

УДК 632,95 : 54 : 66

**СИНТЕТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА РАСТЕНИЙ  
И ГЕРБИЦИДЫ*****Н. Н. Мельников***

Дан краткий обзор литературы по основным направлениям использования различных классов неорганических и органических соединений в качестве регуляторов роста растений и средств борьбы с сорной растительностью. Приведены важнейшие классы химических соединений, используемых в указанных целях.

Библиография — 492 ссылки.

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

I. Введение . . . . .	1473
II. Неорганические соединения . . . . .	1477
III. Спирты, фенолы и простые эфиры . . . . .	1477
IV. Амины и соли четвертичных аммониевых оснований . . . . .	1477
V. Карбоновые кислоты и их производные . . . . .	1479
VI. Производные карбаминовой и тиокарбаминовой кислот . . . . .	1483
VII. Производные мочевины и тиомочевины . . . . .	1485
VIII. Органические соединения фосфора и мышьяка . . . . .	1488
IX. Гетероциклические соединения различных рядов . . . . .	1492

**I. ВВЕДЕНИЕ**

Первые работы по синтезу регуляторов роста растений в Советском Союзе были проведены С. С. Наметкиным еще в 1938 г.<sup>1</sup> Он по праву считается пионером в этой важной для народного хозяйства области. Далее исследования в этом направлении продолжались в организованной С. С. Наметкиным лаборатории в Институте физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР; благодаря результатам этих исследований в нашей стране началось промышленное производство таких препаратов, как гетероауксин, 1-нафтилуксусная кислота, ее калиевая соль и метиловый эфир, дефолиант хлорат магния, бутиловый эфир 2,4-Д и некоторые другие<sup>2, 3</sup>.

В настоящее время регуляторы роста растений и гербициды нашли практическое применение в следующих основных областях<sup>4</sup>:

Для борьбы с сорной растительностью в посевах самых различных сельскохозяйственных культур, на лугах и пастбищах, в лесах, и с нежелательной растительностью на транспортных магистралях, на аэродромах, промышленных площадках, в водоемах и т. д.<sup>5</sup>;

— предуборочного удаления листьев с целью механизации работ по уборке урожая или при пересадке плодовых и декоративных растений и виноградной лозы, с целью повышения морозостойкости и увеличения выхода первичного посадочного материала;

— десикации растений для подсушивания и механизации уборочных работ на картофеле, рисе, сое и различных других культурах; десикация химическими препаратами в ряде случаев заменяет послеуборочное подсушивание кормовых культур;

- борьбы с полеганием пшеницы, ржи и других культур при повышенной влажности;
- повышения урожая сои, гороха, бобовых и семян хлопчатника;
- увеличения размера слив, ананасов и других плодов;
- стимулирования роста растений путем предпосевной обработки семян различных культур<sup>6</sup>;
- подавления роста молодых побегов с целью повышения интенсивности цветения и плодоношения яблонь, груш, земляники и ряда других культур;
- предотвращения предуборочного опадения яблок и груш и улучшения их товарных качеств и окраски;
- уменьшения прочности связи плодов со стеблями (томаты, цитрусовые и др.) с целью механизации и облегчения их сбора;
- регулирования обмена веществ в растениях хлопчатника с целью увеличения и ускорения роста коробочек;
- повышения содержания латекса у каучуконосов и повышения содержания сахара в сахарном тростнике и сахарной свекле;
- ускорения созревания персиков и вишен;
- повышения урожая и получения партенокарпических (бессемянных) плодов томатов и других культур;
- замедления роста побегов табака (химическое пасынкование);
- предотвращения прорастания картофеля, лука, сахарной свеклы и др. при длительном хранении;
- стимуляции укоренения растений при их вегетативном размножении черенками;
- нарушения состояния покоя у клубней картофеля с целью использования их в качестве посадочного материала в сезон уборки<sup>7</sup>;
- уничтожения мужской пыльцы растений при производстве гибридных семян различных культур (главным образом злаков)<sup>8</sup>;
- ускорения созревания ряда культур;
- прореживания цветков яблонь и некоторых других культур;
- замедления роста газонов и других растений с целью уменьшения затрат на подрезку;
- увеличение числа междузлий и интенсификации цветения и роста декоративных растений (хризантемы, азалии, пионы, лилии и др.);
- повышения продолжительности хранения срезанных цветов;
- стимулирования укоренения деревьев при пересадке;
- защиты растений от вредного воздействия некоторых гербицидов.

Описаны и некоторые другие направления практического использования регуляторов роста растений, но исследования в этих областях пока находятся на ранних стадиях и перспективность их еще не вполне ясна.

О масштабах практического использования синтетических регуляторов роста растений и гербицидов и прогнозе перспектив их дальнейшего использования можно судить по данным табл. 1<sup>9</sup>, в которой приведены материалы по продаже указанных продуктов в мире и США; данные приведены в ценах 1974 г.

Видно, что в наибольших масштабах используются химические средства борьбы с сорными растениями; это вполне понятно, так как их применение позволяет резко поднять производительность труда в сельском хозяйстве<sup>10</sup>. Достаточно сказать, что только за счет расширения применения гербицидов в США производительность труда в сельском хозяйстве с 1970 по 1974 г. поднялась почти на 20%<sup>10</sup>. О масштабах использования гербицидов на отдельных культурах можно судить по материалам табл. 2<sup>9</sup>.

Данные по применению отдельных классов гербицидных препаратов представлены в табл. 3<sup>о</sup>.

Как видно из табл. 3, рост потребления отдельных классов химических соединений в качестве гербицидов неодинаков; наиболее интенсивно растет потребление таких классов соединений, которые наиболее полно удовлетворяют современным требованиям по селективности действия и влиянию на различные объекты окружающей среды.

Быстрее всего увеличивается потребление новых препаратов, которые достаточно быстро разлагаются в почве и в растениях и не оставляют ядовитых остатков в защищаемой культуре.

В связи с необходимостью охраны окружающей среды возрастают требования к внедряемым препаратам, что существенно удорожает их

ТАБЛИЦА 1

Продажа гербицидов и регуляторов роста растений в 1971—1980 гг.

Препараты	В США, млн. долларов			Всего в мире, млн. долларов		
	1971	1974	1980	1971	1974	1980
Гербициды	640	1058	1523	1131	2190	3422
Регуляторы роста растений	18	29	40	40	77	118
Дефолианты и десиканты	8	18	23	12	19	31
Всего	666	1105	1586	1183	2286	3571

ТАБЛИЦА 2

Потребление гербицидов на различных культурах (в ценах 1974 г., млн. долларов)

Культура	В США			Всего в мире		
	1971 г.	1974 г.	1980 г.	1971 г.	1974 г.	1980 г.
Кукуруза	242	423	574	353	680	1061
Хлопчатник	110	97	140	170	240	420
Пшеница	40	47	71	100	200	281
Сорго	20	33	49	28	55	81
Рис	30	23	33	106	181	309
Другие зерновые	10	15	24	28	54	80
Соя	100	286	432	144	410	584
Табак	—	6	9	—	11	18
Земляной орех	14	17	24	21	32	55
Сахарная свекла	9	11	15	44	81	132
Другие полевые культуры	10	16	23	28	52	81
Люцерна	5	6	9	8	16	27
Другие кормовые	5	5	9	8	13	21
Луга и пастбища	15	24	36	22	40	64
Садовые культуры	30	49	75	71	125	208
Плодовые культуры	10	19	32	29	51	86
Овощи и картофель	20	30	43	42	74	122
Всего	640	1058	1523	1131	2190	3422

создание. В этом отношении интересны данные по скринингу и разработке новых пестицидов на фирме ICI<sup>11</sup>, приведенные в табл. 4. Если в 1956 г. из 1800 синтезированных соединений одно пошло в промышленное производство, то в 1972 г. из 10 000 соединений в промышленное производство не пошло ни одного препарата.

В связи с большим объемом биологических испытаний общий срок от синтеза до практического внедрения в промышленность и сельское хозяйство составляет от 7 до 9 лет<sup>10, 11</sup>.

Несмотря на высокую стоимость и большие трудности в изыскании и разработке новых препаратов, в этом направлении ведется интенсивная научная работа и ежегодно появляются новые интересные гербициды и

ТАБЛИЦА 3

Потребление отдельных классов гербицидов (в ценах 1974 г., млн. долларов)

Класс соединений	В США			Всего в мире	
	1971 г.	1974 г.	1980 г.	1974 г.	1980 г.
Соединения мышьяка	8,3	11	15	27	25
Арилоксиалканкарбоновые кислоты	48,2	50	65	152	260
Производные мочевины *	72,5	70	91	173	313
Карбаматы и тиокарбаматы **	103,0	108	120	252	363
Триазины ***	340,0	314	419	620	907
Производные бензойной кислоты ****	72,0	100	115	140	213
Другие классы *****	413,0	405	698	826	1341

\* Монурион, диурион, фенурион, линурион, которонан, тенурион.

\*\* ИФК. Хлор-ИФК. ордрам, тилам, барбан, вегадекс, авадекс, рамрод, пропанид, азак.

\*\*\* Атразин, симазин, прометон, прометрин.

\*\*\*\* Амибен, банвел-Д, трихлорбензойная кислота.

\*\*\*\*\* Трефлан, паракват, динитрофенолы, планавин, динап, селон, гербан лассо, пирамин и др.

ТАБЛИЦА 4

Результаты скрининга и внедрения пестицидов на фирме ICI

Название испытаний	1956 г.	1964 г.	1967 г.	1969 г.	1970 г.	1972 г.
Число соединений, прошедших скрининг	1800	3600	5500	5040	8000	10 000
Выделено на скрининге	60	36	—	126	80	—
Направлено на полевые испытания	6	4	—	9	4	—
Послано на дальнейшее изучение	2	2	—	2	2	—
Поступило в продажу	1	1	1	1	1	1

регуляторы роста растений, что связано не только с возможностью резкого повышения производительности труда в сельском хозяйстве, но и с большой экономической эффективностью вследствие значительного повышения урожая и улучшения качества сельскохозяйственных продуктов<sup>12-14</sup>.

К настоящему времени описано огромное число соединений различных классов, обладающих физиологической активностью на растениях; практическое применение в качестве регуляторов роста растений и гербицидов получило около 200 веществ<sup>3-5</sup>. Не касаясь общих теоретических вопросов природы действия различных препаратов, которые довольно подробно освещены в трудах VII Международного конгресса<sup>15</sup> и обзорах и монографиях<sup>16-19</sup>, остановимся на основных классах химических соединений, получивших применение в качестве регуляторов роста растений и гербицидов в различных областях растениеводства.

В данном обзоре не будут затронуты цитокинины и гибберелины, по которым на русском языке недавно опубликованы монографии<sup>20, 21</sup>.

## II. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Из неорганических соединений довольно широкое применение в качестве гербицидов и дефолиантов получили соли хлорноватой кислоты. Хлорат калия находит применение для борьбы с сорными растениями<sup>5</sup>, а хлораты натрия, магния и кальция используются для дефолиации и десикации хлопчатника и других культур с целью механизации уборки урожая<sup>22</sup>. Для уменьшения взрывоопасности к хлорату натрия добавляют борат натрия, а хлорат магния используют в виде равновесной смеси хлоратов и хлоридов натрия и магния, получаемой действием хлористого магния на хлорат натрия. Хлорат кальция используют в виде смеси, получаемой при действии хлора на известь.

