппы²¹⁹, семена зерновых культур — растворами меламина и этаноламина²²⁰. Указывается на интенсификацию прорастания семян под действием стрептомицина²²⁴, ацетона²²², сахарозы и гексозы²²³, хлоридов некоторых цианиновых красителей²²⁴.

На семена кок-сагыза и салата положительное действие оказывает тиомочевина²²⁵⁻²²⁸. Более активны испытанные на семенах пшеницы N-алкил-N'-арилмочевины²²⁹. При совместном действии тиомочевины и ИУК на семена овса был обнаружен синергический эффект²³⁰. Сухой вес корней увеличивается при замачивании семян гороха, ячменя и льна в растворе гликолимочевины²³¹, семян салата-латука — в растворе метилмочевины¹³².

Стимулируют прорастание также некоторые нитросульфонамиды²⁸², смеси марганцевых солей низших карбоновых кислот²⁵³, амины^{101, 234} и другие синтетические вещества²³⁵.

Как известно, существенное значение имеет обеспечение семян кислородом. Очевидно, с этим связано положительное действие перекиси водорода на семена риса²³⁶, сахарной свеклы²³⁷, табака²³⁸, пшеницы⁹. Ускорение прорастания и повышение процента всхожести семян достигается при действии на них перекисей бензоила, галоидбензоила, гидроперекиси метана, трет-бутилпербензоата²³⁹.

Могут влиять на прорастание семян и различные препараты, защищающие растения от болезней и вредителей. Так, в ряде случаев отмечалась повышенная всхожесть семян некоторых культур после обработки их протравителями²⁴⁰⁻²⁴⁸. Некоторые системные пестициды оказались токсичными для семян²⁴⁹. Могут угнетать семена также биологически активные соединения, содержащие сульфогруппы²⁵⁰.

Интересно применение этилена для выведения семян из состояния покоя^{126, 251}.

Имеются указания на стимулирование прорастания семян и некоторыми неорганическими веществами — цианамидом кальция^{9, 252}, слабыми растворами щелочей¹⁹⁷. Выдерживание семян в растворах солей металлов (калия, кальция) и галогидводородных кислот повышает накопление аминокислот^{161, 253}.

Список химических соединений, испытанных в качестве веществ, регулирующих скорость прорастания семян, можно было бы значительно расширить. Однако анализ выполненных работ позволяет прийти к заключению, что большинство их не связано с познанием механизма действия этих веществ, а преследует цель выяснить, является ли данное соединение стимулятором прорастания семян и роста растений. Конечно, такие работы, несмотря на их полезность, мало дают для познания прорастания семян и механизма действия на них тех или иных соединений. В то же время решение такой задачи было бы неоценимой услугой практике сельского хозяйства.

6. Ингибиторы и гербициды

Семя является сложной биологической системой, жизнь которой регулируется стимуляторами и ингибиторами. На присутствие в семенах ингибиторов указывалось давно^{254, 255}. Позднее они были обнаружены во многих семенах^{256—258}. Их количество и природа зависят как от наследственных особенностей растений, так и от физиологического состояния семян. Так, вытяжки из 60-дневных зеленых семян гороха сильнее задерживали развитие проростков маша, чем вытяжки из спелых семян²⁵⁹. Со снижением содержания ингибиторов связано прорастание семян внутри перезрелых плодов помидоров, тыквы и арбуза.

О тормозящем действии ингибиторов растений говорят и другие факты. Прорастание семян липы задерживается экстрактами из околоплодника липы²⁶⁰. В оболочке семян ячменя найдены флавоноидные пигменты, ингибирующие прорастание семян злаков²⁶¹. Водные вытяжки из отрубей риса задерживают прорастание семян и рост риса и салата-латука²⁶². Экстракт из клубочков сахарной свеклы сильно снижает всхожесть семян пшеницы²⁶³.

Водорастворимые вещества из листьев степных растений, образующих прикорневую розетку, тормозили всхожесть семян редиса и мака²¹¹, каша из лука задерживала прорастание семян кукурузы²²⁴. Оказывают тормозящее действие на семена вытяжки из ряда других растений^{264—267}.

В последнее время удалось не только идентифицировать некоторые ингибиторы, находящиеся в растениях, но и в ряде случаев установить механизм их действия. Например, в семенах донника такими ингибиторами являются кумарины²⁶⁸, в семенах бобовых — цианиды²⁶⁹, в плодах рябины — парасорбиновая кислота²⁷⁰, в семенах сахарной свеклы — феруловая, ванилиновая, 4-оксибензойная и 4-оксикоричная кислоты²⁷¹, в семенах хлопчатника — абсцизовая и паракумаровая кислоты¹⁷³.

Абсцизовая (абсцизиновая) кислота обнаружена во многих семенах и растениях^{272—277}. Ее действие связано с ингибированием действия гиббереллинов и торможением синтеза нуклеиновых кислот. Выделен из семян и ряд других ингибиторов^{10, 278}.

Наряду с природными ингибиторами тормозящее и гербицидное действие оказывают на семена и всходы многие синтетические вещества. Значительный интерес к этому вопросу привел к изучению теоретических основ действия ингибиторов и гербицидов, являющихся антиметаболитами стимуляторов роста. Антиметаболиты занимают место важнейших метаболитов в биологических превращениях при ферментатив-

ных реакциях и тормозят их. При этом антиметаболит, как предполагают, соединяясь с активным центром такого белка, образует систему, которая не подвергается обычным превращениям и не образует требуемых продуктов²⁷⁹.

Часто ингибиторы имеют строение, близкое к соответствующему метаболиту. При этом наиболее активны те антиметаболиты, которые лишь незначительно отличаются в структурном отношении от соответствующих метаболитов. Установлены основные взаимосвязи в химическом строении метаболитов и антиметаболитов²⁷⁹. В частности, ингибирующий эффект достигается при замене, например, карбоксильной группы сульфогруппой, гидроксильной группы — алкоксильной и т. д.

Изучение механизма действия антиметаболитов позволило разделить их на несколько групп²⁷⁹. Так, описано действие на семена ингибиторов и гербицидов, подавляющих активность ауксинов и других стимуляторов роста, например, производных фенокси- и *p*-хлорфенокси-2,4-дихлорфенокси, *p*-метилфеноксипропионовых кислот⁴²². Антагонистами гиббереллинов являются «ретарданты» — группа синтетических веществ, вызывающих уменьшение длины стебля, утолщение стенок соломы и усиление окраски листьев^{280, 281}.

Наиболее широко известным из таких соединений является хлорхолинхлорид (препарат «ССС»):



Его физиологическое действие впервые обнаружил Толберт в 1960 г.²⁸². Позднее было показано, что СССР является антагонистом гиббереллинов^{117, 283, 284}. В настоящее время на основе хлорхолинхлорида выпускается отечественный препарат «ТУР»²⁸⁵. Хлорхолинхлоридом обычно опрыскивают растения. Однако в последнее время растворами или порошками ретардантов стали обрабатывать и семена^{286, 287}. Так, исследовалось действие ретардантов на семена яровой пшеницы, ячменя, овса²⁸⁸⁻²⁹⁰, гороха²⁹¹, хлопчатника²⁹². Показано, что обработка семян СССР может определять пол растений²⁹³.

Гидразид малеиновой кислоты (ГМК, торговая марка МГ-Т), а также его производные выступают как антагонисты стимуляторов роста растений. Изучение действия гидразида малеиновой кислоты показало, что он ингибирует деление клеток²⁹⁴. При совместном применении ГМК и гиббереллины действуют противоположно²⁹⁵. Эти соединения часто применяют для обработки семян при хранении, чтобы предохранить их от прорастания. ГМК тормозит прорастание семян хлопчатника²⁹⁶, свеклы²⁹⁷, сои²⁹⁸, гороха, бобов, огурцов, пшеницы, ячменя, кукурузы, репы, редиса, томата, ржи³⁰⁰. Аналогами ГМК по действию на семена являются гидразиды ряда других кислот — хлормалеиновой, метилмалеиновой, фталевой, янтарной²⁹⁹, N, N-диметилмоноамид янтарной кислоты²⁹⁶, 6-азаурацил³⁰⁰, некоторые другие производные урацила³⁰¹.

Ингибируют прорастание семян алифатические галоидзамещенные кислоты, тормозящие биосинтез отдельных групп ферментов²⁷⁹. Из веществ этой группы исследовалось действие на семена пшеницы и проса трихлорацетата натрия³⁰², на семена однодольных и двудольных культур — трихлорацетамидина³⁰³, пропионовой кислоты, предохраняющей от прорастания фуражное зерно повышенной влажности³⁰⁴, хлоральгидрата, оказывающего гербицидное действие на семена ячменя, проса, овса, горчицы и пшеницы³⁰².

Описано тормозящее действие на семена ряда других веществ. Так, 3-ацилпроизводные аминотриазина задерживают прорастание семян редиса³⁰⁵, амид сульфаниловой кислоты³⁰⁶ и аминоптеридин³⁰⁷, семян ку-

курузы и гороха, диэпоксиды — семян пшеницы, проса, редиса³⁰⁸, 1,3-дифенилизпропиламин — семян пшеницы и фасоли³⁰⁹. Полностью подавляют жизнедеятельность изоцианаты³¹⁰ и некоторые другие вещества^{311–316}.

Изучение действия физиологически активных веществ на прорастание семян разных растений показало, что в то время как одни семена погибают от того или иного соединения, другие же оказываются устойчивыми. Это было использовано для разработки способов уничтожения семян сорняков в почве. Так, предпосевное внесение промышленных гербицидов в почву уничтожает многие сорняки.

Дальнейшее изучение зависимости ингибирующего действия синтетических антиметаболитов от их химического строения и изучение механизма их действия позволит разработать новые типы селективно действующих гербицидов.

III. ХИМИЧЕСКИЕ МУТАГЕНЫ

Химические соединения могут не только стимулировать или ингибировать прорастание семян и развитие растений, но и влиять на их наследственность³¹⁷.

Впервые способность химических соединений изменять наследственные признаки была обнаружена еще в 1916 г.³¹⁸. Несколько новых мутагенов было открыто в 30-х годах, когда была обнаружена высокая активность этиленимина, диэтилсульфата и ряда других веществ³¹⁸.

Широкое исследование этого вопроса началось после того, как были получены ценные результаты на ячмене и горохе³. И если для изменения наследственности в 30-х годах широкое распространение получили радиационные методы, то сейчас на первое место выходит применение химических мутагенов³¹⁹.

Чаще всего семена замачивают в растворе мутагена определенной концентрации³²¹. Для этих целей нашли применение N-нитрозоэтилмочевина, 1,4-бисдиазоацетилбутан, этилениминопиперидин^{322–327}, диазоуксусный эфир, ди(β, β-дихлорэтил)фосфорная кислота, N-нитрозометилмочевина³²⁸, этилметансульфонат^{329–334}, N, N', N''-триэтилтиоформамид³³⁵, диметилдиэтилпирофосфат, тетраэтилдитиопирофосфат³³⁶. В качестве мутагенов применяют колхицин^{337, 338} и другие вещества²⁴.

Наибольшее число работ посвящено получению ценных мутаций пшеницы и риса, а также кукурузы³²⁹; ячменя^{330, 333, 339}, сахарной свеклы³³⁷, хлопчатника³³², гороха³⁴⁰.

Так как следы мутагенов (или продуктов их разложения, например, этилсерной кислоты³⁴¹), могут влиять отрицательно, их удаляют водной промывкой, иногда с добавкой химических веществ, например, тиосульфата натрия³¹⁹. После обработки и отмывки водой семена высевают.

Возможность получения ценных в хозяйственном отношении мутаций возделываемых культур путем воздействия на семена активных соединений открывает новые перспективы изменения наследственной природы растений и помогает глубже понять химическую природу наследственности¹⁵⁴.

IV. ОБРАБОТКА СЕМЯН СРЕДСТВАМИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

В растениях синтезируются не только вещества, непосредственно участвующие в процессах обмена, но и вещества, токсически действующие на бактерии и грибы. Такие вещества были названы Токиным фитонцидами³⁴². Исследование состава газообразных и жидких фитонци-

дов показало, что в них входят различные альдегиды, фенолы, эфирные масла и другие соединения³⁴³. Имеющиеся данные свидетельствуют, что обработка семян фитонцидами предохраняет их от поражения микроорганизмами.

Так, в 1953—1954 годах было обнаружено одногодичное защитное действие при обработке семян клевера и люцерны фитонцидами чеснока³⁴⁴. Более эффективной оказалась обработка семян многолетних трав фитонцидами лука. Снижение заболеваемости многолетних трав³⁴⁵, ячменя, фасоли, гороха, пшеницы, огурцов, льна и других растений³⁴⁶ было достигнуто при воздействии на их семена аналогами псевдоаллицина. Фитонциды лука, чеснока, хрена снижали заболеваемость капусты сосудистым бактериозом, а томата — бактериальным раком (обработку семян проводил перед посевом)^{347, 348}. Антимикробные вещества горчицы, хрена и эвкалипта предохраняли семена хлопчатника от гомоза³⁴⁶.

Обработка семян томата фитонцидами из плодов паслена полностью исключала заболеваемость бактериальным раком³⁴⁹, а семян клевера, люцерны и томата арепарином — фитонцидом бессмертника песчанного — способствовала снижению поражаемости растений бактериями, в некоторых случаях — и грибами, причем в большей степени, чем обработка гранозаном³⁴⁶. Заболевание дыни фузариозом предотвращается обработкой семян анабазином — алкалоидом, выделенным из ежевика безлистного³⁵⁰. Бактерицидное действие на семена пшеницы оказывают вытяжки из семян некоторых древесных пород (ясеня, акации, шиповника)³⁵¹.

Особое место в борьбе с заболеваниями растений занимают антибиотики. Наиболее широко из антибиотиков для обеззараживания семян применяется стрептомицин. Так, в Англии испытания его на семенах свеклы дали настолько обещающие результаты, что в 1960 г. почти все свекловоды этой страны перешли на обработку семян раствором стрептомицина. Дал он хорошие результаты при обработке семян овса, пшеницы, ячменя³⁵².

Однако продукты жизнедеятельности организмов и растений не нашли широкого применения для предохранения семян от грибковых и бактериальных заболеваний. Это связано не только со сложностью их выделения в значительных количествах, но и ингибирующим действием некоторых из них на прорастание семян.

В то же время сельское хозяйство требовало достаточно доступных эффективных веществ, позволяющих снизить громадные потери сельскохозяйственной продукции от микроорганизмов и вредителей.

Потери, например, только пшеницы во всем мире составляют, по последним данным, 85,6 млн. т, или 23,9% от общего урожая этой важнейшей культуры³⁵³. Не менее значительны потери складированных запасов зерна и риса. В 1947 г. ООН оценивала их в 33 млн. т., т. е. в количестве, которое позволило бы прокормить 150 млн. человек в течение одного года³⁵⁴.