Из других неорганических соединений некоторое применение в качестве альгицидов находили неорганические соединения меди (нитрат и сульфат)<sup>2,3</sup>, а также сульфамат аммония. Однако нормы расхода сульфамата аммония на гектар составляют около 200 кг, что резко ограничивает его использование<sup>2</sup>.

## III. СПИРТЫ, ФЕНОЛЫ И ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ

В качестве гербицида некоторое применение нашел аллиловый спирт<sup>3</sup>. Предельные спирты  $C_6-C_{10}$  применяют для пасынкования табака<sup>23</sup>. Особенно эффективно их использование в комбинации с системными регуляторами роста растений<sup>24</sup>. В этом случае удается сократить затраты труда на возделывание табака более чем на 50%.

Метил-1-нафтилметилловый эфир находит некоторое применение для задержки прорастания клубней картофеля при их длительном хранении<sup>3</sup>. Наиболее широко применяются в качестве гербицидов для борьбы с сорными растениями в посевах разнообразных культур производные 4-нитродифенилового эфира, содержащие во втором ароматическом радикале самые различные заместители<sup>3,5,25-34</sup>, в том числе галогены, трифторметильную и карбалкоксильную группы. Эти и подобные соединения с хорошими выходами получают реакцией фенолятов соответствующих фенолов с *n*-нитрохлорбензолом и его аналогами в различных органических растворителях и в воде<sup>35</sup>.

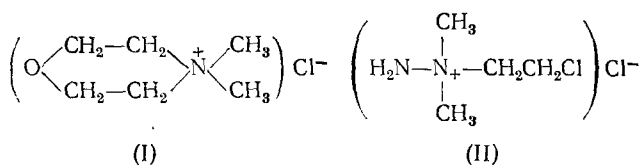
Не менее широкое распространение в качестве контактных гербицидов получили 4,6-динитро-2-алкилфенолы и их эфиры с различными кислотами, пентахлорфенол и его соли с различными органическими и неорганическими основаниями<sup>3,5</sup>, а также 2,6-диiod- и 2,6-дибром-4-цианфенолы и их соли и эфиры с карбоновыми кислотами<sup>3,5,36</sup>, известные под названиями иоксинил и бромииоксинил. Более всего эти соединения применяются для борьбы с сорными растениями, устойчивыми к действию препаратов 2,4-Д<sup>3,36</sup> в посевах зерновых злаков. Иоксинил с хорошим выходом получается иодированием 4-цианфенола; иодирование можно проводить и электрохимически<sup>37</sup>. В качестве гербицидов предложен ряд других цианфенолов<sup>38,39</sup>.

## IV. АМИНЫ И СОЛИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ ОСНОВАНИЙ

Амины и их производные за последние годы нашли достаточно широкое применение в сельском хозяйстве, и масштабы их практического использования непрерывно увеличиваются<sup>3,5,9</sup>. В Европе широкое распространение в качестве регулятора роста растений получил хлорхлинхлорид, известный под названиями хлормекват, препарат ССС, или ТУР<sup>40-55</sup>. Хлормекват при нормах расхода от 4 до 6 кг/га используют для борьбы с полеганием пшеницы и ржи в условиях повышенной влаж-

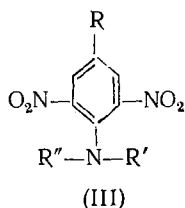
ности<sup>40-43, 45, 48-51</sup>. На ячмене применение этого препарата не дает такого эффекта из-за быстрого разрушения хлормеквата в растениях ячменя<sup>46, 47</sup>. Применение хлормеквата на пшенице и ржи дает большой экономический эффект; поэтому, например, в ФРГ и Финляндии им обрабатывается до 50% посевов пшеницы. Хлормекват с успехом используется на землянике<sup>44</sup>, овощных культурах<sup>46, 47</sup>, в плодоводстве<sup>53</sup>, хлопководстве<sup>54, 55</sup> и виноградарстве<sup>56</sup>. В хлопководстве особенно хорошие результаты получены при совместном применении препарата с янтарной кислотой<sup>55</sup>.

К настоящему времени синтезировано и изучено большое число аналогов хлормеквата<sup>57-76</sup>. Некоторые из них обладают высокой активностью и могут представлять практический интерес. В частности, очень активны триметилалкиламмониевые соли, содержащие в углеводородном радикале терпиноидную структуру<sup>60, 61</sup>, циклогексильные и циклогексенильные остатки<sup>74, 75</sup> и некоторые гетероциклические системы<sup>64</sup>. Значительный интерес представляет хлористый диметилморфолиний (I) и диметил-2-хлорэтилгидразиний (II) и некоторые их аналоги, полученные реакцией галогеналкилов с соответствующими аминами или гидразинами<sup>64, 77, 78</sup>. Интересно отметить, что при обработке зерновых культур хлористым диметил-2-хлорэтилгидразином на несколько дней ускоряется созревание и повышается урожай за счет увеличения числа колосьев. Хлористый диметилморфолиний активен не только на пшенице, но и на ячмене, что очень важно, так как ячмень в ряде районов имеет не меньшее значение, чем пшеница.



Изучение регулирующей рост активности сернистых аналогов хлормеквата показало, что хлористый диметил-2-хлорэтилсульфоний почти в три раза менее активен, чем хлормекват<sup>64</sup>. Изучены также соответствующие четвертичные соли пиридина, пиперидина, пирролидина, пиразина, тетрагидротиофена и тиофена, тетрагидроксантина, дитиана и азепина, но все они обладают меньшей активностью<sup>64</sup>. Введение в гетероцикл галогена, как правило, приводит к снижению активности соединений. Активность пяти- и семичленных гетероциклических соединений существенно ниже, чем соединений с шестью атомами в цикле. Замена метильной группы другими в большинстве случаев также приводит к снижению регулирующей рост активности<sup>64</sup>. Регулирующей рост активностью обладают соли этаноламинов с неорганическими кислотами<sup>79</sup>.

Ароматические амины нашли применение в качестве гербицидов для борьбы с сорными растениями в посевах хлопчатника, овощных и ряда других культур<sup>3, 5, 80-88</sup>. Наиболее широко применяются соединения общей формулы (III):



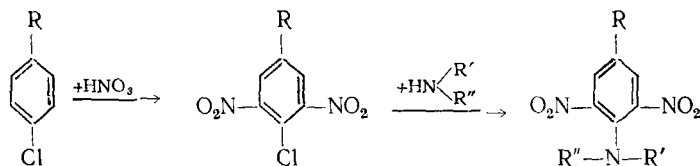
R=CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, CF<sub>3</sub>,

SO<sub>2</sub>NHR, CH<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>;

R'=Alk;

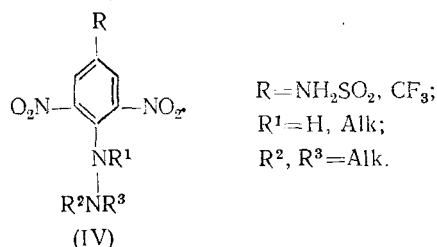
R''=Alk, ClCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>

Из большого числа соединений этого ряда в наибольших количествах применяется препарат трефлен (2,6-динитро-4-трифторметил-N,N-дипропиланилин) и препарат нитралин (2,6-динитро-4-метилсульфонил-N,N-дипропиланилин). Эти соединения с хорошими выходами могут быть получены по следующему пути:<sup>3</sup>



Внедряются в практику сельского хозяйства препараты оризалин (N,N-дипропил-4-сульфониламидо-2,6-динитроанилин)<sup>82, 87</sup>, этафлоралин (N-этил-N-2-металлил-2,6-динитро-4-трифторметиланилин)<sup>81, 88</sup>, прегард (N-пропил-N-циклопропилметил-2,6-динитро-4-трифторметиланилин), динир (N,N-диэтил-2,6-динитро-*m*-фенилендиамин)<sup>80</sup> и некоторые другие. Соединения этой группы обладают низкой острой токсичностью для млекопитающих и эффективны в борьбе с рядом сорных растений (при нормах расхода 1—1,5 кг/га). Необходимо, однако, отметить, что некоторые соединения этого ряда весьма токсичны для рыб<sup>3</sup>.

Следует также упомянуть препарат 2-оксиэтилгидразин, применяемый в США для ускорения роста и повышения урожая ананасов<sup>23</sup>. Он может быть получен реакцией окиси этилена с гидразином. Из производных гидразина отметим арилгидразины общей формулы (IV)<sup>90</sup>, рекомендуемые для применения в качестве гербицидов. Эти соединения получают аналогично соответствующим анилинам.



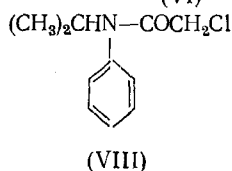
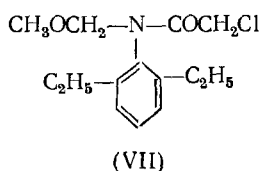
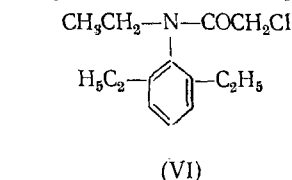
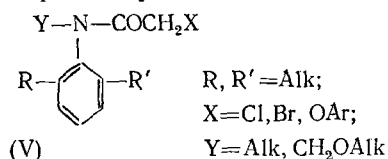
## V. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

Одной из важных групп физиологически активных для растений соединений являются карбоновые кислоты, среди которых найдено большое число гербицидов и регуляторов роста растений. Отметим, что такие природные регуляторы роста растений, как гиббереллины и гетероауксин, являются производными карбоновых кислот.

Из соединений алифатического ряда широкое применение в качестве гербицидов нашли производные трихлоруксусной, монохлоруксусной, дихлорпропионовой, тетрафторпропионовой кислот<sup>3</sup>, а также их смеси<sup>89</sup>. Наиболее широко применяются соли трихлоруксусной и дихлорпропионовой кислот со щелочными металлами, которые при нормах расхода 10—50 кг/га дают хорошие результаты в борьбе с однодольными сорными растениями<sup>5</sup>. В последнее время успешно используются соли тетрафторпропионовой кислоты и их смеси с солями дихлорпропионовой кислоты<sup>89</sup>.

Значительный интерес представляют анилиды монохлоруксусной и других кислот общей формулы (V)<sup>2, 91-97</sup>, которые обладают низкой

токсичностью для теплокровных животных и могут использоваться на различных культурах. Так, например, препарат мечете (VI) с успехом применяется для борьбы с сорняками в рассадном рисе, анахлор (VII) — в посевах кукурузы, сои, арахиса и других культур. К этой же группе соединений относится препарат пропахлор (VIII), используемый для борьбы с сорными растениями в овощных культурах, сое и др.



Широкое применение для борьбы с сорными растениями в различных культурах получили 3,4-дихлоранилиды пропионовой и других кислот, а также 3-хлор-4-метиланилиды различных кислот. Общим недостатком этой группы соединений является относительно высокая токсичность для рыб, а также образование при метаболизме в почве азосоединений<sup>98</sup>. Запатентовано также применение соединений общей формулы (V)<sup>99</sup>, содержащих при азоте фурильный и тетрагидрофурильный остатки, а также хлоральмидов карбоновых кислот<sup>98</sup>.

Из производных двухосновных кислот алифатического ряда в качестве регулятора роста растений получил распространение 2,2-диметилгидразид янтарной кислоты, известный под названием алар<sup>100-118</sup>. Алар используется для подавления роста молодых побегов многолетних культур, что в ряде случаев приводит к существенному повышению урожая яблок и груш, а также уменьшает предуборочное опадение плодов и улучшает их товарные качества, облегчает формирование кроны молодых деревьев и иногда сокращает сроки созревания урожая. Алар с хорошими выходами получается реакцией янтарного ангидрида с диметилгидразином. Изучено влияние алара на скорость созревания плодов и зимостойкость яблони<sup>100, 103, 104, 110</sup>, на скорость созревания персиков<sup>102</sup>, кислой вишни<sup>105</sup> и сливы<sup>106</sup>, на урожай груш<sup>107-109, 112</sup>, черешни<sup>111</sup>, на урожай винограда<sup>113</sup>, люцерны и клевера<sup>118</sup>, моркови и томатов<sup>115, 117</sup>, перца<sup>118</sup>, брюссельской капусты<sup>119</sup> и арахиса. Отмечено, что алар положительно влияет на большинство изученных культур, однако различные сорта отзываются на обработку препаратов по-разному, вследствие чего для каждого сорта должны отрабатываться условия и концентрации, при которых препарат дает наилучший эффект. Алар обычно используют в концентрации 0,5—3 г/л.

В США алар применяют для подавления роста молодых побегов яблонь и груш, для повышения интенсивности цветения, для предотвращения предуборочного опадения плодов и улучшения их окраски, для ускорения созревания персиков и вишен, для повышения урожая некоторых сортов винограда и улучшения цветения азалий и хризантем. Повышение урожая винограда при применении алара может быть очень значительным. Так, американским исследователям в отдельные годы удавалось получить прибавки в 25—30 ц с гектара<sup>113</sup>.



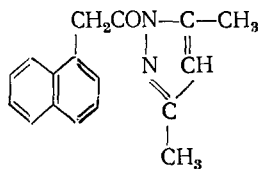
Из производных карбоновых кислот следует упомянуть препараты, применение которых началось несколько десятилетий назад. К таким препаратам в первую очередь относятся арилоксиалканкарбоновые кислоты, 2-нафтилуксусная кислота, соли и амиды которой используются при прореживании цветков яблонь и для ускорения укоренения растений при размножении черенками. При черенковании используют также хорошо растворимые в воде соли 2-индолилмасляной и 2-индолилуксусной кислот<sup>2</sup>.

Препарат ТН-656 (IX), действующим веществом которого является 1-нафтилацетил-3,5-диметилпиразол, предложен для прореживания завязей мандаринов<sup>120</sup>.

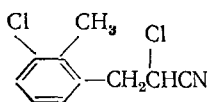
Широкое применение в качестве гербицидов нашли 2,3,6-трихлорбензойная, 2-метокси-3,6-дихлорбензойная, 2,5-дихлор-3-аминобензойная, 2,3,6-трихлорфенилуксусная и некоторые другие кислоты<sup>3,5</sup>, которые используются в смеси с другими гербицидами в виде растворимых в воде солей с неорганическими и органическими основаниями. Регулятором роста растений является 2,3,5-триодбензойная кислота<sup>121-125</sup>, которая при нормах расхода 125—250 г/га повышает урожай сои<sup>121, 122</sup>, люцерны<sup>123</sup>, гороха<sup>124</sup> и хлопчатника. Однако эффективность 2,3,5-триодбензойной кислоты сильно зависит от сорта растений<sup>121, 125</sup>.

Из производных карбоновых кислот следует упомянуть препарат ортонил (X) (2-β-хлор-β-цианэтил-6-хлортолуол), который по характеру действия приближается к абсциссиновой кислоте<sup>126-128</sup>.

Препарат томакон (1-(2,4-дихлорфеноксиацетил)-3,5-диметилпиразол) применяют для повышения продуктивности томатов и получения бессемянных плодов этой культуры. Для этой же цели используют растворимые в воде натриевые соли 2,4,5-трихлорфенокси-α-пропионовой, 4-хлорфеноксиуксусной и 2-нафтоксиуксусной кислот. 2-Нафтоксиуксусную кислоту применяют и для улучшения цветения земляники и ананасов. Для получения бессемянных плодов томатов используют также м-толилфаламиновую кислоту, которую в США применяют для повышения урожая вишни и лимской фасоли; 3-хлорфенокси-α-пропионовая кислота используется для увеличения размера слив<sup>23</sup>.



(IX)



(X)

Несмотря на то, что гербицидные и регулирующие рост свойства арилоксиалканкарбоновых кислот были открыты более 30 лет назад, изучение и синтез новых производных этой группы кислот продолжается до настоящего времени<sup>129-146</sup>. Это вполне понятно, так как масштабы производства и применения этой группы веществ достаточно велики и не имеют тенденции к уменьшению<sup>9, 146</sup>.

Наиболее широкое применение получили соли и эфиры 2,4-дихлорфеноксиуксусной, 4-хлор-2-метилфеноксиуксусной и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислот, производство которых на земном шаре превысило 100 тысяч тонн в год<sup>5, 9, 16</sup>. В применении 2,4,5-Т был некоторый перерыв, так как в техническом продукте обнаружили 2,3,7,8-тетрахлордибензо-1,4-диоксин, обладающий большой токсичностью для теплокров-

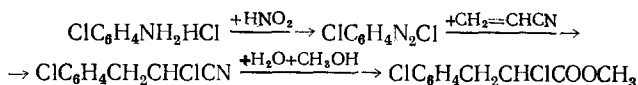
ных животных и человека и сильным раздражающим и тератогенным действием<sup>147</sup>. Однако после разработки метода очистки от указанной примеси применение 2,4,5-Т возобновилось практически в тех же масштабах. (В большинстве стран принято, что препарат не должен содержать более 0,5 мг/кг 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-1,4-диоксина.)

Установлено, что большинство эфиров указанных выше кислот обладают высокой гербицидной активностью, которая пропорциональна содержанию в эфире соответствующей кислоты. Кроме того, продолжают работы по синтезу новых эфиров<sup>133, 140, 142</sup>; некоторые из них настолько дороги, что вряд ли найдут практическое применение. Синтезированы также производные арилоксиалкангидроксамовых кислот<sup>138</sup>, эфиров арилоксиалканкарбоновых кислот с сахарами<sup>131</sup>, производные арилоксиалкандио- и дитиокарбоновых кислот<sup>137, 143</sup>, амидов арилоксиалканкарбоновых кислот<sup>132, 145</sup>, а также арилоксиакриловой кислоты<sup>135</sup>. Отметим, что существенный вклад в область арилоксиалканкарбоновых кислот был сделан С. С. Наметкиным и его сотрудниками<sup>1</sup>.

Эфиры 1-нафтилуксусной кислоты с полиэтиленгликолем предложено применять для прореживания мандаринов<sup>148</sup>, а непредельные алкоксикарбоновые кислоты — для обработки апельсинов<sup>149</sup>. В качестве гербицидов и регуляторов роста растений довольно широко распространение получили различные производные флуоренкарбоновой кислоты<sup>3, 5, 150-153</sup> (XI).

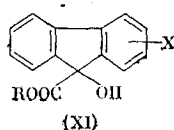
Для стимулирования роста растений путем предпосевной обработки семян предложено использование имида кетоглutarовой кислоты<sup>154</sup>, а также оксифенил- $\alpha$ -аминомасляной кислоты<sup>155</sup>. В качестве гербицида для борьбы с гумеом, плевелом, дурнушником и другими сорными растениями предложена транс-2-амино- $\alpha$ -2-аминоэтоксипутеновая кислота при нормах расхода 1—4 кг/га<sup>156</sup>.

Эфиры замещенных фенилпропионовых кислот представляют интерес как избирательные гербициды<sup>158</sup>; метиловый эфир — *n*-хлорфенил- $\alpha$ -хлорпропионовой кислоты используется для борьбы с овсягом в посевах пшеницы<sup>3, 5</sup>. Он с хорошим выходом может быть получен по следующему пути<sup>157</sup>:



В качестве гербицидов предложены также эфиры ароматических тиокарбоновых кислот<sup>159</sup>.

Говоря о карбонильных соединениях, следует отметить, что в качестве гербицидов и регуляторов роста растений предложено большое число альдегидов и кетонов<sup>160-166</sup>. Так, кетоны  $\text{C}_4$ — $\text{C}_{18}$  предложены для химического пасынкования табака<sup>160</sup>, гексагалогенацетоны — для задержки прорастания клубней картофеля<sup>161</sup>, ароматические и жирноароматические кетоны — как гербициды<sup>162-165</sup>. В качестве избирательных гербицидов предложены и арилоксиацетофеноны<sup>166</sup> и аминокетоны<sup>163</sup>.



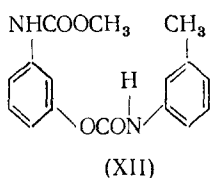
Наряду с феноксиалканкарбоновыми кислотами в последние годы рекомендованы для практического использования нафтоксиалканкарбо-

новые кислоты и их производные, изучение которых впервые было начато в лаборатории С. С. Наметкина<sup>1</sup>. Примером таких препаратов может служить 1-нафтокси-N,N-диэтил-2-пропионамид, рекомендуемый для борьбы с сорными растениями в капусте<sup>167, 168</sup>.

В ряду производных карбоновых кислот найдены вещества, которые используются в качестве противоядий гербицидов<sup>169</sup>. Примером таких соединений может служить ангидрид 1,8-динафтойной кислоты и диаллиламид дихлоруксусной кислоты. Последний нашел достаточно широкое применение для предохранения кукурузы от повреждения гербицидами из производных тиокарбаминовой кислоты. В настоящее время для борьбы с сорняками в посевах кукурузы применяется смесь эптама с диаллилдихлорацетамидом, под названием эради-кан. Эради-кан содержит 8,3% диаллиламида дихлоруксусной кислоты на 91,7% эптама.

## VI. ПРОИЗВОДНЫЕ КАРБАМИНОВОЙ И ТИОКАРБАМИНОВОЙ КИСЛОТ

Одной из достаточно многочисленных групп соединений, обладающих высокой физиологической активностью для растений, являются производные карбаминовой и тиокарбаминовой кислот<sup>2, 3</sup>. Несколько десятилетий назад получили практическое применение такие препараты, как ИФК, Хлор-ИФК и некоторые другие. За последние годы круг применяемых производных арилкарбаминовой кислоты постоянно расширяется; в настоящее время используется и изучается несколько десятков производных карбаминовой кислоты<sup>3, 5, 170-196</sup>. Так, например, найдено, что в качестве регулятора роста растений для задержки роста трав, пасынкования табака и в ряде других случаев может быть использован изопропил-N-(3-хлорфенил)-N-пропилоксиметилкарбамат<sup>170</sup>, обладающий умеренной токсичностью для животных. В качестве гербицида для борьбы с сорняками в посевах сахарной свеклы довольно широкое применение находит препарат бетанал, действующим началом которого является фенмедифам (XII)<sup>3</sup>.