Значительная часть заболеваний растений передается через семенной фонд из поколения в поколение. Если учесть еще, что с семенами высеиваются яйца многих насекомых, то становится понятным большое внимание, уделяемое обеззараживанию (протравлению) семян химическими веществами. Последнее играет важную роль и в борьбе с вредителями и микроорганизмами, обитающими в почве, а также с амбарными вредителями^{3, 355—359, 160}.

Локальная обработка семян защищающими веществами имеет значительные преимущества перед сплошным применением химикатов.

При этом исключается загрязнение почвы ядами, внесение защитных веществ совмещается с высевом, что исключает другие дополнительные виды полевых работ, значительно снижаются требуемые количества пестицидов³⁶⁰⁻³⁶³.

Несмотря на то, что протравление семян различными химическими реагентами применяется давно, широкое использование этого метода относится только к последним 30—40 годам. В настоящее время в развитых странах семена сельскохозяйственных культур практически не высеиваются без химической обработки³⁶⁴⁻³⁶⁶. В случае применения особенно вредных веществ семена окрашивают в яркие цвета или обрабатывают веществами со специфическим запахом³⁶⁷.

Как известно, применяемые для защиты растений вещества по характеру действия делятся на инсектициды (средства борьбы с насекомыми), фунгициды (средства борьбы с грибковыми заболеваниями), бактерициды (средства борьбы с бактериальными заболеваниями), зооциды (средства борьбы с грызунами), нематоциды (средства борьбы с круглыми червями-нематодами), репелленты (отпугивающие вещества) и ряд других. Следует отметить, что часто одно и то же вещество может обладать различным характером защитного действия, однако, как правило, такие пестициды классифицируют по наиболее характерной области активности.

Ниже рассматриваются основные классы синтетических химических соединений, применяемых для защитной обработки семян, в основном, с точки зрения их химического строения, а затем уже и характера действия.

1. Соединения фосфора

Соединения фосфора являются одним из основных классов пестицидов, применяемых для защиты растений³⁶⁸. В настоящее время известно уже несколько тысяч активных соединений фосфора, из которых около 80 применяются в сельском хозяйстве. Естественно, в данном обзоре нет возможности остановиться на всех этих препаратах. Мы упомянем лишь основные соединения фосфора, используемые для обеззараживания семян.

Как правило, это — фосфорорганические соединения, но имеются и некоторые активные неорганические соединения, и в первую очередь — фосфид цинка (Zn_3P_2). Фосфид цинка применяется в качестве зооцида⁴. В ряде случаев он обладает и инсектицидными свойствами. Отравляющий эффект фосфида цинка высок, однако существенным недостатком этого вещества является его высокая токсичность для сельскохозяйственных животных. Так, семена пшеницы, ячменя и подсолнечника после протравливания фосфидом цинка сохраняли токсичность в течение 35 дней (для коров), 43 дня (для телят) и 96 дней (для свиней)³⁶⁹.

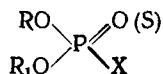
Фосфорорганические соединения занимают важнейшее место среди пестицидов. По общему объему производства в настоящее время они приближаются к хлорсодержащим пестицидам. К их положительным свойствам относятся высокая активность, широкий спектр и быстрота действия, малый расход препаратов и разложения последних с получением нетоксичных или малотоксичных продуктов. Важным моментом является то, что некоторые из органических соединений фосфора обладают системным действием⁴.

В основе действия фосфорорганических соединений, как считают, лежит ингибирование фермента холинэстеразы⁴. Толчком к широкому изучению активных фосфорорганических соединений явилось опублико-

вание работ Шрадера³⁷⁰. Большая заслуга в развитии химии фосфорорганических соединений принадлежит советским ученым.

Химии и применению фосфорорганических пестицидов посвящен ряд обзоров и монографий^{4, 370, 372, 374}. Подробное рассмотрение зависимости пестицидной активности фосфорорганических соединений от их химического строения проведено Мельниковым⁴.

Чаще всего применяют фосфорорганические соединения следующей общей формулы:



Здесь R и R₁ — органические радикалы, а X — группа, которая может быть замещена нуклеофильным агентом³⁷¹, R и R₁ представляют собой, как правило, низшие алкилы (метил, этил, изопропил). Увеличение длины цепи приводит к потере активности. Поэтому для получения новых активных производных обычно варьируют группу X. При этом замена кислорода серой снижает токсичность веществ для млекопитающих без существенной потери пестицидной активности. Переход к производным дитиофосфорных кислот еще более снижает токсичность, увеличивает стойкость к гидролизу и, следовательно, удлиняет период действия⁴.

Из большого количества фосфорорганических соединений для обработки семян в частности применяются следующие препараты: О,О-диметил-О-2,2-дихлорвинилфосфат - О - 2,2 - дибромэтилфосфат (дибром); О,О-диметил-N-(изопропилоксикарбамоил)-фосфат (авенин, К-69-79); О,О-диметил-О-2,4,5-трихлорфенилтиофосфат (роннел, тролон, трихлорметафос, этролен, Дау ЕТ-14, корлан, канкор); О,О-диэтил-О-(2-изопропил-4-метилпиримидил-6)-тиофосфат (дианизон); О,О-диметил-2-этилмеркаптоэтилтиофосфат (смесь изомеров) (метасистокс, метилдиметон) — для обработки зерна^{4, 375}. О,О-диметил-S-1,2-дикарбоэтоксизтилдитиофосфат (карбофос, малатион) — для обработки семян фасоли, кукурузы^{4, 376}, ячменя, овса, ржи, риса, сорго, пшеницы^{4, 377}. О,О-диметил-S-(N-метилкарбамоилметил)-дитиофосфат (фосфамид, рогор, диметоат, БИ-58) и октаметилтетраамид пиродифосфорной кислоты (октаметил, ОМПА, традан, систам, пестокс-111) — для семян пшеницы, сахарной свеклы, кудрявой капусты^{4, 378}. Применяется для протравливания семян и ряд других фосфорорганических соединений^{4, 377-384}.

Было установлено, что по сохранению защитного действия на зерне фосфорорганические инсектициды могут быть расположены в следующий ряд: диазинон, гутион, роннел, ДДВФ, дибром. При этом защитное действие снижается при повышенной влажности зерна и температуре.

Некоторые фосфорорганические инсектициды оказывают стимулирующее действие на прорастание семян сахарной свеклы³⁷⁸.

2. Соединения ртути

Среди средств защиты растений от грибковых и вирусных заболеваний и бактериозов одно из первых мест занимают органические соединения ртути. Одним из отличительных положительных свойств этой группы химических веществ является высокая токсичность их по отношению к микроорганизмам и отсутствие токсичности по отношению к семенам. Более того, в ряде случаев отмечено стимулирующее действие на ростовые процессы растений⁴.

Органические соединения ртути уже в течение ряда лет находят широкое применение для протравливания семян. История и перспективы их применения рассмотрены в ряде обзоров^{385, 386}. Считается, что в основе действия препаратов ртути лежит в основном торможение функции дыхательных ферментов^{387, 388}.

Обычно в качестве фунгицидов и бактерицидов применяют органические соединения ртути, имеющие формулу: $R-Hg-X$, где R — незамещенный или замещенный алифатический, ароматический либо гетероциклический радикал, X — остаток органической или неорганической кислоты^{4, 387}. Связь активности этих соединений и их химического строения выявлена Мельниковым⁴.

Часто соединения ртути применяют в составе комплексных протравителей, однако они находят и самостоятельное применение.

В качестве обеззараживателей семян применяют многие соединения ртути. Мы остановимся лишь на некоторых.

Этилмеркурфосфат (препарат НИУИФ-1) чаще всего используют для влажного протравливания семян различных культур. Однако применяют и другие способы протравливания. Так, найдено, что урожайность, энергия прорастания и всхожесть семян озимой пшеницы, ржи и кукурузы повышаются при обработке их этилмеркурфосфатом полусухим способом³⁸⁹. Хорошие результаты дает протравливание семян погружением их в раствор фунгицида³⁹⁰.

Метилмеркурциандиадид (в виде препаратов паноген, альдроген, радоген³⁹²) используется в виде растворов часто при механизированной обработке семян⁴. Положительные результаты дает протравливание этим препаратом семян льна³⁹¹, злаков, кукурузы, табака, овощей³⁹².

Метоксиметилмеркурхлорид (церезан-универсал, аретан) — протравитель для семян зерновых, сахарной свеклы и других культур⁴.

Фенилмеркурацетат (церезан, ПМАЦ, ФМА, таг, квиксан⁴, руберон³⁹³) иногда выпускается в смеси с этилмеркурхлоридом. Фенилмеркурацетат применяют для борьбы с твердой головней на семенах³⁹³. Применяют его и в смеси с синергической добавкой — дегидроабиетил-амином³⁹⁴.

Фенилмеркурпропионат — бактерицидный и фунгицидный препарат³⁹⁵.

Этилмеркурхлорид — действующее начало протравителя гранозана (препарат НИУИФ-2³⁹⁶). Он обеспечивает обеззараживание от бактерий и грибов семян почти всех сельскохозяйственных культур: зерновых^{397, 398}, кормовых⁴⁰⁰, технических³⁹⁹, садовых и декоративных⁴⁰¹. Было отмечено, что гранозан увеличивает всхожесть семян различных культур²⁴⁰.

Из других соединений ртути, применяемых для обеззараживания семян, следует отметить метилмеркурокись³⁹⁴, метилмеркурпентахлорфенолят⁴⁰², соединения формулы $R'HgSR$ (где R' — низший алкил R — остаток многоатомного спирта)⁴⁰³. Возможность заблаговременной обработки семян пшеницы ртутьсодержащими препаратами⁴⁰⁴, их сравнительно высокая эффективность⁴⁰⁵ и возможность применения в виде масляных эмульсий⁴⁰⁶ относятся к преимуществам этой группы.

Широкое применение нашли жидкие протравители на основе ртути-органических препаратов³⁵⁷, активность которых проявляется не только при непосредственном контакте, но и при действии газовой фазы. Наиболее известными из них являются уже упоминавшиеся препараты паноген и альдроген, а также жидкие препараты на основе фенилмеркурацетата, меркур-*p*-толуолсульфоамида⁴⁰⁷ и другие препараты⁴⁰⁸.

Интересный способ получения арилртутных малообъемных протравителей путем ряда ионообменных реакций предложен чешскими учеными⁴⁰⁹⁻⁴¹².

3. Тио- и дитиокарбаматы

Большую группу протравителей семян составляют производные тио-



Одним из свойств соединений этого ряда является их гербицидная активность, однако они с успехом используются и в качестве фунгицидов или нематоцидов.

Из двух указанных групп для обезвреживания семян более широко применяют дитиокарбаматы, хотя имеются отдельные работы, касающиеся применения для протравливания семян, например, пшеницы и хлопчатника, производных тиокарбаминовой кислоты⁴¹³.

Механизму действия дитиокарбаматов посвящено много работ. Полагают, что токсичными свойствами обладают продукты превращения дитиокарбаматов — изотиоцианаты³⁸⁷. Следует отметить, что изотиоцианаты различного строения применяют для обработки семян и самостоятельно^{414, 415}.

Взаимосвязь химического строения этих соединений и их активности обсуждена в ряде работ^{4, 387}. Отмечается, что наибольшей активностью обладают соединения, у которых R и R' — метильные радикалы. Увеличение длины радикала снижает активность.

Впервые фунгицидные свойства дитиокарбаминовых кислот были обнаружены в 1934 г.⁴¹⁶. Сейчас для обработки семян применяется большое число производных дитиокарбаминовой кислоты. В первую очередь это относится к солям диметилдитиокарбаминовой кислоты. Так, фунгицидной активностью обладают хелатированные соли: диметилдитиокарбамат цинка^{4, 387, 417}, выпускаемый под маркой «цинреб» (зинеб); диметилдитиокарбамат железа («фербам»)^{4, 387}, диметилдитиокарбамат марганца («марбам», «манам»)⁴.

Другой большой группой производных дитиокарбаминовой кислоты, применяемых для протравливания семян, являются соединения общей

формулы $\begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{R} \diagup \text{N} - \text{C} - \text{SR}'' \\ \text{R}' \diagdown \end{array}$, где радикалом R'' могут быть различные орга-

нические остатки, а R и R' — метильные радикалы. Например, соединения, где R'' — SAx_nY_k (X — NO₂, Y — H, Cl, циклогексил, n + k = 3) безвредны для теплостойких и не меняют свойств зерна⁴¹⁸, соединения, где

$\text{R}'' = \text{—} \text{N} \begin{array}{c} \parallel \\ \text{O} \end{array} \text{—} \text{C} \text{—} (\text{CH}_2)_n \text{—} \text{C} \begin{array}{c} \parallel \\ \text{O} \end{array} \text{= O}$ применяются для обеззараживания семян

ржи и обладают небольшой фитотоксичностью⁴¹⁹, препарат, содержащий $[(\text{CH}_3)_2\text{NNHCS}]_2$ используется в качестве фунгицидного протра-

вителя для семян пшеницы и овса⁴²⁰; препараты, содержащие в радикале R'' фурановое кольцо, применяются для обработки семян пшеницы и хлопчатника. Для борьбы с грибковыми заболеваниями пшеницы и хлопчатника их семена обрабатывают некоторыми гетероциклическими производными диметилдитиокарбаминовой кислоты⁴¹³.

Отдельную группу составляют производные алкилен- (обычно — этилен) тиокарбаминных кислот. Наиболее известные из них — этилендитиокарбамат марганца, этилендитиокарбамат цинка, бис(диметилдитиокарбамоил) этиленбисдитиокарбамат («текорам») ⁴. Более сильными фунгицидными свойствами обладают соединения этих солей с этиленбистиурамидсульфидом ^{4, 424}.

Очень широкое применение в качестве протравителя семян, самостоятельно и в различных смесях находит тетраметилтиурамдисульфид (тиурам-Д, тиурам, ТМТД) ⁴. ТМТД не только обеззараживает семена злаков, бобовых и ряда других культур ^{397, 423—425}, но и повышает полевою всхожесть семян пшеницы, кукурузы, хлопчатника ^{240, 241}. Фунгицидные и бактерицидные свойства ТМТД повышаются при добавлении к нему дегидроабетиламина ³⁹⁴.

4. Хлорированные углеводороды

Хлорированные углеводороды (реже — другие галоидпроизводные) входят в основную группу средств защиты растений. Они широко применяются как в нашей стране, так и за рубежом. По характеру действия используются в основном как эффективные инсектициды и нематоды, хотя некоторые из них обладают и фунгицидными свойствами.