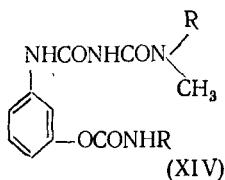
К настоящему времени синтезировано и предложено для применения в качестве гербицидов большое число аналогов этого препарата<sup>171, 182-196</sup>, в том числе производные карбаминовой кислоты, содержащие в молекуле наряду с карбомильным остатком остаток мочевины<sup>182, 183, 185, 188, 189, 191, 192, 196</sup>. Интересно отметить, что наибольшей активностью из таких производных обладают мета-замещенные соединения; пара- и орто-производные обладают значительно меньшей физиологической активностью для растений.

В качестве гербицидов и регуляторов роста растений предложены также оксимкарбаматы<sup>178-181</sup>. Так, для опрыскивания апельсиновых деревьев для облегчения сбора урожая предлагают соединение (XIII)<sup>86</sup>, а карбомилариленибуре-ты (XIV) — для применения в качестве герби-

цидов<sup>196</sup>.



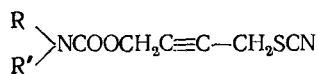
(XIII)



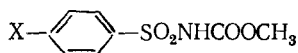
(XIV)

Интересно отметить, что некоторые смеси карбаматов в почве действуют значительно дольше, чем каждый из компонентов в отдельности. Так, например, смесь Хлор-ИФК с 4-хлорфениловым эфиром циклогексилкарбаминовой кислоты (4 : 1) действует почти в течение 14 недель, тогда как один хлор-ИФК при тех же нормах расхода сохраняется в почве не более 4 недель<sup>197</sup>.

В изучаемых производных карбаминовой кислоты значительное место в последнее время занимают бифункциональные производные, содержащие наряду с остатком карбаминовой кислоты различные другие функциональные группы<sup>181, 191, 195</sup>. В частности, для борьбы с лисохвостом предложены соединения общей формулы (XV)<sup>198</sup>, а с рядом других сорных растений — соединения общей формулы (XVI)<sup>199</sup>.

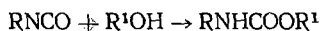


(XV)

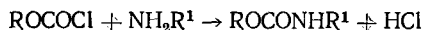


(XVI) X=NH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>NH

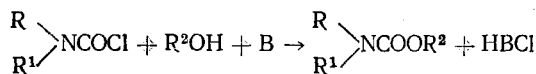
Наиболее удобными методами получения алкиловых и ариловых эфиров арил- или алкилкарбаминовых кислот являются реакции соответствующих изоцианатов со спиртами или фенолами<sup>3</sup>



или хлоркарбонатов с соответствующими аминами



Возможно также получение эфиров карбаминовой кислоты реакцией фенолов или спиртов с карбомойлхлоридами в присутствии акцепторов хлористого водорода<sup>5</sup>:



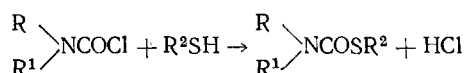
Наряду с производными карбаминовой кислоты широкое применение в сельском хозяйстве для борьбы с сорными растениями в посевах различных культур получили производные тио- и дитиокарбаминовой кислот<sup>3, 5</sup>. К настоящему времени практическое использование нашло более 15 производных тиокарбаминовой кислоты, среди которых такие препараты, как диаллат, триаллат, ялан, тилам, эптам, вернолят, сутан, ронит, сатурн и другие<sup>3, 5</sup>. Производные тиокарбаминовой кислоты находят применение для борьбы с сорными растениями в посевах пшеницы, риса, кукурузы, сахарной свеклы, сои, некоторых овощных и ряда других культур. Большинство препаратов этого класса используется путем внесения в почву с последующей заделкой на глубину 2—5 см. Заделка необходима в связи с относительно высокой летучестью этой группы веществ.

Эфиры тиокарбаминовой кислоты находят применение не только самостоятельно, но и в смеси с гербицидными антидотами<sup>169</sup> и с различными другими соединениями<sup>200</sup>. К настоящему времени описано очень большое число производных тиокарбаминовой кислоты алифатического, алициклического, ароматического и гетероциклических рядов; изыскание новых препаратов в этом классе соединений интенсивно продолжают<sup>201–222</sup>.

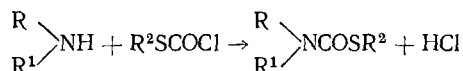
В последнее время описаны производные тиокарбаминовой кислоты, получаемые из замещенных циклопропиламинов<sup>201</sup>, алкилениминов<sup>220, 221</sup>, алкил- и диалкиламинов, содержащие различные заместители в эфирном радикале<sup>202, 204</sup>, бензиловые и 2-хлорбензиловые эфиры диалкилтиокарбаминовых кислот<sup>205, 206</sup>, 4-замещенные бензиловые эфиры диалкилкарбаминовых кислот<sup>207–216</sup>, тиенилметилловые эфиры диалкилтиокарбаминовых кислот<sup>217, 218</sup>, пиридилалкиловые эфиры тиокарбаминовых кислот<sup>219</sup> и мн. др. Гербицидными свойствами обладают и некоторые сульфенилкарбаматы<sup>219, 223</sup>, которые являются первыми продуктами метаболизма эфиров тиокарбаминовой кислоты в почве и других объектах окружающей среды<sup>223</sup>.

Для получения различных эфиров тиокарбаминовой кислоты описано три основных способа<sup>3, 203, 204, 211, 212</sup>.

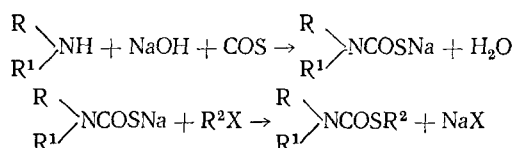
Взаимодействие меркаптанов с карбомилхлоридами:



Взаимодействие алкилтиохлоркарбонатов с аминами. Обе эти реакции хорошо проходят в присутствии акцепторов хлористого водорода.



Интересным общим способом получения тиолкарбаматов является реакция солей диалкилтиокарбаминовой кислоты с алкилгалогенидами. Необходимые соли с хорошими выходами образуются при взаимодействии аминов и едких щелочей с тиоокисью углерода:

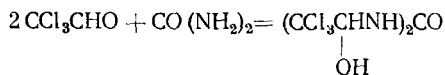


## VII. ПРОИЗВОДНЫЕ МОЧЕВИНЫ И ТИОМОЧЕВИНЫ

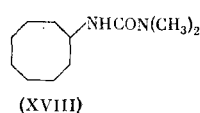
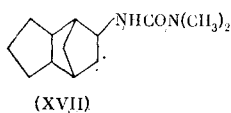
Производные мочевины и тиомочевины являются одним из наиболее важных классов химических соединений, нашедших достаточно широкое применение в сельском хозяйстве различных стран<sup>3, 5, 224–229</sup>. Укажем, что в настоящее время для борьбы с сорными растениями в посевах самых различных сельскохозяйственных культур используется более 40 различных производных мочевины, алифатического, алициклического, ароматического и гетероциклического рядов.

Из алифатических производных мочевины укажем на дихлоральмочевину, используемую для борьбы со злаковыми сорняками в сахарной свекле и некоторых других культурах<sup>2</sup>. Дихлоральмочевина с хорошими

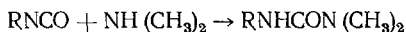
выходами получается реакцией мочевины с хлоралем <sup>290</sup>:



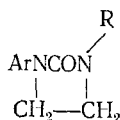
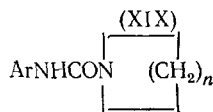
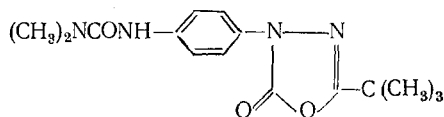
Для применения в качестве гербицидов предложен ряд несимметричных алициклических мочевины <sup>3, 252-257</sup>, из которых практическое применение получила N-(пергидро-4,7-метиленинданил-5)-N',N'-диметилмочевина, известная под торговым названием гербан (XVII). Этот препарат используется для борьбы с сорными растениями в хлопчатнике, сое, горохе, картофеле и некоторых других культурах при нормах расхода 1,5—4 кг/га. Некоторое применение нашла также N-циклооктил-N',N'-диметилмочевина (XVIII) — циклурон <sup>3</sup>, применяемая в посевах свеклы и овощных культур в смеси с другими препаратами. Изучается и ряд других производных мочевины алициклического ряда <sup>252-257</sup>.



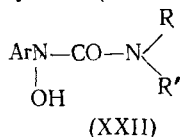
Получаются такого типа мочевины чаще всего взаимодействием соответствующих алициклических изоцианатов с аминами <sup>252-257</sup>:



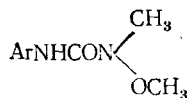
Наиболее широкое распространение получили жирноароматические производные мочевины, некоторые из которых обладают высокой избирательностью действия и могут быть использованы в самых различных культурах. Так, например, для борьбы с сорными растениями в посевах озимой пшеницы предложено применение 4-изопропилфенил-N',N'-диметилмочевины <sup>227, 233</sup>, в борьбе с сорняками в пшенице удовлетворительные результаты дает также 3-хлор-4-метилфенил-N',N'-диметилмочевина <sup>226, 241</sup> и ее гомологи и 3-хлор-4-метоксифенил-N,N'-диметилмочевина и ее гомологи <sup>228, 234, 235, 239, 242, 245</sup>. Для борьбы с сорняками в хлопчатнике и других культурах широко применяется препарат которан (N-3-трифторметилфенил-N',N'-диметилмочевина), 3-хлор-4-трифторметилфенил-N',N'-диметилмочевина <sup>232</sup>, 3-хлор-трифторметоксифенил-N',N'-диметилмочевина и некоторые другие. Предложены также для практического применения 3-тетрафторэтоксифенил-N',N'-диметилмочевина <sup>225</sup>. Предложен для применения также ряд производных мочевины, содержащих при атоме азота различные ацильные группы <sup>236-238</sup>, а также соединения общей формулы (XIX) <sup>259-261</sup>, содержащие самые разнообразные заместители в ароматическом радикале. К производным мочевины должны быть также отнесены соединения общей формулы (XX) <sup>231</sup>, (XXI) <sup>268</sup> и некоторые другие <sup>269, 270</sup>.



В качестве гербицидов предложены также комплексы замещенных мочевины с кислотами<sup>251</sup>, мочевины — производные гидроксиламина<sup>3, 258</sup>, содержащие при одном из атомов азота гидроксил (XXII)<sup>3, 181</sup> или метоксильную группу<sup>3, 258</sup> (XXIII).

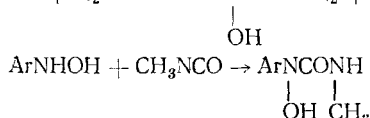
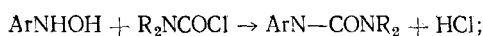


(XXII)

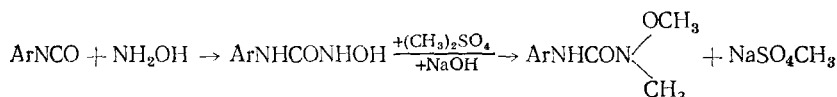


(XXIII)

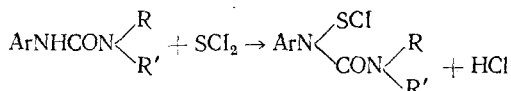
Соединения (XXII) с хорошими выходами получают при реакции арилгидроксиламинов с диалкилкарбомойлхлоридами или алкилизотианатами<sup>3</sup>:



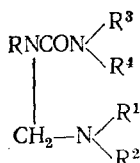
а (XXIII) — по следующему циклу реакций<sup>3</sup>:



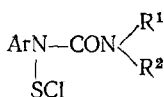
Недавно предложены в качестве гербицидов соединения общей формулы (XXIV)<sup>244</sup>, (XXV) и (XXVI)<sup>262-266</sup>. Соединения (XXV) с хорошими выходами получают при реакции соответствующих замещенных мочевины с двуххлористой серой в пиридине или другом аналогичном растворителе<sup>262</sup>:



Хлор в этих соединениях легко замещается на различные другие группы<sup>263</sup>. В качестве гербицидов предложены также соединения общей формулы (XXVII)<sup>246, 249, 253</sup>.



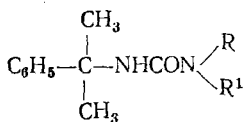
(XXIV)



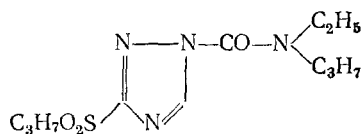
(XXV)



(XXVI)



(XXVII)



(XXVIII)

Для применения в качестве средств борьбы с нежелательной растительностью предложено большое число гетероциклических мочевины, среди которых имеются представители самых различных классов химических соединений. Примером может служить 1-(N-этил-N-пропилкарбомойл)-3-пропилсульфонил-1,2,4-триазол (XXVIII)<sup>230</sup>. В ряду гербицид-

ных мочевины имеются производные 1,2,4-оксадиазола<sup>287</sup>, 1,2,4-тиазола<sup>287</sup>, фурфурила и пирана<sup>275</sup>, тиазола<sup>283, 286</sup>, изотиазола<sup>284</sup>, 1,3,4-тиадиазола<sup>271, 272, 278</sup>, дихлортиазола<sup>278</sup>, сульфонил-тиадиазола<sup>279</sup>, пиридина<sup>267</sup> и некоторых других гетероциклических соединений<sup>273, 280–282, 285, 288</sup>. Некоторые из гетероциклических мочевины уже нашли практическое применение. К таким соединениям в первую очередь относятся: N-бензтиазолил-2-N'-метилмочевина (бензтиазурон); N-бензтиазолил-N,N'-диметилмочевина (метабензтиазурон); N,N'-диметил-N'-(5-бутил-1,3,4-тиадиазолил-2)-мочевина (тебутирон); 1,3-диметил-1-(5-трифторметил-1,3,4-тиадиазолил-2)-мочевина (тиазфлурон) и другие.

Несмотря на то что к настоящему времени описано и изучено в качестве гербицидов и регуляторов роста растений очень большое число производных мочевины, исследования в этой области интенсивно продолжаются и систематически появляются новые, перспективные для практического использования препараты.

На основании имеющихся данных могут быть сделаны некоторые выводы о зависимости гербицидного действия от строения производных мочевины. Не имея возможности достаточно подробно осветить этот вопрос, отметим лишь некоторые общие положения, касающиеся замещенных арилдиалкилмочевины. Наиболее активными гербицидами являются арилдиалкилмочевины, содержащие в фенильном остатке не более двух заместителей, причем хотя бы одно из орто-положений к амидной группе должно содержать водород. Общее число атомов углерода в двух алкильных остатках при азоте не должно быть более пяти; при большем числе атомов С в этих радикалах активность соединения падает. Однако это положение не распространяется на арилциклоалкилмочевины. Так, например, активным гербицидом является N-фенил-N'(2-метилциклогексил)мочевина. При увеличении числа атомов углерода в алкильных или циклоалкильных остатках общая гербицидная активность падает, но возрастает селективность действия препарата.

Из N-арил-N'-диалкилмочевины наибольшей активностью обладают хлорпроизводные и наименьшей — иодпроизводные. Наиболее высокой избирательной активностью обладают мочевины, содержащие заместители в положении 3,4-фенильного радикала. N-Нафтил-N'-диалкилмочевины обладают более слабым гербицидным действием. Более ограниченный интерес представляют для использования в качестве гербицидов производные тиомочевины, из которых практическое применение нашла лишь N-3-метилфенил-N',N'-диметилтиомочевина. Другие производные тиомочевины более интересны как фунгициды<sup>3</sup>.

### VIII. ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ ФОСФОРА И МЫШЬЯКА

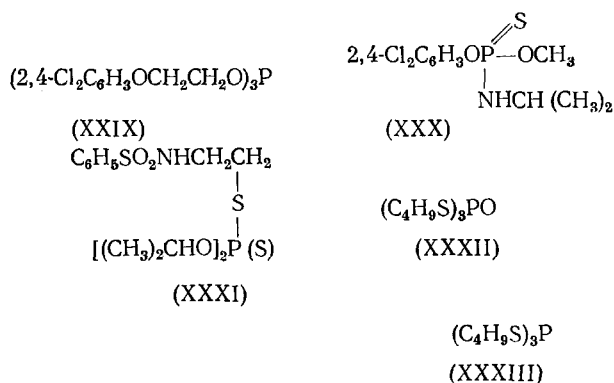
Из соединений мышьяка практическое применение для дефолиации и десикации хлопчатника нашла мышьяковая кислота<sup>3, 22</sup>, которой в США обрабатываются довольно значительные площади этой культуры. Для борьбы с сорными растениями используются также соли метилмышьяковой и какодиловой кислот. Необходимо, однако, отметить, что широкое применение мышьяка в сельском хозяйстве приводит к его накоплению в почве и в растениях<sup>291</sup>. Особенно широкое распространение получили соли метилмышьяковой и какодиловой кислот в смеси с различными другими гербицидами<sup>289</sup>, а также в борьбе с некоторыми сорняками на лугах<sup>292</sup>.

За последние годы широких масштабов достигло изучение гербицидных и регулирующих рост свойств органических соединений фосфора; в этой области достигнуты значительные успехи<sup>293–371</sup>. Среди изученных

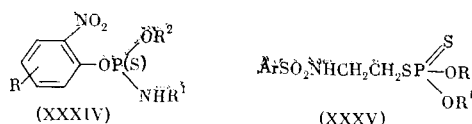


органических соединений фосфора имеются представители самых различных производных фосфора с разной биологической активностью. Большой интерес к органическим соединениям фосфора вполне понятен, так как большинство этих соединений легко разлагается в почве с образованием фосфорной кислоты и других простейших соединений и практически не оставляет ядовитых остатков в окружающей среде<sup>291, 372</sup>. К настоящему времени не отмечено накопления органических соединений фосфора в объектах окружающей среды<sup>372</sup>.

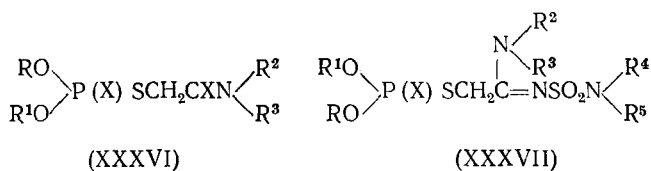
Одними из первых фосфорорганических гербицидов были препараты фалон (XXIX), цитрон (XXX) и префар (XXXI), которые получили сравнительно ограниченное применение. В значительно больших масштабах используются препараты бутифос (XXXII) и мерфос (XXXIII) в качестве дефолиантов для предуборочного удаления листьев на хлопчатнике<sup>22</sup>.



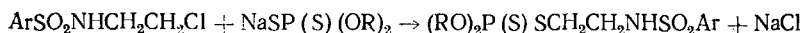
В последнее время синтезировано большое число аналогов цитрона, содержащих в положении 2 фенильного радикала нитрогруппу<sup>333, 340, 344, 352, 367, 368, 370, 374</sup>; соединения такого типа общей формулы (XXXIV) в настоящее время изучаются в Японии в опытно-промышленных условиях.



Наряду с синтезом и изучением большого числа аналогов префара с общей формулой (XXXV)<sup>347</sup> синтезировано большое число соединений с общей формулой (XXXVI)<sup>332, 335, 345, 351, 351</sup>, содержащих при атоме азота алифатические<sup>357</sup>, ароматические<sup>351</sup> и гетероциклические<sup>345</sup> остатки. Эти соединения в большинстве случаев обладают избирательным гербицидным действием; среди них имеются производные как тио-, так и дитиофосфорных кислот<sup>332</sup>.



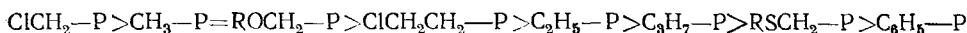
Синтез префара и его аналогов может быть осуществлен по следующему пути <sup>347</sup>:



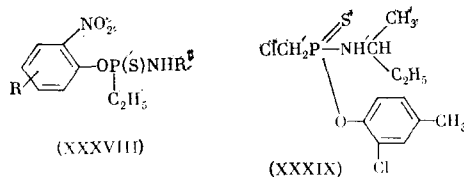
Синтезированы и изучены гербицидные и регулирующие рост свойства большого числа других фосфатов <sup>326</sup>, тиофосфатов <sup>349, 350, 359, 360</sup>, аминфосфатов и -тиофосфатов <sup>327, 328</sup>. Так, например, в качестве дефолиантов предложены S,S-диалкилдитиохлорфосфаты, получаемые реакций диалкилдисульфидов с треххлористым фосфором в присутствии безводного хлористого алюминия <sup>348</sup>; а в качестве гербицидов — фосфорсодержащие производные *симм*-триазина <sup>346</sup> и 2,3,6-трихлорбензоил-фосфазо-N-арилиминотрихлорацилы <sup>338</sup>.

Запатентовано применение в качестве гербицидов фосфонатных аналогов соединений (XXXIV) общей формулы (XXXVIII) <sup>375</sup>, которые безопасны для хлопчатника, моркови, картофеля и некоторых других культур.

Систематическое изучение эфираминов метилфосфоновой и метилтиофосфоновой кислот и производных этих кислот, содержащих в метильной группе при атоме фосфора различные заместители, показало, что наибольшей активностью обладают производные хлорметилтиофосфоновой кислоты <sup>376-379</sup>, причем по убыванию гербицидной активности эфирамины алкилтиофосфоновых кислот могут быть расположены в следующий ряд <sup>376-379</sup>:



Изучение конформационных переходов эфираминов хлорметилтиофосфоновой кислоты показало, что наибольшей гербицидной активностью обладают соединения с наименьшей разностью свободных энергий между поворотными изомерами <sup>377, 379</sup>. Это наблюдение может объяснить и меньшую гербицидную активность фосфонатов по сравнению с тиофосфонатами <sup>377</sup>. Из этой группы веществ значительный интерес представляет препарат, известный под названием изофос-3 (XXXIX) <sup>379</sup>.