По химической природе и по особенностям синтеза такие соединения обычно делят на три группы. К первой относят галоидпроизводные алифатических углеводородов. Для обработки семян обычно применяют те из них, которые создают достаточную концентрацию вещества в газовой фазе (фумиганты). Ко второй группе относят галоидпроизводные ароматических углеводородов. Простейшим из них является гексахлорбензол, применяемый в составе различных смесей как протравитель семян при борьбе с головневыми грибами злаков, часто вместо токсичного этилмеркурхлорида ⁴. Значительно большее использование нашли галоидпроизводные дифенилметана, в первую очередь 4,4'-дихлордифенилтрихлорметилметан (ДДТ). Получению, свойствам и применению его посвящен ряд монографий ^{426—428}. Что касается применения для обработки семян, то ДДТ используют в основном как составную часть комплексных протравителей, однако имеются указания и на самостоятельное применение его, например, для опудривания семян кукурузы, фасоли и арахиса в целях защиты от вредителей. Обработанные таким образом семена хранили в закупоренных емкостях до 18 месяцев, причем их всхожесть не снижалась ⁴²⁹.

Несмотря на хорошую изученность и достаточные производственные мощности, стоит вопрос о снижении масштабов производства ДДТ ⁴. Это связано с его значительной токсичностью для человека и животных.

К третьей группе галоидсодержащих углеводородов, применяемых для обеззараживания семян, относятся галоидпроизводные алициклических углеводородов. Одним из наиболее распространенных инсектицидов этой группы является гексахлорциклогексан. Как было выяснено, из восьми его стереоизомеров токсичностью обладает только γ -изомер. Препарат гексахлорциклогексана с содержанием 99—100% γ -изомера выпускается под названием «линдан» ^{4, 430}. Гексахлорциклогексан может входить также в состав комплексных протравителей. Находит он и самостоятельное применение, например, для предохранения семенного фонда от вредных насекомых ⁴²⁹. δ -Изомер гексахлорциклогексана используется в протравливающих смесях в качестве синергической добавки к некоторым фунгицидам ⁴.

Широкое применение находят хлорпроизводные полициклических соединений. Ряд эффективных препаратов, нашедших применение в комплексных и индивидуальных протравителях, получают реакцией диенового синтеза, в частности, с использованием в качестве одного из реагентов гексахлорциклопентадиена. Вот некоторые из этих препаратов:

«Аллодан» — 1,2,3,4,7,7-гексахлор-5,6 -бис(хлорметил)бицикло[2,2,1]гептен-2; «эндрин» — 1,2,3,4,10,10-гексахлор-1,4,5,8-диэндометилен - 6,7-эпокси-1,4,4а,5,8,8а-октагидронафталин; «альдрин» — 1,2,3,4,10,10-гексахлор-1,4-эндо-5,8-экзо-диметилен-1,4,4а,5,8,8а-октагидронафталин; «гептахлор» — 1,4,5,6,7,8-гептахлор-4,7-эндометилен-3а,4,7,7а - тетрагидроинден; «дильрин» — 1,2,3,4,10,10-гексахлор-1,4,5,8-диэндометилен-6,7-эпокси-1,4,4а,5,6,7,8,8а-октагидронафталин.

Эти препараты оказались эффективными для борьбы с вредными насекомыми при обработке семян кукурузы, сорго, фасоли⁴³¹, моркови, лука⁴³², хлопчатника⁴³³. Дильрин дает лучшие результаты среди других инсектицидов при защите семян от шведской мухи⁴³⁴. Применяются они и для ряда других растений.

Из других галопроизводных следует отметить не уступающие по активности ртутным препаратам хлортиофены^{435, 571}.

5. Другие группы веществ, применяемые для обеззараживания семян

Раньше всего для протравливания семян стали применять соединения меди. По преимуществу, это органические производные меди. Для обеззараживания используют 2,4,5-трихлорфенолят меди⁴. В количестве 20% он входит и в состав протравителя того же названия. При этом основную часть препарата, выпускаемого в виде дуста, составляет тальк³⁵⁵. Трихлорфенолят меди применяют, например, для обработки семян хлопчатника⁴³⁶ и сои⁴³⁷. Из других соединений меди следует отметить 8-оксихинолят меди, являющийся активным началом протравителя «хинолята-15»⁴³⁸ («кинолен-15»⁴³⁹).

Хорошими фунгицидными свойствами обладают производные трихлорметилмеркаптана⁴⁴⁰. Впервые на фунгицидную активность соединений, содержащих группу — SCCl_3 , обратил внимание Китлсон⁴⁴¹. В настоящее время из соединений этого ряда для обработки семян используют N-(трихлорметилтио)-тетрагидрофталимид (каптан)⁴, бис-(трихлорметил)-трисульфид (обладает также стимулирующими свойствами)²⁴².

Из других групп обеззараживающих средств, применяемых для обработки семян, следует отметить неорганические (например, мышьяковистокислый кальций в составе протравителя Протас-препарат ПД³⁵⁵) и органические соединения мышьяка (метиларсиносальфид⁴⁴²), соединения олова^{443, 444}, нитросоединения, например, динитробензол³⁹⁷ и дигалоиддинитробензолы^{445, 446}.

Поиск обеззараживателей семян, обладающих меньшей токсичностью по сравнению с металлоорганическими соединениями привел к открытию большой группы биологически активных эфиров N-замещенной карбаминной кислоты. Это в основном высокоактивные инсектициды и гербициды. Известны производные карбаминной кислоты, обладающие и фунгицидным действием^{4, 396, 447}. Для обработки семян эти соединения пока не нашли широкого применения. Однако, как считают⁴⁴⁷, в этом отношении они перспективны.

Для борьбы с вредителями и заболеваниями путем обеззараживания семян применяют такие вещества, как пентахлорфенилметилмеркаптан, его цинковую соль⁴⁴⁹, *p*-оксифенилазоформамид⁴⁵⁰, 2,4-диагалогдифенильные эфиры низших алкангалоидалкансульфоновых кислот⁴⁵¹, этиленбиссульфоновые кислоты⁴⁵², 1-метокси-2-аминоэтан⁴⁵³, метанол^{454–456}, различные производные гетероциклов — изотиазола⁴⁵⁷, бензимидазола⁴⁵⁸, бензоксазолинона⁴⁵⁹, тиафена⁴⁶⁰, производные оксатина, в частности, 2,3-дигидро-5-карбоксанилидо-6-метил-1,4-оксатин («витавакс») ^{461, 572–575}, замещенные имиды малеиновой кислоты⁴⁶², сорбиновая кислота⁴⁶³ и некоторые другие вещества^{454, 464}, в частности, сорбиновая кислота, значительно снижает заболевание фузариозом семян хлопчатника.

При обработке семян в последнее время большое внимание уделяется обеззараживающим средствам, содержащим сразу несколько активных начал, например, одного-двух фунгицидов, инсектицида, иногда добавок микроэлементов и других активных веществ¹⁵⁷. Эффективность таких препаратов высока^{207, 373, 379, 448, 508}. В отдельных случаях применяют смеси различных инсектицидов¹⁵¹.

Наиболее часто используют смесь протравителей тетраметилтиурамдисульфида и γ -изомера гексахлорциклогексана. Эту смесь используют для борьбы с патогенными грибами и бактериями путем обработки семян зерновых культур^{241, 439, 465}, гороха⁴⁶⁶, кукурузы^{246, 467}. Смесь выпускается в виде комплексных протравителей «Тиурам-гамма» (50% ТМДТ, 20% γ -ГХЦГ и наполнитель)^{465–467}, «гермал» (50% ТМДТ, 40% γ -ГХЦГ и наполнитель)⁴³⁹, «тирамин»⁴⁶⁸. Применяются также смеси другого состава²⁴¹. В такую композицию может быть введен сернокислый марганец²⁴⁶.

В композиции с трихлорфенолятом меди (40% ТМДТ, 10% трихлорфенолята меди, 20% γ -ГХЦГ, 5% сульфитноспиртовой барды, 3% карбоксиметилцеллюлозы, 20% каолина) тетраметилтиурамдисульфид и гексахлорциклогексан широко используют в виде протравителя «фентиурама», применяемого для обработки семян хлопчатника и зернобобовых культур^{439, 469–472}. Фентиурам, в отличие от ТМДТ, обладает более широким фунгицидным и бактерицидным действием⁴. В смеси с 8%-ным молибдатом аммония фентиурам выпускается под названием «фентиураммолибдат»⁴, и дает хорошие результаты при борьбе с аскорозом гороха⁴⁷³.

В качестве комплексного протравителя широкое применение нашел и «меркурбексан», содержащий 1% меркурэтилхлорида, 15–20% гексахлорбензола, 15–20% γ -ГХЦГ, тальк и каолин. Препарат обладает высокой фунгицидной активностью, а также инсектицидными свойствами^{471, 474–476}.

Из других ртутьсодержащих комплексных протравителей следует отметить смесь гранозана и гексахлорана, применяемую для обработки семян сахарной свеклы⁴⁷⁷, препарат ВВ — смесь линдана и ртутьорганических соединений — для обработки семян пшеницы⁴⁷³, фунгицидную смесь этилмеркурхлорида и ТМДТ, стабилизированную тиоглицерином — для предупреждения поражения семян грибами⁴⁷⁹, смесь тетраметилтиурамдисульфида и метилмеркурдициандиамида⁴⁸⁰ — для зерна.

Для обработки семян с целью предохранения их от различных возбудителей болезней используют и другие комплексные протравители, например, смесь трихлорфенолята меди и γ -ГХЦГ⁴⁸¹, смесь ТМДТ и пентахлорнитробензола⁴⁸², смесь хромата цинка и гептахлора⁴⁶⁷, смеси трибутилолова с хлорированными алициклическими соединениями⁴⁸³, смеси ТМДТ, хлорированных углеводов, гликолей и хинонов⁴⁸⁴.

Как известно, обработку семян производят и парообразными активными веществами, защищающими от вредителей и заболеваний. Наиболее широко распространенной группой таких веществ (фумигантов) являются галогидропроизводные низших углеводов. Их применяют для обработки семян подсолнечника^{485, 486}, пшеницы^{487, 488}, гороха^{489, 490}, ячменя⁴⁹¹⁻⁴⁹³, кукурузы^{491, 494}, овса^{491, 492}, льна⁴⁹⁴, сорго⁴⁹¹, моркови, капусты, редиса, репы⁴⁹⁵.

Чаще всего используют бромистый метил, убивающий нематод, а также некоторых вредных насекомых^{485, 486, 488, 490-497}. Однако применение бромистого метила сопряжено с рядом неудобств. Являясь алкилирующим средством, он может выступать в качестве мутагена, нарушая процессы роста растений⁴ и в ряде случаев замедляя прорастание семян²⁴². Кроме этого, бромистый метил может также снижать качество масла, получаемого из обработанных им семян масличных культур⁴⁸⁶. В связи с этим указывается, что кратковременное применение высоких концентраций более эффективно, чем длительная экспозиция при меньших концентрациях⁴⁹¹.

Из других галогидроуглеводородов, применяемых для фумигации, следует отметить хлороформ^{487, 498}, четыреххлористый углерод^{485, 487, 499}, хлористый метилен⁴⁹⁸, дихлорэтан^{485, 499}, дибромэтан^{485, 497}, дихлорпропилен, являющийся действующим началом фумигантов Д—Д и «телон»⁴⁹⁷, а также дихлорэтилен, трихлорэтилен, дибромэтилен⁴⁹⁹, 1,2-дибром-3-хлорпропен⁴⁹⁷. Описано применение смесей этих галогидроуглеводородов.

В ряде случаев лучшие результаты по сравнению с галогидроуглеводородами дают галогидронитроуглеводороды, такие как хлорпикрин и дихлор-1-нитроэтан^{490, 500}.

В качестве обеззараживающих средств для фумигации используют и другие группы веществ. Так, применение таблеток фосфида алюминия, выделяющего при гидролизе PH_3 , приводит к полному уничтожению амбарного долгоносика^{498, 501}. Используют для фумигации производные серы — сероуглерод⁴⁹⁹, фтористый сульфурил⁵⁰², сернистый газ, летучие серосодержащие продукты разложения углей⁵⁰³.

Фумигацию проводили также с помощью синильной кислоты⁵⁰⁴ и окиси этилена⁴⁹⁰. Высокая активность обнаружена при применении N— α -хлорметилацетонитрила морфолина и диметил-2,2-дихлор-1-оксвинилфосфата⁵⁰⁵.

Для предотвращения поражения зерна насекомыми рекомендуют хранить его в атмосфере инертного газа, например CO_2 или азота⁵⁰⁶, а также гептана⁴⁹⁸.

Особое внимание уделяется сохранности семян повышенной влажности^{485, 500, 507}, а также семян масличных культур^{486, 508-514}, которые чувствительны к ряду фумигантов.

При хранении запасов зерна используют и репелленты, отпугивающие насекомых и грызунов, и в частности, смесь хинальдина и нафтенных кислот⁵¹⁵, актидион⁵¹⁶, а также репелленты для птиц⁵⁰⁹.

Таким образом, совместные усилия растениеводов и химиков позволили выявить эффективные препараты, резко снижающие потери урожая. В последнее время ведутся интенсивные поиски соединений, обладающих широким спектром действия, высокой активностью, но в то же время безвредных для человека, животных и для полезных насекомых, а также разлагающихся в требуемые сроки. В частности, по этим соображениям снижается внимание к хлорированным, а также медь- и ртутьсодержащим препаратам, и возрастает использование производных карбаминовой кислоты и некоторых других веществ^{364, 365, 517}.

V. ПУТИ НАНЕСЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА СЕМЕНА

Как известно, семена некоторых растений имеют малые размеры (морковь, лук, томаты, петрушка и др.). Такие семена содержат мало запасных веществ, необходимых для прорастания. Из-за их малых размеров трудно механизировать засев. Приходится высевать значительные количества этих дорогостоящих семян, а затем — после прорастания — прореживать всходы, на что требуются большие затраты труда. Эти обстоятельства заставляют увеличивать размер таких семян путем покрытия их оболочками сыпучих веществ⁵¹⁸⁻⁵²⁴.

В нашей стране такую обработку семян (дражирование) проводил Петербургский⁵²⁵. Он оболачивал семена суперфосфатом в смеси с крахмальным клейстером.

Чаше всего для дражирования применяют торф, перегной, полевой шпат, бентонит и ряд других инертных оболочкителей^{526, 527}. С целью лучшего обеспечения прорастающих семян элементами минерального питания в оболочку драже вводят макро- и микроудобрения^{528, 529}, а также пестициды.

Накопленный опыт показывает, что дражирование является перспективным приемом, снижающим расход семенного материала, улучшающим прорастание семян и развитие проростков, повышающим урожай^{519-521, 526, 530}. Важным преимуществом дражирования перед намачиванием семян является то, что посевной материал может быть приготовлен задолго до посева, в то время как намоченные семена необходимо высевать тотчас же.

Что касается нанесения защитных веществ, то обычно применяют три способа нанесения — сухое, полусухое и влажное протравливание³⁵⁶. Обычно протравливание проводят в специальных аппаратах — протравителях^{4, 356}.