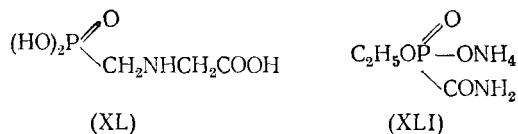


Применение изофоса-3 дает хорошие результаты в борьбе с сорными растениями в посевах риса, пшеницы, кукурузы, сои, томатов и ряда других культур. Особенно эффективен этот препарат в борьбе с просовидными сорняками <sup>379</sup>. К настоящему времени синтезировано большое число аналогов изофоса <sup>380, 381</sup>, которые также обладают гербицидным действием. Интересно отметить, что наиболее активны эфирамины хлорметилтиофосфоновой кислоты, содержащие остатки вторичного амина. Большое влияние оказывает также строение эфирного остатка <sup>379</sup>.

Значительный интерес представляет фосфометилглицин (XL), который в виде солей с алифатическими аминами обладает высокими гербицидными свойствами против однолетних многолетних сорняков, в том числе против пырея ползучего. Этот препарат, известный под названием глифосат, получается реакцией хлорметилфосфоновой кислоты

или ее производных с глицином<sup>371</sup>. Описано большое число производных и смесей глифосата с различными другими гербицидами<sup>342, 353, 358, 362, 363</sup>.

В качестве регуляторов роста и гербицидов описаны также различные карбамидофосфанаты<sup>329, 336, 341, 343, 382</sup>, из которых практическое применение для борьбы с некоторыми многолетними растениями получила аммониевая соль О-этил-карбамидофосфоновой кислоты<sup>382</sup> (XLI).



Широкое применение в качестве регулятора роста растений получила 2-хлорэтилфосфоновая кислота и некоторые ее производные<sup>292—324</sup> (которая известна под названиями этрел, этефон и др.). Действие 2-хлорэтилфосфоновой кислоты основано на том, что при pH > 4,5 происходит выделение этилена, обладающего высокой регулирующей рост активностью. 2-Хлорэтилфосфоновую кислоту получают гидролизом 2-хлорэтилового эфира 2-хлорэтилфосфоновой кислоты соляной кислотой или хлористым водородом<sup>325, 373, 383</sup>. Хорошие выходы получаются при использовании наиболее концентрированной соляной кислоты. Необходимый для синтеза 2-хлорэтиловый эфир 2-хлорэтилфосфоновой кислоты с хорошим выходом получается по способу Кабачника<sup>383</sup> из трис-2-хлорэтил)-фосфита. Наряду с 2-хлорэтилфосфоновой кислотой для применения в качестве регуляторов роста растений предложены различные ее производные<sup>331, 337, 361</sup>, гомологи<sup>355, 375</sup> и многие другие производные фосфоновых кислот<sup>354, 366, 384</sup>.

В зависимости от концентрации препарата, стадии развития и вида растения 2-хлорэтилфосфоновая кислота может вызывать различные физиологические эффекты: стимулирование или ингибирование роста, пробуждение спящих почек, ускорение созревания фруктов и овощей, усиление пазушечного ветвления растений, индуцирование цветения, повышение морозостойкости почек, усиление опадения листьев, цветков и плодов<sup>300, 301</sup>. При использовании этрела для яровизации пшеницы отмечено улучшение колосения всходов по сравнению с контрольными семенами в 8—53 раза<sup>302</sup>. Для ускорения созревания и облегчения механизации уборки хорошие результаты дает применение 2-хлорэтилфосфоновой кислоты на томатах<sup>303—309</sup>, мандаринах<sup>310, 311</sup>, лимонах, апельсинах и грейпфрутах<sup>311</sup>, персиках<sup>312</sup>, огурцах<sup>313—315</sup>, вишне, луке<sup>316</sup>, землянике<sup>317</sup>, лещине<sup>318</sup>, арахисе<sup>319</sup>, грецком орехе<sup>320, 321</sup>, подсолнечнике<sup>322, 323</sup>, табаке<sup>324</sup> и хлопчатнике<sup>298</sup>.

Особенно перспективен этрел для механизации уборки урожая плодовых культур и цитрусовых. При использовании препарата наряду с облегчением снятия плодов происходит ускорение их созревания, что способствует увеличению урожая и улучшению его качества. Так, персики созревают на 5 дней раньше обычного<sup>312</sup>, урожай томатов увеличивается на 20—30%<sup>307</sup>, земляники на 36—44%<sup>317</sup>. Этрел является также эффективным средством нарушения состояния покоя у семян арахиса<sup>319</sup>. В зависимости от назначения этрел используется в концентрациях от 0,25 до 10 г/л. Как регулятор роста растений препарат применяют в концентрации 0,5—1 г/л, в качестве дефолианта — в более высоких концентрациях. Норма расхода препарата в зависимости от обрабатываемой культуры составляет 250—3000 г/га, причем использование даже самых высоких концентраций препарата экономически оправдано. Этрел не оставляет ядовитых остатков на растениях, так как практиче-

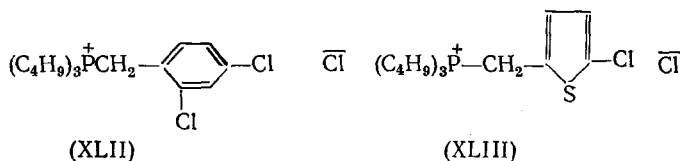
ски полностью разлагается с образованием фосфорной кислоты, которая усваивается растениями.

Интересно отметить, что свойствами, подобными этрелу, обладают некоторые производные 2-хлорэтилкремния<sup>369, 385</sup>, а также эфиры 2-хлорэтанфосфиновой кислоты<sup>386</sup>.

Отметим, что этрел представляет интерес и для применения в качестве гаметоцида<sup>387</sup>, так как в концентрации 2—3 г/л полностью стерилизует мужскую пыльцу растений, что представляет интерес для получения гибридных семян.

Из производных фосфоновых кислот необходимо упомянуть N,N-бис(фосфонометил)-глицин, который предложен для ускорения созревания сахарного тростника и повышения его сахаристости<sup>388</sup>.

Наряду с производными кислот фосфора практическое применение в растениеводстве получили и соли четвертичного фосфония<sup>293—297, 365</sup>, из которых наиболее известен препарат фосфон-Д (XLII). Фосфон-Д используется в качестве ретарданта широкого спектра действия главным образом в закрытом грунте на цветочных культурах. В последнее время широко изучается препарат СНЕ-8728 (XLIII), 2-хлортиенилметилтрибутилфосфоний хлористый, который рекомендуют для повышения урожайности хлопчатника, сои, фасоли и сахарного тростника<sup>293—297, 365</sup>. При опрыскивании указанных культур водными растворами препарата (25—30 мг/л) урожай повышался на 7—15%.



2-Хлортиенилметилтрибутилфосфоний хлористый с хорошим выходом получается при реакции трибутилфосфина с 2-хлор-5-хлорметилтиофеном<sup>365</sup>. Необходимый для этого синтеза трибутилфосфин может быть получен из трибутилалюминия и треххлористого фосфора. По патентным данным, свойствами регулятора роста растений обладают и соли триалкил-2-хлортиениламмония<sup>334</sup>. Из приведенного, далеко не полного обзора видно, что органические соединения фосфора заняли прочное место в сельском хозяйстве и в качестве гербицидов и в качестве регуляторов роста растений.

## IX. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РЯДОВ

К настоящему времени среди гетероциклических соединений различных рядов известно наибольшее число физиологически активных для растений соединений, нашедших практическое применение в сельском хозяйстве<sup>3</sup>. Наиболее давно известными регуляторами роста растений являются индолилуксусная (гетероауксин) и индолилмасляная кислоты, которые широко используются и в настоящее время для ускорения укоренения растений при их вегетативном размножении черенками<sup>3</sup>, а также гидразид малеиновой кислоты, применяемых для торможения роста растений<sup>391</sup>, рациональный способ производства которого был разработан в лаборатории С. С. Наметкина<sup>2</sup>.

Значительное число современных гербицидов являются производными пиридина, из которых по масштабам производства и применения на

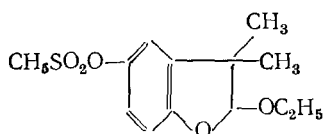
первом месте находятся четвертичные соли 4,4'-дипиридила и 2,2'-дипиридила<sup>389</sup>; первые из них получают алкилированием 4,4'-дипиридила различными алкилирующими средствами, а вторые — реакцией дибромэтана с 2,2'-дипиридилом<sup>389, 390</sup>.

Активным гербицидом широкого ареала действия является 4-амино-3,5,6-трихлорпиколиновая кислота, обладающая исключительно большой продолжительностью действия<sup>3, 4</sup>.

Из производных пиридина упомянем также тетрахлорпиридиол, дихлордифторпиридиол<sup>3</sup>, эфиры и другие производные 4-амино-3,5,6-трихлорпиколиновой кислоты<sup>392</sup>, 3,5,6-трихлорпиридилуксусную кислоту<sup>393</sup>, сульфо- и нитропроизводные хлорпиридинов<sup>394–396</sup>, полихлорциан- и дигидроцианпиридины<sup>396, 397</sup>, 3,5-дихлоралкилоксиэтоксипиридины<sup>398</sup>, 3,5-дифтор-2,4,6-триметоксипиридин<sup>399</sup>, 2-амино-6-хлор-4-трихлорметилпиридин<sup>400</sup>, 4-меркапто-2,3,5,6-тетрагалогенпиридины<sup>401</sup>, полигалогенпиридины<sup>402–404</sup>, перхлорвинилцианпиридин<sup>405</sup>, галогеналкилпиридины<sup>406</sup>, полизамещенные дипиридиламины<sup>407</sup> и сульфониевые производные полихлорпиридинов<sup>408, 409</sup>, предложенные для применения в качестве регуляторов роста растений и гербицидов.

Отметим также, что в качестве регуляторов роста растений предложены замещенные пирролидины<sup>410</sup> и малеинимиды<sup>411</sup>.