При сухом протравливании поверхность семян покрывают тонким слоем сухого препарата. Часто для этого применяют дуст, состоящий из активного вещества и инертного наполнителя (каолина, бентонита, гипса, талька и др.), активная часть наносится из раствора с последующим испарением растворителя или при совместном размоле⁴. Несмотря на достаточную дешевизну и удобство применения, сухая обработка имеет ряд существенных недостатков. В первую очередь, сюда относятся невысокая прилипаемость химикатов, их завышенный расход и распыление веществ в воздух, ухудшающие санитарно-гигиенические условия работы³⁵⁶. Лучшие результаты дает нанесение веществ в электростатическом поле, однако этот способ не получил широкого распространения⁵³¹.

Улучшается прилипание веществ к поверхности семян и снижается распыление их в воздух при «полусухом» протравливании³⁵⁶. Под этим подразумевается обработка семян смоченными препаратами при расходе жидкости, обычно не превышающим 30 л на 1 т семян. При большем количестве жидкости такая обработка называется «влажным протравливанием». Последнее обычно не применяется для крупных партий семян и требует перед высевом или хранением предварительного подсушивания³⁵⁶.

Большой проблемой является удержание химического вещества на поверхности семян. Для повышения сцепления применяют так называемые прилипатели. В качестве прилипателей применяют концентрат сульфитно-спиртовой барды⁵³², сульфитный щелок⁵³³, силикатный клей, мучной клейстер, обрат, патоку, навозную жижу^{534, 535}, масла⁵³⁶, албастр⁵³⁷.

Значительно улучшает качество наносимой оболочки пестицидов введение в композицию полимерного пленкообразователя. Наиболее часто вводят при этом водорастворимые полимеры — полиакриламид⁵³⁸, метилцеллюлозу⁵³⁹, карбоксиметилцеллюлозу⁵⁴⁰, полимеры и сополимеры винилпирролидона^{540, 541}, частично гидролизированный поливинилацетат⁵⁴², поливиниловый спирт⁵²⁶, мочевиноформальдегидную смолу⁵⁴³. Эти вещества, как правило, вводят в количестве нескольких процентов. Однако имеются указания на применение композиций, содержащих до 15% полимера, например, поливинилпирролидона, поливинилимидазола, поливинилоксазолидона или их смесей^{544, 545}, эпоксидных смол, поливинилхлорида, полиэфиров, полиуретанов, поливинилацетата, синтетического каучука⁵⁴⁶. Эти композиции могут быть нанесены из раствора или из дисперсии в керосине⁵⁴⁴.

Применяют также полимерные вещества, обладающие самостоятельным фунгицидным, бактерицидным и гербицидным действием, без добавок низкомолекулярных активных веществ. Так, бактерицидным действием обладает полимерный комплекс поливинилпирролидона и иода⁵⁴⁷, лигнинуксусная кислота⁵⁴⁸, фунгицидным действием — продукт конденсации этаноламина и формальдегида⁵⁴⁷, гербицидным действием — поливиниловые эфиры арилоксиуксусных кислот, получаемые полимеризацией их мономерных виниловых эфиров или ароксияцетилированием поливинилового спирта⁵⁴⁹.

Важное место в препаратах, наносимых на семена, в последнее время заняли смачивающие порошки, т. е. препараты, дающие при смешении с водой стойкие суспензии. Это достигается при введении в композицию поверхностно-активных веществ^{4, 550–553}.

Давно установлено, что семена многих культур, будучи подвергнуты действию низких температур, дают более продуктивные растения — они скорее созревают и дают более высокий урожай. Однако использование этих данных на практике встречало значительные затруднения, так как высейнные ранней весной семена, прорастая, погибали от весенних заморозков. Оказалось, что задержать прорастание семян в этом случае можно путем их покрытия гидрофобизирующими пленками. Такие пленки, ограничивая поступление в семена воды, тем самым задерживают процессы обмена, обуславливающие прорастание. Особо важное значение имеет применение гидрофобных пленок для яровой пшеницы, возделывание которой в ряде зон связано с определенными трудностями. Применение гидрофобных покрытий семян позволяет проводить посев яровых не весной, а осенью еще до промерзания почвы.

В качестве таких гидрофобизирующих покрытий семян пытались использовать парафин и кремнийорганическую жидкость^{554–557}. Однако более перспективными оказались полимерные покрытия семян. Такими полимерными пленками можно покрывать и предварительно дражированные семена. В частности, описана предпосевная обработка дражированных семян овощных культур сополимеров винилхлорида и винилиденхлорида⁵⁵⁸.

Для обработки семян применяют полимерные покрытия, содержащие несколько слоев^{559, 560}. При этом указывается, что внешняя оболочка на основе поливинилхлорида, разрушаясь под действием переменных температур, освобождает внутренние гидрофильные слои, способствуя тем самым проникновению влаги в семена. В качестве второго слоя использовались производные целлюлозы. Отмечается, что применение таких покрытий позволяет повысить урожай на 15–16% и использовать более удобные сроки посева яровых культур. Авторы отмечают, что растения интенсивнее кустятся, имеют более короткую и

прочную соломинку, созревают на две недели раньше и дают зерно с повышенным содержанием белка.

Интересный способ регулирования прорастания семян предложен фирмой «Юнион карбайд». По этой рекомендации семена перед посевом заводским способом заделывают в непрерывную полимерную ленту, растворяющуюся при помещении в почву в течение непродолжительного времени (от минуты до одного часа). Применение такой ленты облегчает посев овощных культур, способствует получению дружных всходов и равномерного роста растений, повышает урожай и улучшает качество продукции⁵⁶¹.

Видно, что полимеры находят все большее применение для улучшения посевных качеств семян. В будущем покрытие последних специальными пленками может найти более массовое применение.

Нанесение полимерных покрытий на семена обычно производят из раствора в воде или в органических растворителях. Органические растворители применяют для нанесения на семена и низкомолекулярных веществ. При этом описано использование в качестве растворителей ацетона, метанола и этанола⁵⁶², галоидсодержащих углеводов⁴, диметилсульфоксида, диметилформамида, диметилацетамида⁴⁵⁰. Органические растворители могут влиять на всхожесть семян^{563, 564}.

Имеются указания на возможность непосредственной полимеризации мономеров на поверхности семян. Так, Козлов и Тарусов осуществили полимеризацию винилпирролидона на поверхности предварительно облученных семян при 30—70° в водном растворе за 2—24 часа⁵⁶⁵⁻⁵⁶⁷.

* * *

Приведенные факты указывают на широкие возможности применения химических веществ для обработки семян. При этом удастся нарушить покой семян, стимулировать их прорастание, увеличить полевою всхожесть, повысить устойчивость к патогенным микроорганизмам и неблагоприятным условиям погоды. Дальнейшее кооперирование химиков с физиологами и растениеводами может не только способствовать более глубокому изучению процессов, которые протекают при хранении и прорастании, но позволит отыскать новые возможности регулирования жизнедеятельности семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. S  n  bier, *Physiologie végétale*, Genève, Paschoud, 1800.
2. К. А. Тимирязев, Сочинения, М., Сельхозгиз, 1938, т. 5, стр. 385.
3. L. Ehrenberg, U. Lundqvist, G. Strom. *Hereditas*, 44, 330 (1958).
4. Н. Н. Мельников, Химия пестицидов, «Химия», М., 1968.
5. И. А. Шидловская, Итоги науки, Биологическая химия, Изд. АН СССР, М., 1958, т. 2, стр. 365.
6. С. Кавацукэ, Kagaku Koge, Chem. Ind., 20, 1553 (1969); РЖХим., 1970, 9Н560.
7. H. Richardson, J. Balok, *Agric. Chemikals*, 14, № 3, 43 (1959); РЖХим., 1960, 25586.
8. H. Shoof, *Amer. J. Public Health*, 50, 638 (1960); РЖХим., 1961, 1Л282.
9. Е. Леман, Ф. Айхеле, Физиология прорастания семян злаков, Сельхозгиз, М., 1938.
10. К. Е. Овчаров, Физиологические основы всхожести семян, «Наука», М., 1969.
11. M. Duhamet Du-Moiseau, *Elements d'agric*, Paris, 1763; цит. по⁵.
12. F. Noble, *Handbuch der Sanenkunde*, Berlin, 1976; цит. по⁵.
13. Ю. А. Баскаков, ЖВХО им. Д. И. Менделеева, 5, 250 (1960).
14. I. Sumiki, *J. Soc. Organ. Synth. Chem., Japan*, 18, № 2, 79 (1960); РЖХим., 1960, 93684.
15. J. Ostrowski, *Postepy nauk roln.*, 9, 117 (1962).
16. M. Nobory, I. Takao, *Agric. and Biol. Chem.*, 34, 1436 (1970); РЖХим., 1971, 7Ф1190.
17. B. Stavaric, *Farmac. Glasnik*, 17, 267 (1961).

18. Регуляторы роста растений, Воронежский ун-т, Воронеж, 1964.
19. A. Goffean, *Agricoltura*, 8, 763 (1960); РЖХим., 1961, 20Л387.
20. Гиббереллины и их действие на растения, Изд. АН СССР, М., 1963.
21. Регуляторы роста и рост растений, «Наука», М., 1964.
22. О. Н. Кулаева, Н. А. Клячко, ДАН, 164, 458 (1965).
23. F. Kögl, A. J. Haagen-Smit, H. Ergleben, *Ztschr. Phys. Chem.*, 228, 113 (1934).
24. А. Норман, в сб. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве, М., ИЛ, 1958, стр. 53.
25. Н. Г. Холодный, ДАН, 12, 439 (1936).
26. Е. И. Алешин, П. С. Ярыгин, Предпосевная обработка семян в целях получения густых всходов риса. Итоги работы за 1956 г. Кубанская краснодарская опытная станция, Краснодар.
27. П. С. Жукова, в сб. Применение гербицидов и регуляторов роста растений, Изд. АН БССР, Минск, 1961, стр. 239.
28. H. Davidson и др., *New Phytologist*, 64, 393 (1965).
29. M. Hasman, M. Bara, *Experientia*, 17, 400 (1961); РЖХим., 1962, 14С655.
30. F. Lona, J. Gandini, S. Strumia, F. Menti, *Ann. bot.*, 27, 303 (1962).
31. M. Cadacioni, С. г., 258, 4603 (1964); РЖХим., 1965, 4Ф881.
32. К. К. Симакин, Докт. диссерт. ВАСХНИЛ, Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 1966.
33. J. Bonner, *Amer. J. Bot.*, 36, 429 (1949).
34. З. В. Васильева, Бюлл. Гл. ботанич. сада, 66, 71 (1967); РЖХим., 1968, 5Ф1090.
35. В. В. Полевой, в сб.²¹, стр. 27.
36. В. В. Полевой, Л. А. Леонова, там же, стр. 101.
37. Д. Бабаев, Д. А. Калехсаева, К. Довлетмырадов, Изв. АН Туркм. ССР, Сер. биол. наук, 2, 3 (1971); РЖХим., 1971, 17Ф1042.
38. A. McLeod, G. Palmer, *Nature*, 216, 1342 (1967).
39. М. М. Гукова, В. В. Фаустов, в сб.²⁰, стр. 139.
40. J. Navarro, *Jow*, 23, 329 (1963); РЖХим., 1964, 2Н408.
41. O. Hoffman, S. Fox, M. Bullock, *J. Biol. Chem.*, 196, 437 (1952).
42. W. L. Porter, K. Thimann, *Phytochemistry*, 4, 229 (1965).
43. А. Л. Котов, Р. С. Сизатулин, В. И. Горбунов, в сб. Регуляция роста растений химическими средствами, изд. МГУ, 1970, стр. 111.
44. R. P. Strivastava, *J. Sci. Res. Banaras Hin. Univ.*, 11, № 1, 80 (1960); РЖХим., 1962, 5С718.
45. S. Bhardway, *J. Ind. Bot. Soc.*, 41, 326 (1962); РЖХим., 1963, 8Ф800.
46. H. D. Klämbt, в сб. *Advances Horticult. Sci. and their Appl.* 2, N-Y McMillan Co., 1962, стр. 156; РЖХим., 1963, 20Ф798.
47. S. K. Bhatt, *Sci. and Cult.*, 29, 409 (1963); РЖХим., 1964, 24Ф948.
48. V. S. Rathore, S. N. Bhardway, *Indian J. Plant. Phys.*, 6, 129 (1963); РЖХим., 1965, 16Ф1080.
49. O. Erdelska, *Biol. Plantarum*, 8, 117 (1966).
50. Soc. des Usnes chim. Rhône, Франц. пат. 1268672, 1961; РЖХим., 1962, 1Н321.
51. J. Desmoras, P. Jacquet, *Ann. phys. veget.*, 4, 307 (1962); РЖХим., 1964, 2Н401.
52. В. Г. Мишнев, Е. Д. Манцевич, в сб.²⁷, стр. 280.
53. И. П. Казакова, Научн. труды, Сибирского филиала Всес. научно-исслед. ин-та механизации сельск. хоз-ва, 1964, № 2, 229.
54. Ч. Ш. Кадыров, *Химия в сельск. хоз.*, 2, № 11, 57 (1964).
55. В. Кола, Б. Бартейл, Изв. Естественнонаучного института при Пермском ун-те, 14, № 9, 145 (1968); РЖХим., 1969, 8Ф1172.
56. А. Леопольд, Рост и развитие растений, «Мир», М., 1968.
57. T. Iabuta, I. Sumiki, *J. Agric. Chem. Soc. Japan*, 14, 1526 (1938).
58. F. Lona, L. Fioretti, *Ann. bot.*, 27, 309 (1962).
59. N. Murofushi, T. Iokota, N. Takahashi, *Agric. and Biol. Chem.*, 34, 1436 (1970); РЖХим., 1972, 7Ф1190.
60. В. Н. Агнистикова, Р. Л. Крутова и др., *Химия в сельск. хоз.*, 7, № 12, 44 (1969).
61. К. Китихара и др., Японск. пат. 22017 (1971); РЖХим., 1972, 5Н703.
62. В. Stowe, T. Iataki, *Science*, 129, 807 (1959).
63. Н. Я. Григорьева, В. Ф. Кучеров, *Усп. химии*, 35, 2044 (1966).
64. И. Харугоро, Кагаку, 41, № 1, 11 (1971); РЖХим., 1971, 13Ф908.
65. А. Адамец, в сб.²⁰, стр. 76.
66. H. Side, *Wiss. Z. Ernst-Moritz-Arndt Univ. Greifwald Math.-naturwiss.-Reihe*, 14, № 1/2, 57 (1965).
67. U. Ruge, *Angew. Bot.*, 26, 126 (1965).
68. В. М. Лебеженинова, в сб.²⁰, стр. 207.
69. М. В. Агапова, Ф. А. Быков, *Уч. записки Пермского ун-та*, 18, № 3, 53 (1961).
70. Б. Н. Усовский, Сад и огород, 1958, № 11, 67.
71. В. А. Воробьева, В. В. Полевой, в сб.²¹, стр. 194.
72. W. Kleber, M. Lindemann, P. Schmid, *Branwelt*, 99, 1745 (1959); РЖХим., 1960, 10943.