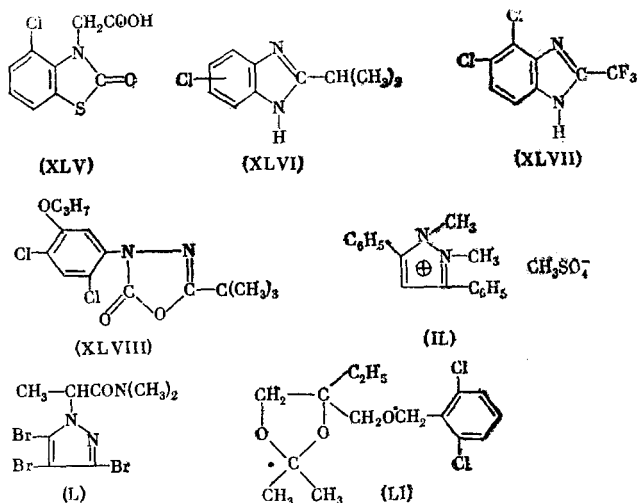
Из кислородных гетероциклических соединений для применения в качестве гербицида предложен 6,8-дихлорхромон<sup>412</sup> и различные эфиры замещенного окситетрагидробензофурана<sup>413–415</sup>. Из этой группы препаратов значительный практический интерес представляет 2-этоксидигидро-3,3-диметилбензофуранил-5-метилсульфонат (XLIV), известный под фирменным названием нортрон. Этот препарат применяют для борьбы с сорными растениями в посевах сахарной свеклы<sup>415</sup>. Он с хорошим выходом может быть получен взаимодействием 5-окси-1-этоксидигидро-3,3-диметилбензофурана с метансульфохлоридом в присутствии акцепторов хлористого водорода<sup>414</sup>. Аналогичным способом синтезировано большое число других производных дигидробензофурана<sup>413, 416</sup>, некоторые из которых также обладают гербицидным действием, но практического применения они пока не нашли.



(XLIV)

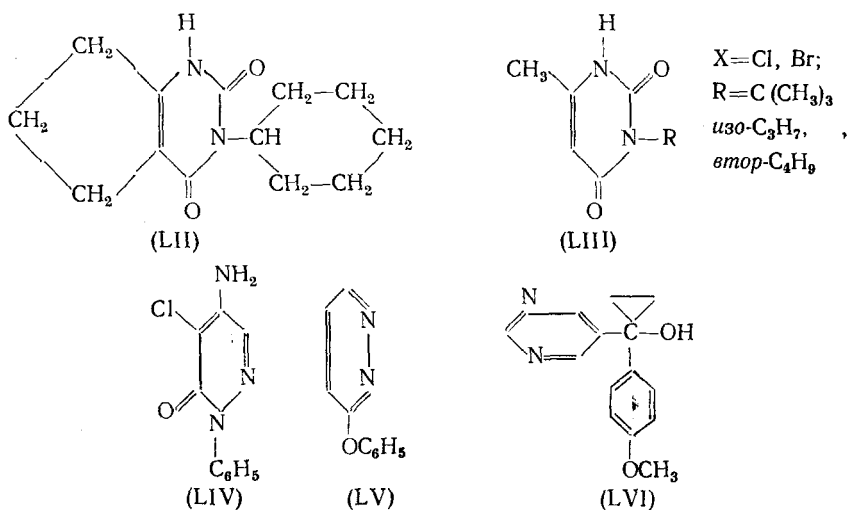
Большое число исследований посвящено изучению гербицидных и регулирующих рост свойств пяти- и шестичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами в цикле, в том числе производных имидазолина<sup>416, 417</sup>, бензимидазолина и бензимидазола<sup>418–420</sup>, индазола<sup>421</sup>, пиразола<sup>422–425</sup>, оксазола и оксазолидина<sup>426</sup>, тиазолидина и тиазола<sup>427–429</sup> и изотиазола<sup>430</sup>, гидантоина<sup>431–434</sup> и некоторых других.

Из перечисленных выше классов гетероциклических соединений практическое применение нашли: беназолин (XLV), БХ-584 (XLVI), хлорфлуоразол (XLVII), РП-17623 (XLVIII), дифензокват (IL), 2-(3,4,5-трибромпиразолил-1)-N,N-диметилпропионамид (L) и некоторые другие. Среди гетероциклических соединений с двумя атомами кислорода в цикле практическое применение нашел препарат бензглицерит<sup>435</sup> (LI).



Еще более широкое практическое применение нашли гетероциклические соединения с двумя гетероатомами в цикле. Наиболее широко применяются замещенные урацилы<sup>3, 4, 436, 437</sup>, пиримидины<sup>438—443</sup> и пиридазины<sup>444—453</sup>. Из этих групп соединений шире всего применяют ленацил (LII) для борьбы с сорными растениями в различных культурах, производные урацила и общей формулы (LIII), пирамин (LIV) для борьбы с сорными растениями в посевах сахарной свеклы, 3-феноксипиридазин (LV) и некоторые другие.

В качестве регулятора роста растений для улучшения цветения хризантем, лилий и пионов<sup>454</sup> получил некоторое распространение циклопропил-(4-метоксифенил)-5-пиримидилметанол (LVI), который в виде 0,026%-ного раствора используют или для опрыскивания растений, или для обработки почвы.

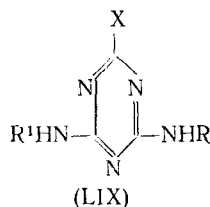
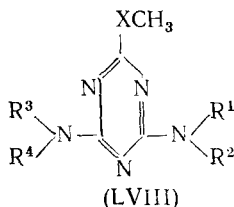
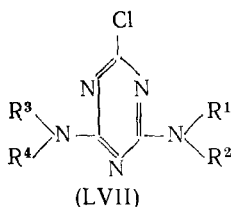


Синтезировано очень большое число аналогов приведенных выше соединений, некоторые из которых могут представлять существенный

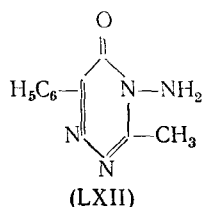
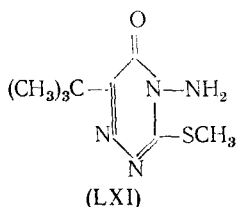
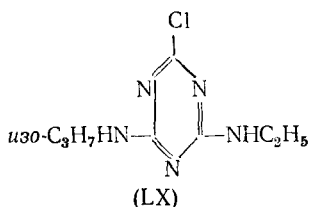
практический интерес. Однако изучение их пока еще не закончено. Несомненно, среди них будет найдено еще много интересных физиологически активных для растений соединений.

Подробно изучены гетероциклические соединения с тремя и более гетероатомами в цикле, в том числе производные триазола<sup>3</sup>, симм-триазина<sup>3, 455-476</sup>, тетрагидро-симм-триазина<sup>479-482</sup>, несимметричного триазина<sup>477, 478, 482</sup>, 2,2-диокси-2,1,3-бензотиадiazина<sup>3, 483</sup>, тиадiazола<sup>485</sup>, окса-дiazола<sup>486</sup> и других<sup>484, 487-491</sup>.

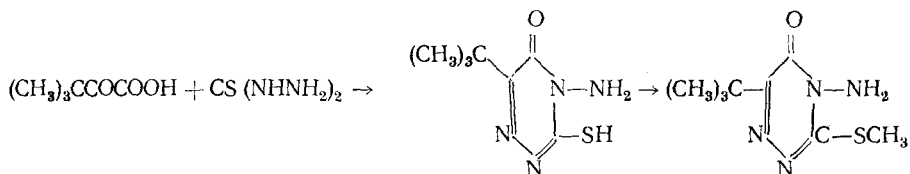
Наиболее широкое применение в качестве гербицидов нашли производные симм-триазина общих формул (LVII), (LVIII) и (LIX), легко получаемые замещением хлора в цианурхлориде на соответствующие группы.



По масштабам производства и применения для борьбы с сорными растениями в посевах различных культур производные симм-триазина занимают одно из первых мест<sup>9</sup> среди других препаратов. Достаточно сказать, что только атразин (LX) используется для борьбы с сорными растениями в посевах кукурузы в количествах до 40 тысяч тонн в год<sup>492</sup>.

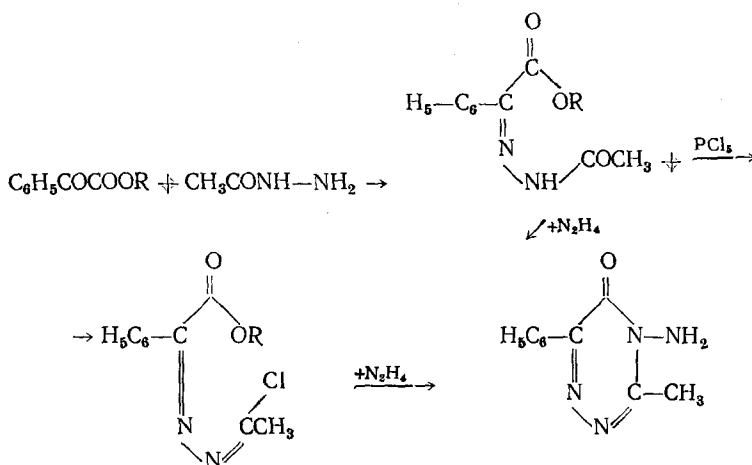


Первым гербицидом из производных несимметричного триазина является препарат метрибуцин (сенкор) (LXI), получаемый по следующему пути<sup>477</sup>:



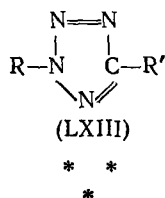
Этот препарат находит применение для борьбы с сорными растениями в посевах сои, томатов, картофеля и люцерны.

Вторым интересным препаратом этого ряда является метаметрон<sup>477</sup> (LXII), получаемый на основе следующих реакций;



Метаметрон предложен для борьбы с сорными растениями в посевах сахарной свеклы. Особенно хорошие результаты дает его использование совместно с некоторыми производными хлорацетанилида.

В качестве регуляторов роста растений, тормозящих рост побегов и стеблей различных культур, предложены тетразолы общей формулы (LXIII) <sup>489, 491</sup>.



В данной статье не представляется возможным дать полную характеристику исследований по изысканию и разработке новых химических средств борьбы с сорной растительностью и регулирования роста растений, но и приведенных примеров достаточно для общего представления о масштабах проводимых работ и о том значении, которое приобрели химические препараты в растениеводстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Наметкин, Собрание трудов, т. 1, Изд-во АН СССР, М., 1954, стр. 695.
2. Н. Н. Мельников, Ю. А. Баскаков, Химия гербицидов и регуляторов роста растений, Госхимздат, М., 1962, стр. 723.
3. Н. Н. Мельников, Химия и технология пестицидов, «Химия», М., 1974, стр. 766.
4. Н. Н. Мельников, Н. Н. Тутурина, Химия в сельском хозяйстве, 13, 841 (1975).
5. H. Kurth, Chemische Unkrautbekämpfung, VEB G. Fischer Verlag, Jena, 1975, S. 564.
6. К. Е. Овчаров, М. И. Штильман, Успехи химии, 43, 1282 (1974).
7. Н. С. Бойко, Химия в сельском хозяйстве, 13, 44 (1974).
8. М. А. Федин, М. Н. Гыска, Там же, 13, 41 (1975).
9. Farm. Chem., 138, № 9, 45—48 (1975).
10. R. F. Norman, Proceedings 12th British Weed Control Conference, 3, 917 (1974).
11. J. M. Winchester, Там же, 3, 987 (1974).
12. Т. Н. Thomas, Там же, 3, 949 (1974).
13. В. А. Захаренко, Материалы VIII Междунар. конгресса по защите растений, М., т. 2, 1975, стр. 6.
14. М. Г. Кейсерухский, Там же, т. 2, 1975, стр. 12.
15. Plant growth substances 1970, Ed. by D. L. Carr, Berlin, Springer, 1972.
16. F. M. Ashton, A. S. Crafts, Mode of Action of Herbicides, N. Y., John Wiley and Sons, 1973, p. 504.