73. А. Н. Halevy, H. M. Cathey, Bot. Gaz. 122, 63 (1960); РЖХим., 1961, 20С629.
74. J. Ingle, R. Hageman, Plant. Physiol., 40, 672 (1965).
75. H. Ikuta, K. V. Thimann, Nature, 197, 1313 (1963); РЖХим., 1964, 1Ф974.
76. D. Morgan, Planta, 78, 262 (1968); РЖХим., 1968, 17Ф1065.
77. В. А. Кумаков, в сб. ²⁷, стр. 225.
78. Г. Б. Максимов, в сб. ²¹, стр. 205.
79. Л. Н. Березнеговская, Физиол. раст., 12, 301 (1965).
80. Л. Н. Березнеговская, Е. Я. Шершевская, А. А. Бубенчиков, Тезисы докладов Конф. по изучению и освоению ресурсов Сибири и Дальнего Востока, Изд. СО АН СССР, Новосибирск, 1961, стр. 61.
81. Л. Н. Березнеговская, А. А. Бубенчиков, Сб. трудов, посв. XX-летию фармацевт. факультета Томского мед. института, Томск, 1962, стр. 100.
82. И. В. Грушевицкий, Изв. АН СССР, Сер. биол., 1965, 423.
83. З. И. Гутникова, Там же, 1961, 40.
84. E. L. Caldwell, J. Pharmac. Sci., 52, 1962 (1963); РЖХим., 1964, 19Ф845.
85. Lam Shue-Lock, H. T. Erickson, Amer. Potato J., 43, 443 (1966).
86. М. Г. Николаева, Ботн. ж., 47, 1823 (1962).
87. O. Junttila, Meld. Norg. landbrukshögsk., 49, 18 (1970); РЖХим., 1971, 12Ф929.
88. D. Vyas, K. Patel, Starke, 20, № 4, 114 (1968); РЖХим., 1969, 4Ф1070.
89. W. McDonough, N.-W. Sc., 43, № 1, 18 (1969).
90. T. Graspar C. r., 270, 1124 (1970); РЖХим., 1970, 17Ф1117.
91. R. Grover, Forest. Sci., 8, 187 (1962); РЖХим., 1963, 10Ф845.
92. Ф. Л. Щепотьев, Л. Н. Лебединец, ДАН, 164, 701 (1965).
93. G. Donacho, Science, 126, 1178 (1957).
94. С. Н. Литвиненко, ДАН, 126, 1368 (1959).
95. S. Muracio, Italia forest e montana, 16, № 13, 98 (1961).
96. Т. В. Некрасова, Физиология растений, 1960, № 7, 106.
97. H. A. Renard, Ann. Inst. Nat. Res. Agron. 1960, № 2, 99.
98. S. D. Richardson, Forest Sci., 5, № 2, 174 (1954).
99. М. Г. Николаева, В. Г. Юдин, ДАН, 150, 686 (1963).
100. G. Curticăpeanu, Physiol. plant. Rom., 1970, 79; РЖХим., 1971, 10Ф871.
101. M. Nagao, K. Satto, M. Sasaoka, Sci. Repts. Tohoku Univ., 29, 337 (1963).
102. S. Nakamura, Compt. rend. Assoc. Int. Essais Semences, 28, № 1, 57 (1963).
103. А. Н. Бугакова, Химия в сельск. хоз., 7, № 9, 50 (1969).
104. С. П. Сташко, Г. Ф. Ипатова, в сб. ²⁰, стр. 289.
105. L. Paleg, Plant. Physiol., 35, 293 (1960).
106. H. Iomo, Hakko Kyokaishi, 18, 603 (1960).
107. J. Varner, G. Ram Chandra, Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 52, 100 (1954).
108. J. Varner, Ann. N. Y. Acad. Sci., 144, 219 (1967).
109. M. Chrispeels, J. Varner, Plant. Physiol., 42, 1008 (1967).
110. J. Jacobsen, J. Varner, Там же, 42, 1596 (1967).
111. A. Piendl, Brauwissenschaft, 21, 453 (1968).
112. A. McLeod, G. Palmer, New Phytologist, 68, 295 (1969).
113. Д. Цветков, Изв. Ин-та защиты растений, 1963, № 5, 163; РЖХим., 1964, 4Н336.
114. Н. Н. Заболоцкий, Сельск. хоз. за рубежом, Растениеводство, 1970, № 8, 41.
115. Н. В. Кудрявцева, в сб. ⁴³, стр. 68.
116. К. З. Гамбург, в сб. ²¹, стр. 77.
117. J. A. Lokhart, Plant. Physiol., 37, 792 (1962).
118. T. Hashimoto, Bot. Mag. Tokyo, 71, 430 (1958).
119. О. Н. Кулаева, в сб. Биохимия нуклеинового обмена у растений, «Наука», М., 1964, стр. 165.
120. L. E. Powell, Ch. Prat, Nature, 204, 602 (1964).
121. D. S. Letham, J. S. Miller, Plant and Cell. Physiol., 6, 355 (1965).
122. C. Miller, F. Skoog, F. Okumura, M. von Saltza, F. Strong, J. Am. Chem. Soc. 78, 1375 (1956).
123. А. П. Терентьев, Р. А. Грачева, и др., в сб. ⁴³, стр. 5.
124. D. S. Letham, J. S. Shannon, J. R. C. McDonald, Tetrahedron, 23, 479, (1967).
125. С. Окумура, С. Кураиси, Японск. пат., 8874 (2.10.1959); РЖХим., 1961, 11Л492.
126. B. Chowdhuri, Sci. and Cult., 37, 34 (1971).
127. А. Л. Курсанов, О. Н. Кулаева, Ю. Б. Коновалов, Rev. romaine biochim., 3, 81 (1966); РЖХим., 1967, 3Ф933.
128. А. Л. Курсанов, О. Н. Кулаева, Ю. Б. Коновалов, Агрохимия, 1966, № 4, 107.
129. D. Tittle, C. Skinner, J. Agric. and Food Chem., 15, 982 (1967); РЖХим., 1968, 11Ф877.
130. B. Frankland, Nature, 192, 678 (1961); РЖХим., 1962, 7С696.
131. A. A. Khan, N. E. Tolbert, Physiol. Plant., 18, 41 (1965).
132. N. P. Kelford, J. A. Zwar, H. I. Bruce, Planta, 67, 103 (1965).
133. I. I. Stanislawski, L. Zndeka, A. Stanislawska, Hod. rosl. akl. i nas., 14, 535 (1970); РЖ Растениеводство, 1971, 8.55.511.

134. *M. Olszewska, W. Maciejewska, E. Sempenska*, Acta Soc. Bot. polon. 26, 583 (1957).
135. *В. Г. Конарев, Т. Н. Елсаков*, в сб.²¹, стр. 5.
136. *M. Olszewska*, Bull. Soc. sci. et letters, Lodz, 3, № 9, 1 (1958).
137. *G. Deysson*, С. г., 248, 841 (1959).
138. *Н. О. Р. Sorokin, S. Mathur, K. V. Thimann*, Amer. J. Bot., 49, 444 (1962).
139. *О. Н. Кулаева, И. Н. Свешникова и др.*, ДАН, 152, 1475 (1963).
140. *О. Н. Кулаева*, Физиол. растений, 9, 229 (1962).
141. *Г. В. Ильина, Н. И. Кузнецова и др.*, в сб.⁴³, стр. 24.
142. *К. Е. Овчаров, Л. М. Кулиева*, Хлопководство, 1968, № 3, 41.
143. *И. Л. Захарьянц, З. И. Горбачева, Н. А. Зеглинская*, Тр. Ин-та ботаники и зоологии АН Узб. ССР, 1950, № 3, 48.
144. *Т. С. Сулакадзе, Т. А. Кезели, М. И. Черлашвили*, Вестн. Тбил. бот. сада, 1955, № 3, 158.
145. *А. Ф. Флеров, Е. И. Коваленко*, ДАН, 58, 677 (1947).
146. *П. И. Блузманис*, Докт. диссерт., Вильнюсский ун-т, 1965.
147. *Ф. А. Полимбетова, Б. Н. Суворов, С. Р. Рафиков, А. Д. Казарлицкий, Е. Д. Богданова*, Вестн. АН Каз. ССР, 1964, № 7, 3.
148. *К. Е. Овчаров*, Роль витаминов в жизни растений, Изд-во АН СССР, 1958.
149. *Е. Д. Богданова*, Физиол. растений, 12, 152 (1965).
150. *М. Х. Чайлахян, М. С. Кузнецова*, ДАН, 105, 842 (1955).
151. *П. Хьюлет*, в сб. Успехи в обл. изучения пестицидов, ИИЛ, М., 1962, стр. 7.
152. *H. Sgrabka*, Biul. Inst. hodowli i aklimat., 3, 28 (1964).
153. *А. А. Землянухин*, в сб.¹⁸, стр. 85.
154. Химический мутагенез и селекция, «Наука», М., 1971.
155. *P. G. Abraham, I. C. Dave, O. P. Saxena, J. Indian Bot. Soc.*, 49, № 1-4, 41 (1970).
156. *К. Е. Овчаров, Е. Г. Кизимова, Д. М. Седенко, К. П. Генкель, Г. Д. Мурашова*, Сельскохозяй. биология, 1, 3 (1966).
157. Материалы Всес. совещ. по протравливанию семян, Химия в сельск. хоз., 6, № 8, 76 (1968).
158. *А. К. Носов*, Матер. межресп. совещ. по хлопководству, Изд. АН Узб. ССР, Ташкент, 1957, стр. 77.
159. *Л. А. Полянская*, Автореф. докт. диссерт., АН Узб. ССР, Объединенный совет по ботанич. профилю, Ташкент, 1972.
160. *Н. Н. Мельников, ЖВХО им. Д. И. Менделеева*, 18, 482 (1973).
161. *К. Ф. Филиппова, С. С. Колотова, К. Е. Овчаров*, в сб. Роль микроэлементов в процессе роста и разв. растений, «Минтис», Вильнюс, 1965, стр. 119.
162. *С. В. Солдатенков*, Обмен органических кислот у растений, XXX Тимирязевское чтение, Изд. «Наука», Л., 1971.
163. *Н. А. Дроздов, П. К. Корнеев*, Кукуруза, 1960, № 5, 18.
164. *И. Х. Куватбеков*, Узб. биол. ж., 1965, № 5, 21.
165. *А. В. Благовещенский, Н. А. Тиунов*, Бюлл. Гл. бот. сада, 1964, № 54, 73.
166. *К. П. Петров*, Изв. ВУЗ'ов, Пищев. технол., 1961, № 2, 27.
167. *М. И. Смирнова-Иконникова, Е. П. Веселова*, Тр. по прикл. ботанике, генетике, селекции (ВАСХНИЛ, Всес. ин-т растениеводства), 29, 128 (1952).
168. *М. И. Иконников*, Новый метод повышения урожайности сельскохозяй. культур путем предпосевн. обработки семян янтарной кислотой, Л., 1954; по¹⁵³.
169. *А. В. Благовещенский*, Биогенные стимуляторы и урожай, «Знание», М., 1962.
170. *А. В. Благовещенский*, в сб. Биологические основы повышения качества семян сельскохозяй. растений, «Наука», М., 1964, стр. 123.
171. *Н. А. Дроздов, В. С. Павлов*, Вестн. сельскохозяй. науки, 1963, № 4, 44.
172. *К. С. Сагатов*, Там же, 1965, № 5, 96.
173. *И. Х. Куватбеков*, ДАН Узб. ССР, 9, 52 (1965).
174. *Л. В. Гаврилова*, Бюлл. Гл. бот. сада, 1962, № 45, 98.
175. *E. I. Nawtan, P. J. Kramer*, Plant. Physiol., 41, 606 (1966); РЖХим., 1966, 23Ф1522.
176. *А. А. Землянухин*, в сб.¹⁸, стр. 104.
177. *А. А. Землянухин, В. А. Иванова, А. М. Макеев*, Там же, стр. 126.
178. *P. Radio, M. Serapovo*, Farmacognosia, 27, № 1-2, 51 (1967); РЖХим., 1968, 16Ф949.
179. *S. Bielikiene*, Тр. АН Лит. ССР, В2 (25), 75 (1961); РЖХим., 1963, 1Ф771.
180. *F. Heilinger, O. Fischnich, T. Bryhan*, Land bauforsch. Völkengröde, 11, № 3, 63 (1961); РЖХим., 1963, 7Ф645.
181. *К. К. Брагина, А. Н. Кост, Н. А. Базилевская*, Вестн. МГУ, Биол. почв., 1962, № 5, 27.
182. *G. Ochs*, Naturforsch., 166, 288 (1961).
183. *Ю. В. Байваровская, А. И. Преображенская, Л. М. Старкова, Е. С. Севастьянова*, Нефтепереработка и нефтехимия, 1963, № 7, 8.
184. *E. Hamter*, Австрал. пат. 222673 (10.8.1962); РЖХим., 1964, 8Н444.

185. А. М. Алиев, Е. И. Алиева, Тр. Ин-та почвовед. и агрохим. АН Аз. ССР, 9, 149 (1960).
186. П. С. Жукова, в сб. Физиологически активные вещества и их применение в растениеводстве, «Минтис», Вильнюс, 1965, стр. 103.
187. М. И. Горяев, А. Ф. Артамонова, С. В. Пиотровский, Вестн. АН Каз. ССР, 1971, № 3, 49; РЖХим., 1971, 15Н742.
188. М. И. Чудаков, А. В. Антипова, А. Б. Поляк, М. И. Раскин, ДАН, 164, 598, (1965).
189. А. Ф. Бельденкова, И. Н. Коновалов, М. И. Чудаков, Л. В. Тарвис, Труды ботанич. ин-та АН СССР, 4, 173 (1966).
190. Н. Б. Палесико, Изв. АН Турк. ССР, Сер. биол., 1, 9 (1965); РЖХим., 1965, 16Ф1047.
191. Т. Enjita, К. Koshimizu и др., Bull. Inst. Chem. Res., Kyoto Univ. 38, № 1, 76 (1960).
192. М. И. Горяев, Г. А. Толстиков и др., Авт. свид. СССР 207566 (1.3.1968); РЖХим., 1968, 21Н617.
193. А. Д. Казарлицкий, Б. В. Суворов, Ф. А. Полимбетова, в сб. Производительные силы Южного Казахстана, «Наука», Алма-Ата, 1964, стр. 53; РЖХим., 1967, 13Н676.
194. Е. Д. Богданова, Изв. АН Каз. ССР, Сер. биол.-почв., 3, 74 (1962); РЖХим., 1963, 10Ф748.
195. H. Nagetam, W. Hubbard, Амер. пат. 3334991 (8.8.1967); РЖХим., 1969, 1Н664.
196. K. Hassebrak, Ztschr. Angew. Bot., 10, 407 (1928).
197. Z. Kiessling, Landwirtschaft, Jahrbuch Bayern. 2, 449 (1911).
198. Я. П. Худяков, Л. С. Зиновьев, в сб. Общие закономерности роста и развития растений, Вильнюс, 1965, стр. 351.
199. В. Г. Чикаленко, Вісник Київськ. ун-ту, Сер. биол., 7, 68 (1965).
200. Г. Б. Максимов, Г. И. Радкевич, в сб. ²¹ стр. 158.
201. Ф. М. Пруцков, Химия, в сельск. хоз., 5, № 2, 49 (1967).
202. Ф. М. Пруцков, Агрохимия, 1967, № 9, 74.
203. А. П. Терентьев, А. Н. Гринев, Пон-Бон Хаар, ЖОХ, 24, 2050 (1954).
204. Н. А. Базилевская, К. К. Брагина, А. Н. Гринев, А. П. Терентьев, Вестн. МГУ, Сер. биол.-почв., 1960, № 3, 33.
205. А. М. Эфрос, в сб. ²⁷ стр. 251.
206. В. С. Павлов, Записки Ленингр. сельскохозяйств. ин-та, 90, № 3, 27 (1963).
207. К. Я. Калашиников, Химия в сельск. хоз., 6, №12, 27 (1968).
208. R. Zimmerman, N. Taubel, M. Bartels, Пат. ФРГ 1122761 (16.8.1962); РЖХим., 1964, 11Н437.
209. L. Nickell, Ам. пат. 3118754 (21.1.1964); РЖХим., 1965, 22Н358.
210. D. S. Acker, Ам. пат. 2844578 (22.7.1958); РЖХим., 1960, 54062.
211. H. F. Goonewardene, B. Loeu, Ам. пат. 3455673 (15.7.1969); РЖХим., 1970, 12Н1105.
212. Сельское хозяйство за рубежом, 1970, № 8, 2.
213. P. Miller, J. Ahrens, E. Stoddard, Weeds, 13, № 1, 13 (1965); РЖХим., 1966, 1Н383.
214. Т. А. Эмих, З. Т. Аминев, С. С. Еркеева, Д. К. Хайретдинова, Химия в сельск. хоз., 4, № 7, 18 (1966).
215. C. Chappelow, T. Byerley, Франц. пат. 1439218 (12.4.1966); РЖХим., 1967, 20Н505.
216. E. Verschafield, Rec. trav. bot. neerl., 9, 401 (1970); РЖХим., 1971, 2Ф1020.
217. E. Libert, T. Keutzer, B. Steyer, Flora, 151, 663 (1961); РЖХим., 1962, 22С634.
218. H. Halweg, P. Krakowka, Bull. Acad. polon. sci., Ser. sci. Chim. géol. géogr. 7, № 3, 143 (1959); РЖБхим., 1960, 4936.
219. Г. П. Кугатова-Шемякина, В. А. Руденко, Г. П. Смирнова и др., ДАН 160, 960 (1965).
220. С. С. Драгунов, К. В. Ряженцев, Л. Н. Могнонова, в сб. Химия и химич. технология, вып. 3, «Недра», М., 1967, стр. 56; РЖХим., 1968, 3Н637.
221. R. Goss, Proc. Iowa Acad. Sci., 69, 199 (1962); РЖХим., 1964, 5Ф505.
222. B. V. Milborrow, Canad. Plant. Dis. Surv., 199, 716 (1964).
223. Л. Н. Золотов, Тр. Башкирского сельскохозяйств. ин-та, 11, № 1, 56 (1963).
224. Б. М. Гуцуляк, К. М. Векирчик, И. Н. Бутницкий, Физиолог. активные вещества, 3, 211 (1971).
225. А. В. Пронцева, ДАН, 84, 619 (1952).
226. A. M. Mayer, J. Exp. Bot., 7, № 19, 93 (1956).
227. L. M. Robinson, A. M. Mauer, Plant. and Cell. Physiol., 4, 361 (1963).
228. M. Andersen, C. r. Assoc. internat. essas semences, 27, 730 (1962).
229. Г. Васильев, Е. Каранов, Авт. свид. НРБ 11212 (30.3.1967); РЖХим., 1969, 1Н650.
230. D. W. Parry, Nature, 170, 1074 (1952).
231. J. Tatchyna, J. Sebanek, Пат. ЧССР 97862 (15.12.1960); РЖХим., 1962, 20Л369.
232. S. Strycker, Ам. пат. 3396006 (6.8.1968); РЖХим., 1969, 13Н742.

233. Ю. М. Волков, Л. А. Гранова и др., Авт. свид. СССР 190141 (31.I.1967); РЖХим., 1968, 2Н649.
234. Г. Симазак, Пат. СССР 190822 (17.3.1967); РЖХим., 1968, 15Н658.
235. С. Chapplo, Т. Byerley, Англ. пат. 1096885 (29.12.1967); РЖХим., 1968, 21Н626.
236. Е. N. Roberts, *Physiol. Plant.*, 17, № 1, 14 (1964).
237. В. Ф. Селевцев, П. И. Шаломов, В. В. Картавин, Тр. Свердловск. сельскохозяйств. ин-та, 14, 55 (1965).
238. Т. Roman, Cz. *Michlewska*, *Buil. Centr. lab. przem. Tyton*, 1964, № 3—4, 13.
239. Е. Р. Lira, А. N. Freytag, Ам. пат. 3516815 (23.6.1970); РЖХим., 1971, 7Н746.
240. К. Я. Калашников, *Химия в сельск. хоз.*, 5, № 4, 22 (1967).
241. Н. В. Ладыженская, Л. А. Гулидова, Т. П. Сказкина, *Химия в сельск. хоз.*, 2, № 4, 25 (1964).
242. М. Zbilovsky, *Chem. prumisl.*, 10, № 3, 116 (1960).
243. В. Посылаев, П. Усатый, *Защита растений*, 1966, № 1, 23.
244. А. А. Присяжнюк, *Химия в сельском хоз.*, 2, № 2, 31 (1964).
245. Р. Clinton, *Empire J. Exptl. Agric.*, 27, 106 (1959); РЖХим., 1960, 2235.
246. Т. Гокунь, Ж. Дячина, *Защита раст.*, 1967, № 2, 16.
247. И. Г. Рыжков, *Земледелие*, 1955, № 7, 92.
248. Н. А. Wallace, *Canad. Plant. Disease Surv.*, 45, 124 (1965).
249. S. K. David, *Indian J. Agr. Sci.*, 35, № 1, 57 (1965).
250. Г. Л. Медник, Б. М. Брагинский, *Докл. АН Туркм. ССР*, 14, 14 (1955).
251. D. Ketring, Р. Morgan, *Plant. Phys.*, 44, 326 (1969); РЖХим. 1970, 1Ф1077.
252. К. Inoue, Т. Higashi, К. Yamasaki, *Soil. Sci. and Plant. Nutz.*, 17, 20 (1971); РЖХим., 1963, 23Ф1153.
253. И. И. Лыженко, В. В. Портянко, *Физиол. и биохимия культурных растений*, 2, 405 (1970).
254. Б. Н. Аксентьев, *Ж. русск. ботанич. об-ва АН СССР*, 12, 291 (1927).
255. Б. Исаченко, *Записки станции испытания семян*, 4, вып. 2 (1918).
256. Л. П. Зубкус, *Агробиология*, 1950, № 1, 137.
257. В. А. Тетюев, *Ботанич. ж.* 23, 375 (1938).
258. Н. Г. Холодный, *Природа*, 24, 25 (1935).
259. А. В. Благовещенский, Н. А. Кудряшова, *Бюлл. Главн. бот. сада*, 1952, № 13 37.
260. П. В. Сапанкевич, в сб. ¹⁶⁰, стр. 141.
261. Н. В. Новотельнов, Н. С. Ежов, *Ботанич. ж.*, 42, 255 (1957).
262. M. Varga, *Acta Biol. Szeged*, 10, № 1—4, 65 (1964).
263. S. Gassian, J. Sechet, С. г., 259, 4797 (1964).
264. S. H. Afao, A. S. Sinha, *Sci. and Cult.*, 36, 402 (1970); РЖРастениеводство, 1971, 6.55.344.
265. K. Ojima, K. Hadzama, *J. Ser. Sci. Japan*, 33, 49 (1964).
266. D. Kohler, *Ber. Dtsch. bot. Gez.*, 76, 248 (1953).
267. A. N. Lahiri, B. C. Kharabanda, *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, 29B, 287 (1963).
268. J. R. Stoker, *Canad. J. Biochem.*, 42, 851 (1964).
269. R. D. Montgomery, *W. Indian Med. J.*, 13, 1 (1964).
270. M. Stout, B. Tolman, *J. Agric. Res.*, 62, 113 (1941).
271. Ж. Рубе, 5 Междунар. биохим. конгресс, Изд. АН СССР, М., 1967; симпозиум VIII, стр. 52.
272. В. А. Пасешиченко, А. Р. Гусева, *Усп. совр. биол.*, 70, 182 (1970).
273. A. S. Andersen, *Horticultura*, 24, 110 (1970); РЖХим., 1971, 13Ф909.
274. H. Jenifer, *Spectrum*, 74, 13 (1970); РЖХим., 1971, 4Ф1111.
275. R. Rudnicki, *Post. biochem.*, 17, 43 (1971); РЖХим., 1971, 19Ф1006.
276. C. Sloger, B. E. Caldwell, *Plant. physiol.*, 46, 634 (1970); РЖХим., 1971, 10Ф873.
277. A. Belhanafi, G. F. Collet, *Physiol. Plant.*, 23, 859 (1970); РЖХим., 1971, 4Ф986.
278. J. Bonner, A. Galston, *Bot., Gaz.*, 106, 185 (1945).
279. Ч. Ш. Кадыров, *Гербициды и фунгициды как антиметаболиты и ингибиторы ферментных систем*, «Фан», Ташкент, 1970.
280. А. В. Петербургский, А. Н. Кулюкин, *Сельск. хоз. за рубежом*, *Растениеводство*, 1956, № 7, 1.
281. Н. С. Туркова, В. А. Калинина, в сб. ⁴³, стр. 56.
282. N. Tolbert, *J. Biol. Chem.*, 235, 475 (1960).
283. N. Tolbert, *Agr. Chem.*, 28, № 2, 28 (1961).
284. S. Kathji, M. N. Tewarri, U. N. Chaterji, *Ztschr. Pflanzenphysiol.*, 64, 169 (1971); РЖХим., 1971, 15Ф936.
285. З. В. Лебедева, *Сельск. хоз. за рубежом*, *Растениеводство*, 1967, № 11, 15.
286. A. Lovato, *Agrochemica*, 9, 249 (1965).
287. A. Lovato, *Progresso agricolo*, 1183 (1965).
288. H. Mayr, S. Barbier, *Ztschr. für Planzenern*, 106, 39 (1964).
289. H. Damaty и др., *Agrochemica*, 8, 129 (1964).
290. A. P. Apleby, *Agron. J.*, 58, 435 (1966).
291. I. Sebanek, *Flora*, 156A, 573 (1966).

292. M. el-Fouly, J. Iung, *Phytopathol. Ztschr.*, 57, № 2, 192 (1966).
293. T. K. Bose, J. P. Nitsch, *Physiol. plant.*, 23, 1206 (1970).
294. A. Haber, I. White, *Plant. Physiol.*, 35, 495 (1960).
295. R. N. Sachs, A. Lang, в сб. *Plant Growth Regulation*, Iowa, Iowa State Univ., 1960, стр. 567.
296. V. Parkash, R. Lal, *Indian J. Exper. Biol.*, 6, № 1, 44 (1968).
297. В. С. Доля, *Химия в сельск. хоз.*, 4, № 5, 43 (1966).
298. S. Sen, B. Danikari, *Acta Agron. Acad. Sci. Hung.*, 15, 13 (1966).
299. V. Crenlach, J. Elisha Mitchel Sci. Soc., 77, № 1, 65 (1961); РЖХим., 1962, 5С732.
300. A. Goenaga, Ам пат. 3116994 (7.1.1964); РЖХим., 1965, 22Н359.
301. H. Smith, B. Francland, *Nature*, 211, 1323 (1966).
302. H. Krüger, M. Pollas, *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst*, 19, № 2, 39 (1967); РЖХим., 1967, 13Н668.
303. Г. Н. Цибульская, В. П. Рудавский, Г. И. Дерка, *Химия, в сельск. хоз.*, 3, № 2, 59 (1965).
304. Сельскохозяйств. экспрессинформация, 1969, № 34, 40.
305. W. Hardy, Ам. пат. 2914536 (24.11.1959); РЖХим., 1961, 5Л577.
306. К. Е. Овчаров. Матер. республ. совещ. по применению дефолиантов, десикантов, гербицидов в хлопководстве, Изд. АН Узб. ССР, Ташк., 1962, Стр. 83.
307. Н. А. Андреева, Витамины группы фолиевой кислоты, Изд. АН СССР, М., 1963.
308. B. Walworth и др., Ам. пат. 3166398 (19.1.1965); РЖХим., 1966, 11Н530.
309. H. F. Goonewardene, Ам. пат. 3545956 (8.12.1970); РЖХим., 1971, 2Н779.
310. S. Leblouá-Svobodová, J. Kostir, *Experientia*, 18, 514 (1962); РЖХим., 1962, 15Ф460.
311. Д. С. Васильев, В. А. Дегтяренко, В. Н. Руденко, Бюлл. научно-техн. информ. по масличн. культурам, Всес. ин-т масличн. и эфиромасл. культур, Краснодар, 1968, стр. 27.
312. J. Mirek, *Rocz. chem.*, 33, 371 (1959); РЖХим., 1960, 58481.
313. R. Haldeman, L. Morin, Ам. пат. 3075013 (22.1.1963); РЖХим., 1965, 13Н396.
314. W. Hendershot и др., *Arch. Biochem. and Biophys.*, 96, 166 (1962); РЖХим., 1962, 16С751.
315. T. Kozlowski, J. Torrie, *Soil. Sci.*, 100, 139 (1965).
316. W. Kochmann, G. Erfurt, Пат. ГДР 71016 (20.1.1970); РЖХим., 1971, 1Н613.
317. Н. Н. Зоз, С. И. Макарова, в сб. *Супермутагены*, М., «Наука», 1966, стр. 5.
318. Н. Н. Зоз, Там же, стр. 93.
319. Н. Н. Зоз, *Сельск. хоз. за рубежом*, Растениеводство, 1970, № 7, 33.
320. Г. С. Муromцев, Л. А. Пеньков, Гиббереллины, Изд. Сельхозлит., М., 1962.
321. Н. Н. Зоз, Н. Н. Кожанова, Н. В. Григорьева, в сб. ³¹⁷, стр. 140.
322. Н. Н. Зоз, ДАН, 137, 426 (1961).
323. Н. Н. Зоз, Н. П. Дубинин, Там же, 137, 407 (1961).
324. A. Gustafsson, *Hereditas*, 50, № 2—3, 211 (1963).
325. Н. Н. Зоз, ДАН, 145, 187 (1962).
326. R. E. Heiner, C. F. Konzak, R. A. Nilan, R. R. Legault, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 46, 1215 (1960).
327. H. Heslot, С. г. Acad. Agrick. France, 47, 694 (1961).
328. Н. Н. Зоз, С. И. Макарова, и др. ДАН, 63, 224 (1965).
329. E. Atano, H. Smith, *Mutat. Res.* 2, 344 (1965).
330. P. Jacobsen, *Radiat. Bot.*, 6, 313 (1966).
331. Дж. Гуд, *Сельск. хоз. за рубежом*, Растениеводство, 1968, № 3, 45.
332. I. Jonooshi, J. Dupanloup, M. Denic, D. Perakliev, *Savrem. Poliopt.* 15, № 13, (1967); РЖХим., 1968, 1Н671.
333. K. Bender, H. Gaul, *Radiat. Bot.*, 6, 565 (1966).
334. H. Leffler, T. Obrien, D. Clover, J. Cherry, *Biochem. and Biophys. Res. Com.* 38, 224 (1970); РЖХим., 1970, 1Ф1114.
335. Z. Simon, I. Bădilescu, *Biochem. and Biophys. Res. Comm.*, 21, 1 (1965); РЖХим., 1966, 14Ф863.
336. А. М. Алексеев, Т. Е. Изотова, в сб. *Химия с применением фосфорорганических соединений*, Изд. АН СССР, М., 1962, стр. 569.
337. H. Savatsky, *J. Am. Sugar Beect. Technol.*, 14, № 1, 26 (1966).
338. D. Davidson и др., *New Phytologist*, 64, 393 (1965).
339. Н. Нурджин, С. Самохвалова, Экспериментальные работы по влиянию ионизирующего излучения на организм, «Наука», М., 1967, стр. 50.
340. Л. И. Лушина. Уч. зап. Куйбышевского ун-та, 84, 35 (1970).
341. T. Cervoigni, M. Belli, *Giorn. bot. ital.*, 69, 330 (1962); РЖХим., 1964, 4Ф917.
342. Б. П. Токин, Губители микробов — фитонциды, «Советская Россия», М., 1960.
343. В. Г. Дроботько, в сб. *Фитонциды в народном хозяйстве*, «Наукова думка», Киев, 1964, стр. 5.
344. К. И. Бельтюкова, в сб. *Антибиотики*, Изд. АН Укр. ССР, Киев, 1958, стр. 55.
345. К. И. Бельтюкова, М. Д. Куликовская, Г. В. Кухаревский, Там же, стр. 95.

346. К. И. Бельтюкова, Е. Я. Расиба, М. Д. Куликовская и др., Аренария и его применение в растениеводстве, Изд. АН УССР, Киев, 1963.
347. А. Д. Липецкая, Сад и огород, 1, 51 (1950).
348. Н. А. Черемисинов, Н. И. Вандышева, в сб. Фитонциды в медицине, сельском хозяйстве и пищевой промышленности, Изд. АН УССР, Киев, стр. 54.
349. Г. А. Высоцкий, в сб. Фитонциды и их роль в природе, Изд. ЛГУ, 1957, стр. 445.
350. И. Г. Кузнецова, М. А. Иногамова, Защита растений, 1969, № 3, 28.
351. А. В. Благовещенский, Тр. Гл. бот. сада, 3, 3 (1953).
352. Сельское хозяйство за рубежом, Растениеводство, 1965, № 7, 48.
353. Н. Н. Cramer, Pflanzenschutz und Welternte, Leverkusen, 1967.
354. Сельскохозяйств. экспрессинформация, 1969, № 4, стр. 22.
355. К. Я. Калашиников, Протравливание семян сельскохозяйственных культур, Сельхозиздат, Л.—М., 1961.
356. К. Я. Калашиников, ЖВХО им. Д. И. Менделеева, 5, 292 (1960).
357. К. Я. Калашиников, Защита растений, 1966, № 2, 52.
358. К. Я. Калашиников, И. Д. Шапиро, в сб. Научные вопросы семеноводства и семеноведения, Изд. Академии сельскохозяйств. наук, УССР, Киев, 1962, стр. 49.
359. Е. М. Китицин, Обработка семян отрухохимикатами в борьбе с вредителями, К., Держгосиздат УРСР, 1963.
360. В. Н. Буров, Защита растений, 1969, № 1, 2.
361. В. П. Васильев, Химия в сельск. хоз., 3, № 10, 23 (1965).
362. В. П. Васильев, Совр. химич. средства защиты растений от вредителей, «Знание», М., 1966.
363. Н. Ostarhild, Landtechnik, 20, 338 (1965).
364. Г. Л. Кореньков, А. С. Морозова, Н. Н. Ромашова, Хим. в сельск. хоз., 5, № 1, 67 (1967).
365. G. Matolesy, Magyar tud. akad. kem. tud. oszt. közl., 13, 437 (1960); РЖХим., 1961, 4Л360.
366. Б. И. Рукавишников, Защита растений, 6, 50 (1958).
367. М. Г. Воронков, Л. А. Федотова, А. Н. Перферкович, Пестициды — защитники растений, «Зинатне», Рига, 1967.
368. Н. Н. Мельников, ЖВХО им. Д. И. Менделеева, 5, 242 (1960).
369. А. К. Голосницкий, Тр. Новочеркасского зоотехнич. ин-та, 1961, № 13, 109.
370. Г. Шрадер, Новые фосфорорганические инсектициды, «Мир», М., 1965.
371. Т. П. Фукуто, в сб. Новые пестициды, «Мир», М., 1964, стр. 160.
372. J. E. Cosida, J. Agric. Food chem., 4, 772 (1956).
373. Г. А. Андреева, Химия в сельск. хоз., 6, № 5, 31 (1968).
374. Н. Н. Мельников, ЖВХО им. Д. И. Менделеева, 5, 275 (1960).
375. R. Strong, D. Sbur, J. Econ. Entomol., 57, 44 (1964); РЖХим., 1964, 18Н302.
376. R. Strong, D. Sbur, G. Partida, Там же, 60, 500 (1966); РЖХим., 1968, 7Н545.
377. S. Moore, Pest. Control, 27, № 7, 56 (1959); РЖХим., 1960, 39900.
378. R. Bardner, Plant. Pathol., 12, № 2, 72 (1963); РЖХим., 1964, 3Н417.
379. С. С. Bowling, J. Econ. Entomol., 58, 353 (1965).
380. М. Накадзима и др., Японск. пат. 12920 (10.6.1969); РЖХим., 1970, 10Н627.
381. Метилнитрофос, Проспект выставки «Химия-70», Внешторгиздат, М., 1970.
382. В. А. Алексин, Защита растений, 1967, № 9, 28.
383. G. Heathcote, Brit. Sugar Beet Rev., 36, № 3, 113 (1968); РЖХим., 1969, 4Н568.
384. C. Bnoling, J. Econ. Entom., 61, 1224 (1968); РЖХим., 1969, 10Н569.
385. U. Ulfvarson, Svensk kem. tidskr., 73, 553 (1961); РЖХим., 1962, 16Л296.
386. J. Kišpatic, Kemija u industriji, 8, № 5, 121 (1959); РЖХим., 1960, 27903.
387. Р. Узйн, в сб. Новые химич. средства защиты раст. «Мир», М., стр. 7.
388. S. McCallan, L. Miller, R. Weed, Contr. Boyce Thompson Inst. 18, 39 (1954).
389. К. Я. Калашиников, Защита растений, 8, 24 (1962).
390. J. Ridle, Brit. Sugar Beet Rev., 30, № 4, 181 (1962); РЖХим., 1962, 7Н315.
391. Т. Попова, Е. Корнеева, Защита растений, 1965, № 11, 18.
392. Радоген, Проспект фирмы Сисак (Югославия) на междунар. выставке «Химия-70», М., 1970.
393. К. Я. Калашиников, Химия, в сельск. хоз., 3, № 11, 34 (1965).
394. O. L. Lindsröm, Шведск. пат. 177603 (19.12.1961); РЖХим., 1962, 16Н351.
395. S. Lederer, R. Weiss, Ам. пат. 2991183 (4.7.1961); РЖХим., 1962, 1Н312.
396. Г. И. Деркач, Химическая защита растений, Изд. АН УССР, Киев, 1963.
397. И. В. Попова, Тр. Всес. научно-исслед. ин-та сах. свеклы и сахара, 1, № 2, 68 (1961).
398. М. Кузнецова, Защита растений, 1966, № 8, 13.
399. Л. С. Жалнина, Химия, в сельск. хоз., 6, № 4, 22 (1968).
400. М. Стручинская, Сб. докладов научн. конфер. по защите растений, Тарту, 1962, стр. 178; РЖХим., 1962, 7Н314.
401. К. Я. Калашиников, ЖВХО им. Д. И. Менделеева, 5, 292 (1960).

402. N. V. Aagrupol Chem. Fabr., Голланд. пат. 90773 (15.4.1959); РЖХим., 1960, 97929.
403. A. Flenner, Ам. пат. 2883409 (21.4.1959); РЖХим., 1960, 82279.
404. Т. П. Сказкина, Е. И. Андреева и др., Химия в сельск. хоз., 6, № 1, 20 (1968).
405. К. Я. Калашников, Там же, 4, № 3, 28 (1966).
406. C. Stapel, Ugeskv. Landm., 111, № 12, 191 (1966).
407. С. Н. Иванова, Е. И. Андреева, Химия в сельск. хоз., 6, № 22 (1968).
408. K. Sawiski, A. Gorsci, A. Lotoski, B. Wicherkienics, Пат. ПНР 53880 (20.11.1967); РЖХим., 1969, 20H627.
409. Z. Stota, M. Toman, Пат. ЧССР 127132 (15.4.1968); РЖХим., 1970, 5H 875.
410. M. Toman, Z. Stota, Пат. ЧССР 127133 (15.4.1968); РЖХим., 1970, 5H854.
411. Z. Stota, M. Toman, Пат. ЧССР 127130 (15.4.1968); РЖХим., 1970, 5H854.
412. M. Toman, Z. Stota, R. Nadvornik, Пат. ЧССР 127131 (15.4.1968); РЖХим., 1970, 5H855.
413. R. Ghosh, N. Bishop, Англ. пат. 1137352 (18.12.1968); РЖХим., 1970, 2H757.
414. М. Накасима, К. Хиросэ, К. Симада, Японск. пат. 17679 (11.8.1965); РЖХим., 1967, 19H487.
415. H. Werres, D. Baumert, R. Rusch, Пат. ФРГ 1207142 (30.6.1966); РЖХим., 1967, 18H505.
416. W. Tisdale, J. Williams, Ам. пат. 1972961 (1934); по 417.
417. Р. Людвиг, Д. Торн, в сб. Усп. в обл. получения пестицидов, ИЛ, М., 1962, стр. 137.
418. Н. Тарухиса, К. Кэйсуке, К. Арицуне, Японск. пат. 14878 (14.7.1965); РЖХим., 1967, 20H466.
419. Франц. пат. 1439872 (18.4.1966); РЖХим., 1967, 12H608.
420. Н. Фох, Англ. пат. 1037053 (27.7.1966); РЖХим., 1967, 10H542.
421. Полимарцин, Проспект междунар. выставки «Химия-70», Внешторгиздат, М., 1970.
422. Н. П. Ромазанович, Г. М. Цибульская, З. О. Васильева, Вестник, сільськогосп. науки, 1964, № 3, 51.
423. Е. М. Корнеева, Защита растений, 1968, № 11, 16.
424. I. Belcher, L. Carlson, Canad. Plant. Di Sease Surv., 48, № 2, 45 (1968); РЖХим., 1969, 16H644.
425. Е. Добровольская, Защита растений, 1967, № 3, 22.
426. В. И. Вашков, Л. Н. Погодина, Н. А. Сазонова. ДДТ и его применение, Мергиз, М., 1955.
427. Н. Б. Ильинская, Механизм действия ДДТ на насекомых, Изд. АН ССР, М., 1961.
428. Н. Н. Мельников, В. А. Набоков, Е. А. Покровский, ДДТ, его свойства и применение, ГХИ, 1954.
429. E. Parkin, E. Scott, Trop. Sci., 1, 206 (1959).
430. I. Kuiper, Austral. J. Exptl. Agric. and Animal Husbandry, 8, 756 (1968); РЖХим., 1970, 1H689.
431. Н. Reynolds и др., J. Econ. Entomol., 52, № 1, 63 (1959); РЖХим., 1960, 10559.
432. H. Hulpke, Quatitas plant. et mat. veget., 18, 331 (1969); РЖХим., 1970, 11Ф1680.
433. A. Kalifa, J. Econ. Entomol., 61, № 1, 332 (1968); РЖХим., 1969, 2H550.
434. J. Jones, D. Webley, Plant. Pathol., 12, № 3, 93 (1963); РЖХим., 1964, 15H331.
435. Х. Френиш, Х. Гебель, К. Хертель, Пат. СССР, 206450 (6.2.1968); РЖХим., 1969, 5H566.
436. С. П. Иванов и др., Хлопковая промышл., 1964, № 3, 34.
437. Г. Слотина, Защита растений, 1967, № 3, 54.
438. К. Я. Калашников, Химия в сельск. хоз., 7, № 9, 32 (1969).
439. Н. И. Салунская, Ж. С. Дячина, Там же, 4, № 11, 24 (1966).
440. R. J. Lakens, J. Agr. Food chem., 14, 365 (1966).
441. A. R. Kittleson, Science, 115, 84 (1952).
442. P. Frohberger, E. Urbschat, Пат. ФРГ, 1079886 (20.10.1960); РЖХим., 1967, 5Л390.
443. H. Brückner, K. Härte, Пат. ФРГ 1025198 (19.11.1959); РЖХим., 1961, 3Л403.
444. С. Н. Иванова, Е. И. Андреева, Химия в сельск. хоз., 6, № 4, 22 (1968).
445. Н. Н. Мельников, Е. И. Андреева, С. Н. Иванова, Авт. свид. СССР 113276; по 368.
446. N. N. Melnikov, Über Pflanzenschutzmittel-Forschund in der UdSSR, Berlin, 1959, по 368.
447. К. Ятоми, Т. Сайто, Японск. пат. 29023 (12.12.1968); РЖХим., 1970, 2H727.
448. М. Ф. Гетенкова, Тр. Кемеровск. обл. сельскохоз. опытно. станции, 2, 85 (1963).
449. H. Miller, Ам. пат. 3139379 (30.6.64); РЖХим., 1966, 3H440.
450. Пат. Дании 103150 (21.2.1966); РЖХим., 1967, 13H647.
451. L. White, Ам. пат. 3395232 (30.7.1968); РЖХим., 1970, 1H679.
452. S. Greenbaum, Ам. пат. 3344020 (26.9.1967); РЖХим., 1969, 23H623.

453. *H. Werres, D. Baumert*, Пат. ГДР 57090 (20.7.1967), РЖХим., 1969, 6Н692.
454. *P. Bartos, I. Svobodova*, *Agrochemia*, 3, 82 (1967).
455. *P. Bartos, J. Novakova*, Там же, 3, 5 (1967).
456. *P. Bartos, I. Svobodova*, Там же, 7, 382 (1967).
457. *I. Bushong, G. Volpp*, Ам. пат. 3403209 (24.9.1968); РЖХим., 1970, 3Н689.
458. *K. Kobmann, H. E. Freund, D. Baumert*, Пат. ГДР 57240 (5.8.1967); РЖХим., 1969, 23Н622.
459. *Е. И. Андреева, С. Н. Иванова, Н. Н. Мельников и др.*, Авт. свид. СССР 219325 (21.1.1969); РЖХим., 1969, 18Н635.
460. *H. Frensh и др.*, Пат. ФРГ 1247740 (1.3.1968); РЖХим., 1969, 15Н652.
461. *E. Atlas de Gotuzzo, D. D. Dosampio*, *Rev. Fac. agron. y. veterin.*, 16, № 3, 3 (1967); РЖХим., 1968, 4Н678.
462. *С. Т. Долгих, Б. Б. Квасников*, в сб. Итоги научн. исслед. по овцеводству, М., 1970, вып. 2, стр. 186.
463. *Н. П. Ошанина, К. Е. Овчаров*, Физиол. раст., 14, 276 (1967).
464. Сельскохозяйственная экспрессинформация, 1969, № 21, стр. 18.
465. Тиурам-гамма, Проспект Междунар. выставки «Химия-70», Внешторгиздат, М., 1970.
466. *А. Макаренко*, Сб. статей молодых научных сотр. Краснодарского научно-исследов. ин-та сельск. хозяйства, Краснодар, 1966, вып. 1, 40.
467. *D. Lešk*, *Agr. glasnik*, 12, 350 (1962); РЖХим., 1962, 15Н278.
468. *Р. Лаптева, Л. Роктанен*, Защита растений, 1966, № 8, 19.
469. *Н. Н. Мельников, Е. И. Андреева и др.*, Химия в сельск. хоз., 7, № 2, 31 (1969).
470. Фентиурам, Проспект Междунар. выставки «Химия-70», Внешторгиздат, М., 1970.
471. *Е. И. Андреева, А. В. Скалозубова, Т. С. Пронченко*, Химия в сельск. хоз., 2, № 5, 35 (1964).
472. *Н. А. Альмуратов*, Вестн. сельскохоз. науки, 1968, № 6, 114.
473. *Г. В. Рощина*, Защита растений, 1968, № 11, 19.
474. *Е. И. Андреева, Н. Н. Мельников и др.*, Химия в сельск. хоз., 3, № 3, 27 (1965).
475. *А. Бабасян, Н. Неретина*, Защита растений, 1967, № 1, 29.
476. *Е. И. Андреева, А. В. Скалозубова, Т. С. Пронченко*, Химия в сельск. хоз. 2, № 5, 35 (1964).
477. *А. Т. Гладков, И. П. Юхин*, Там же, 6, № 6, 15 (1968).
478. *Probleme ag.*, 17, № 3, 19 (1965).
479. *O. Lundstrom*, Шведск. пат. 177604 (19.12.1961); РЖХим., 1962, 6Н354.
480. *O. Lundstrom*, Шведск. пат. 223219 (22.10.1968); РЖХим., 1969, 22Н639.
481. *Л. Н. Козлова*, Бюлл. научно-техн. информ. Таджикск. научно-исслед. сельскохоз. ин-та, 4, 60 (1966); РЖХим., 1967, 9Н566.
482. Комбинированный препарат ТМТД и ПХНБ, Проспект Международн. выставки «Химия-70», Внешторгиздат, М., 1970.
483. *Н. Н. Мельников и др.*, Авт. свид. СССР 131591 (10.9.1960); РЖХим., 1961, 13Н587.
484. *J. Eaton, I. Bromilow*, Англ. пат. 833180 (21.4.1960); РЖХим., 1961, 11Л486.
485. *Л. В. Романов*, Химия в сельск. хоз., 4, № 4, 38 (1965).
486. *G. Wolff*, *Ann. nutr. et aliment*, 13, 317 (1959); РЖХим., 1960, 36488.
487. *A. E. O'Donnel*, *J. Kansas Entomol. Soc.*, 38, 355 (1965).
488. *E. Parkin*, *Food Manuf.*, 34, 164 (1959); РЖХим., 1960, 36031.
489. *Н. И. Соседов*, Вопросы питания, 18, № 4, 11 (1959); РЖХим., 1960, 6874.
490. *J. Kennedy*, *J. Sci. Food and Agric.*, 12, № 2, 96 (1961); РЖХим., 1961, 16Л467.
491. *W. Whitley, H. Walkden*, *Market. Res. Rept. U. S., Dep. Agric.*, 511, 25 (1961); РЖХим., 1962, 20Н348.
492. *M. Fenersenger, F. Müller*, *Dtsch. helensmitt.-Rundschau*, 59, № 3, 69 (1963); РЖХим., 1964, 9Н373.
493. *М. Козуб, А. Брудная*, Мукомольно-элев. пром., 1964, № 3, 20.
494. *D. Lindgren, L. Vinsent*, *J. Econ. Entomol.*, 55, № 5, 674 (1962).
495. *R. B. Blackith, O. Libtli*, *J. Sci. Food and Agric.*, 11, 253 (1960); РЖХим., 1961, 12Л516.
496. *М. Яловенко*, Мукомольно-элев. пром., 1961, № 10, 22.
497. *В. Моё*, в сб. ⁴¹⁷.
498. *C. Roan*, *Pest. control*, 30, № 7, 9 (1962); РЖХим., 1962, 6Н327.
499. *R. Cotton*, *Northwest. Miller*, 272, № 4, 46 (1965); РЖХим., 1966, 1Р46.
500. *Н. И. Соседов и др.*, Химия в сельск. хоз., 3, № 9, 36 (1965).
501. *E. Horac, J. Stasova*, *Mlyn.-pekarn. průmysl. a techn. skladov. obili*, 9, № 11, 486 (1963).
502. *E. Kenaga*, Ам. пат. 2875127 (24.2.1959); РЖХим., 1950, 97925.
503. *M. Quraishi, A. Khan, S. Syed*, *Pakistan J. Sci. and Ind. Res.*, 1, № 1, 84 (1958); РЖХим., 1960, 74632.
504. *N. Loanid, Ch. Bors, G. Stănescu*, *J. Ind. aliment. Prod. veget.*, 13, № 1, 1 (1962); РЖХим., 1962, 24Н33.

505. R. Soles, P. Harein, J. Econ. Entomol., 55, 1014 (1962); РЖХим., 1962, 12Н324.
506. P. Schribauk, Франц. пат. 1206101 (18.12.1959); РЖХим., 1960, 71525.
507. М. Т. Таранов, Тр. Всес. научно-исслед. ин-та физиол. и биохимии сельскохоз. животных, 1, 254 (1964); РЖХим., 1965, 6Ф1678.
508. И. М. Беляев, Химия в сельск. хоз., 6, № 4, 26 (1968).
509. К. Е. Леонтьевский, Хранение масличных семян, Пищепромиздат, М., 1959.
510. N. Kapur, H. Strivastava, Food Sci., 8, 257 (1959); РЖХим., 1960, 49581.
511. M. Singer, Ind. aliment Prod. veget., 11, № 5, 142 (1959); РЖХим., 1960, 49568.
512. V. Mikašinović, Zast. Mater., 6, 471 (1958); РЖХим., 1960, 54503.
513. P. Bălulescu, Paza contra incend., 12, № 2, 5 (1960); РЖХим., 1960, 94103.
514. W. E. Sackston, B. M. Chernik, Canad. J. Plant. Sci., 40, 690 (1960); РЖХим., 1961, 8С1376.
515. P. Jucaitis, Ам. пат. 2864727 (16.12.1958); РЖХим., 1960, 78565.
516. J. Weeks, J. Agric. and Food Chem., 7, № 3, 193 (1959); РЖХим., 1961, 43932.
517. M. Markkula, S. Rotvainen, Тапн. кем. аикак., 16, № 9—10, 283 (1959); РЖХим., 1960, 36000.
518. В. Эдельштейн, Колхозно-совхозн. произв-во РСФСР, 1964, № 7, 40.
519. О. А. Кротова, Семени-драже, «Знание», М., 1964.
520. И. Л. Макаро, А. В. Кондратьева, Повышение продуктивности сельскохозяйственных растений, Сельхозиздат, М., 1962.
521. В. И. Эдельштейн, Овощеводство; Сельхозиздат, М., 1962.
522. Сельскохоз. экспрессинформация, 1969, № 5, стр. 19.
523. В. Д. Мухин, Дращирование сельскохоз. культур, «Колос», М., 1971.
524. Зерновые, технич., кормовые культуры, ВНИИЭИСХ, 1961, № 1, 47.
525. А. В. Петербургский, Сахарная промышл., 1951, № 5, 40.
526. В. В. Бушкевич, Приемы и условия улучшения посевного материала, Сельхозиздат, М., 1959.
527. А. Резниченко, Сельское хозяйство, Казахстана, 1958, 3.
528. П. А. Власюк, М. С. Дарменко, Л. А. Кошлак, в сб.¹⁷⁰, стр. 113.
529. Я. В. Пейве, в сб. Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине, Рига, 1956, стр. 133.
530. W. Nicolaisen, Saatgutwirtschaft, 20, 317 (1968).
531. В. Н. Шмигель, В. Г. Рахманин, Тр. Челябинского ин-та механизации и электрификации сельск. хоз.-ва, 1970, вып. 41, стр. 98.
532. Л. Ефимова, Защита растений, 1966, № 8, 7.
533. Н. П. Крутова, Там же, 1969, № 9, 22.
534. Н. К. Никулина, Там же, 1967, № 4, 41.
535. А. Лашин, Там же, 1966, № 2, 22.
536. С. М. Вахрамеева, Химия в сельск. хоз., 4, № 7, 12 (1965).
537. Т. Куяяма, А. Аоки, Ф. Итимура, Японск. пат. 25120 (20.8.1970); РЖХим., 1971, 18Н678.
538. Краткие итоги применения обработки семян препаратом ТМТД в смеси с микроэлементами и клеящими веществами в 1961 г., Всесоюзн. ин-т защиты растений, Л., 1962.
539. M. Joel, H. Alan, Ам. пат. 3053738 (11.9.1962); С. А., 58, 475 (1963).
540. Франц. пат. 1177788 (29.4.1959); РЖХим., 1961, 13Л585.
541. G. Barker, Англ. пат. 831344 (30.3.1960); РЖХим., 1961, 4Л470.
542. R. Bardner, J. Sci. Food and Agric., 11, 736 (1960); РЖХим., 1961, 13Л554.
543. А. Васильев, Защита растений, 1965, № 9, 17.
544. Rohm & Haas Co., Пат. ФРГ 1139692 (15.11.1962); С. А., 58, 6143 (1963).
545. W. Jesse, A. Frederic., Ам. пат. 3097087 (9.7.1963); С. А., 59, 9252 (1963).
546. Франц. пат. 1568198 (14.4.1969); РЖХим., 1970, 10Н635.
547. J. Eden, Ам. пат. 2990266 (27.6.1961); РЖХим., 1961, 20Л367.
548. M. Ali, Q. Ahmed, M. Kundkar, Pakistan J. Sci., and Ind. Res., 1, № 2, 113 (1958); РЖХим., 1960, 89864.
549. В. Давлатян, К. Костанян, Изв. АН Арм. ССР, Хим. науки, 18, 325 (1965).
550. С. Ф. Безуглый ЖВХО им. Д. И. Менделеева, 5, 298 (1960).
551. К. Я. Калашиников, Химия, в сельск. хоз., 5, № 4, 12 (1967).
552. C. S. Bowling, J. Econ. Entomol., 57, 83 (1964); РЖХим., 1964, 18Н298.
553. S. McAllister, Chem. Eng. Progr., 56, 59 (1960); РЖХим., 1961, 3Л258.
554. И. Н. Рогачева, С. В. Крылов, Докл. ТСХА, 148, 61 (1969).
555. С. В. Крылов, И. Н. Рогачева, Там же, 143, 129 (1968).
556. С. В. Крылов, И. Н. Рогачева, Там же, 133, 167 (1967).
557. С. В. Крылов, В. И. Агафенина, Там же, 114, 113 (1965).
558. О. А. Кротова, в сб.¹⁷⁰, стр. 156.
559. Farmer and Stockbreeder, 83, 17 (1969).
560. Span, 12, № 2, 63 (1969); Зерновые, технич., кормовые культуры, ВНИИЭИСХ, 1, 20 (1970).
561. B. Gander, Farmer Weekly, 69, № 12, XI (1968).

562. В. И. Попов, Химия, в сельск. хоз., 6, № 1, 24 (1968).
563. M. J. Ddawson, Indian J. Plant. Phys., 8, № 1, 52 (1965).
564. H. Womack, Proc. Brit. Insect. and Fung., № 1—2, 267 (1961); РЖХим., 1962, 24Н308.
565. Б. Н. Тарусов, Ю. П. Козлов, ДАН, 140, 709 (1961).
566. Б. Н. Тарусов, Ю. П. Козлов, Высокомол. сед., 3, 1272 (1961).
567. Ю. П. Козлов, Б. Н. Тарусов, Там же, 3, 1265 (1961).
568. P. L. Verona, Recerca scient., 30, 1391 (1960); РЖХим., 1961, 6С702.
569. М. Такахаси, Японск. пат. 29870 (3.12.1969); РЖХим., 1970, 22Н612.
570. S. Grzesink, A. Rejowski, Boul. Inst hodowli i aklimat., 3, 11 (1964).
571. H. Frensch, H. Greobel, K. Kortel, Пат. ФРГ 1249004 (11.4.1968); РЖХим., 1969, 5Н565.
572. Б. Шмеллинг и др., Пат. СССР 215139 (14.4.1968); РЖХим., 1969, 5Н578.
573. A. Allam, P. Schilling, I. Sinclire, Phytopathology, 59, 265 (1969); РЖХим., 1969, 21Н544.
574. H. Wallace, I. Mills, Canad. Plant. Disease Surv., 48, № 4, 141 (1968); РЖХим., 1970, 3Н687.
575. R. Mande, C. Shuring, Ann. Appl. Biol., 64, 259 (1969); РЖХим., 1970, 9Н618.

Московский химико-технологический ин-т
им. Д. И. Менделеева, Москва.
Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева,
АН СССР, Москва.