17. L. P. Hanson, Plant growth regulators, N. Y.—London, 1973.
18. Plant growth substances, ed. by L. Audus, London, 1972.
19. T. H. Thomas, Pesticide Sci., 5, 87 (1974).
20. О. Н. Кулаева, Цитокинины их структура и функции, «Наука», М., 1973.
21. Г. С. Муромцев, В. Н. Агнистикова, Гормоны растений гиббереллины, «Наука», М., 1973.
22. Л. Д. Стонов, Дефолианты и десиканты, «Химия», М., 1973.
23. Farm Chemicals Handbook'75, Willoghby, Ohio, Meister Publishing Corp., 1975.
24. W. K. Collins et al., Tobacco, 76, № 24, 27—29 (1970).
25. R. Y. Yih, C. Swithenbank, J. Agr. Food Chem., 23, 592 (1975).
26. H. O. Bayer et al., Пат. США 3798276 (1974); РЖ. Хим., 1975, 6.0.396.
27. Y. Abe et al., Пат. США 3821312 (1972); РЖ. Хим., 1975, 100484.
28. Y. Abe et al., Пат. США 3813444 (1974); РЖ. Хим., 1975, 160486.
29. I. Shigehara et al., Пат. США 3849503 (1974); РЖ. Хим., 1975, 170390.
30. L. Rohe et al., Заявка на патент ФРГ 2333848 (1975); РЖ. Хим., 1975, 190441.
31. И. Като, Т. Толяма, Японск. пат. 49—45384 (1974); РЖ. Хим., 1975, 190442.
32. V. Konecny, L. Kuris, Пат. ЧССР 146866 (1973); РЖ. Хим., 1975, 190440.
33. A. Kreuzburg et al., Пат. ГДР 110152 (1974); РЖ. Хим., 1975, 200378.
34. H. S. Gill, L. S. Brar, PANS, 21, 182 (1975).
35. Пат. Румынии 55500 (1973); РЖ. Хим., 1975, 180445.
36. B. Savory, C. J. Hibbitt et al., Pest. Sci., 6, 145 (1975).
37. Франц. пат. 2173466 (1973); РЖ. Хим., 1974, 24Н700.
38. E. Klauke, Заявка на патент ФРГ 2214058 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н672.
39. Австр. пат. 272749 (1969); РЖ. Хим., 1975, 200365.
40. Е. И. Пороцкий, Т. А. Демидова, Химия в сельск. хоз., 10, 609 (1972).
41. Г. Н. Ненайденко и др., Там же, 10, 701 (1972).
42. Г. Н. Ненайденко и др., Там же, 11, 377 (1973).
43. Г. Н. Ненайденко, Там же, 12, 541 (1974).
44. Н. В. Агафонов, Э. П. Соловей, Там же, 12, 464 (1974).
45. А. Д. Аветисян, Г. К. Григорян, А. О. Айрапетян, Там же, 10, 143 (1972).
46. Г. Н. Ацеховский, Там же, 10, 606 (1972).
47. H. Kuelin, W. Schusten, J. Jdel, Z. Acker. Pflanzenbau, 138, 1 (1972).
48. C. D. Lindley, PANS, 19, 87 (1973).
49. Н. Коатурски. Кооп. землед., 28, № 3, 21 (1974).
50. M. Andraacik, G. Huska, P. Lendnar, Pol'nohospodarstvo, 20, № 1, 3 (1974).
51. P. E. Read, V. L. Herman, D. A. Heng, Hort. Sci., 9, № 1, 55 (1974).
52. T. H. Thomas, Sci. Hort. 24, 158 (1972—73).
53. W. Krause, Grower, 73, 674 (1970).
54. S. K. Mukherji, Cotton Development, 13, № 1, 27 (1973).
55. S. Singh, K. Singh, Там же, 1, № 1, 14 (1971).
56. R. J. Weaver, Amer. J. Enol. and Viticult., 26, № 1, 47 (1975).
57. M. Nagao, S. Temura, Agr. Biol. Chem., 35, 1636 (1971).
58. M. Mohin, M. S. Smith, Pest. Sci., 3, 333 (1972).
59. M. Fewari et al., Biologia Plantarum, 15, 157 (1973).
60. H. Haruta et al., Agr. Biol. Chem., 36, 881 (1972).
61. H. Haruta et al., Там же, 38, 141 (1974).
62. M. M. El-Fouly et al., Agrochemica, 14, 321 (1970).
63. J. Jung, Z. Acker. Pflanzenbau, 131, 325 (1970).
64. B. Zeeh, K.-H. König, J. Jung, Kemia-Kemi, 1, 621 (1974).
65. J. Jung, H. Sturm, W. Zwick, Landwirt. Forsch., 24, Sonderheft 28, 46 (1973).
66. К. Наканиси и др., Японск. пат. 50—1029 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230416.
67. Наканиси и др., Японск. пат. 50—1031 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230417.
68. H. Taylor et al., Пат. США 3868244 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230443.
69. К. Наканиси и др., Японск. пат. 50—1030 (1975); РЖ. Хим., 1975, 220333.
70. К. Наканиси и др., Японск. пат. 49—48944 (1974); РЖ. Хим., 1975, 210349.
71. H. Tsuchiya et al., Пат. США 3856850 (1974); РЖ. Хим., 1975, 210350.
72. К. Наканиси и др., Японск. пат. 49—48429 (1970); РЖ. Хим., 1975, 190435.
73. W. W. Abramitis, Пат. США 3460936 (1969); РЖ. Хим., 1975, 130478.
74. К. Наканиси и др., Японск. пат. 50—1025 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10467.
75. К. Наканиси и др., Японск. пат. 50—1027 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10468.
76. К. Наканиси и др., Японск. пат. 50—1028 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10474.
77. С. Тамура и др., Японск. пат. 50—2012 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10471.
78. M. Nagao et al., Пат. США 3864349 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10467.
79. С. Басио, Ю. Кизуги, Японск. пат. 50—2902 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10469.
80. Н. Н. Мельников, Химия в сельск. хоз., 13, 900 (1975).
81. Г. Скилакакис и др., VIII Международный конгресс по защите растений, Доклады и сообщения секции III, Химический метод борьбы, М., 1975, стр. 543.
82. Дж. Грамлич и др., Там же, стр. 150.
83. P. L. Strong et al., Пат. США 3764624 (1973); РЖ. Хим., 1974, 23Н665.

84. P. Langelüddecke et al., Заявка ФРГ 2258631 (1974); РЖ. Хим., 1975, 90445.
85. P. L. Strong et al., Пат. США 3829308 (1974), РЖ. Хим., 1975, 110487.
86. B. Cross, W. H. Gastruck, Пат. США 3844762 (1974); РЖ. Хим., 1975, 190447.
87. Q. Soper, Пат. ФРГ 1643313 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10482.
88. G. Skylakakis et al., см.<sup>10</sup> v. 2, p. 795.
89. Сии хояку, 28, № 2, 29 (1974); РЖ. Хим., 1976, 10455.
90. M. Wilcox, Пат. США 3867452 (1975).
91. J. F. Olin, Пат. США 3830829 (1974); РЖ. Хим., 1975, 130486.
92. J. F. Olin, Пат. США 3832383 (1974); РЖ. Хим., 1975, 130487.
93. K. W. Ratts, Пат. США 3830841 (1974); РЖ. Хим., 1975, 130488.
94. J. K. Tournayre, C. Vogel, Швейц. пат. 551138 (1974); РЖ. Хим., 1975, 30370.
95. K. Akiba et al., Пат. США 3780090 (1971); РЖ. Хим., 1975, 30371.
96. H. Moser, Пат. ГДР 111784 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10481.
97. B. Schiewald et al., Пат. ГДР 109979 (1974); РЖ. Хим., 1976, 10493.
98. C. M. Menzie, Metabolism of Pesticides, Special Scientific Report, Wildlife № 184, Washington, D. C., 1974, p. 486.
99. L. Maravetz, Пат. США 3819661 (1974); РЖ. Хим., 1976, 10485.
100. Э. А. Меглицкий, М. Н. Гыска, Г. Н. Торопова, в сб. Применение физиологически активных соединений в садоводстве, «Колос», М., 1972, стр. 128.
101. Э. К. Петерсон, А. К. Сполитис, в сб. Регуляция роста и питания растений, Минск, 1972, стр. 138.
102. G. E. Stemberbridge, C. E. Cambrelle, Hort. sci., 9, № 1, 29 (1974).
103. S. Stoyanov, Tidsskr. planteavl., 77, 180 (1973).
104. H. A. Robitalle, G. Janick, Hort. sci., 8, 316 (1973).
105. G. J. Tehrani, J. Am. Soc. Hort. sci., 98, 468 (1973).
106. L. B. Fitch, G. S. Sibbett, Calif. Agr., 27, 12 (1973).
107. P. H. Jerie, Austr. J. Agr. Res., 24, 91 (1973).
108. W. Perreye, Rev. Agr. (Brussels), 25, 1199 (1972).
109. S. Sansavini, J. Martin, K. Ryugo, J. Am. Soc. Hort. sci., 95, 708 (1970).
110. W. Williams, Wash. Fruit Grower., 24, № 2, 8 (1970).
111. M. H. Chaplin, A. L. Kenworthy, J. Am. Soc. Hort. sci., 95, 532 (1970).
112. G. C. Martin, W. H. Griggs, Hort. sci., 5, 258 (1970).
113. D. R. McCaskill, G. R. Morris, J. W. Fleming, Arkansas Farm Res., 21, № 3, 9 (1972).
114. P. W. Dyson, J. Hort. Sci., 47, 215 (1972).
115. J. C. Hormann, Chana J. Sci., 12, № 1, 51 (1972).
116. F. Ryłski, Israel J. Agr. Res., 22, № 1, 31 (1972).
117. P. E. Read, D. J. Fieldhouk, J. Am. Soc. Hort. Sci., 95, 73 (1970).
118. F. W. Calder, W. D. Canham, D. S. Fenson, Canad. J. Plant. Sci., 53, 269 (1973).
119. D. R. Tompkins, R. A. Norton, C. G. Woldbridge, J. Am. Soc. Hort. sci., 97, 772 (1972).
120. P. Spigel, Hort. sci., 9, 116 (1974).
121. R. Bastidas, G. L. Buitrago, Acta agron. (Colomb.), 22, № 1, 25 (1972).
122. G. Clapp, Agron. J., 65, № 1, 41 (1973).
123. V. Q. Hale, Crop. Sci., 11, 678 (1971).
124. B. W. Hipp, W. R. Cowley, J. Am. Soc. Hort. sci., 94, 269 (1969).
125. A. H. Freitag, E. A. Coleman, Agron. J., 65, 610 (1973).
126. A. Busschots, Meded. Rijkstac. Landbouwwetensch. (Gent.), 34, 474 (1969).
127. C. Depauw, Там же, 36, 1270 (1971).
128. C. Vanderhoven et al., Там же, 37, 623 (1972).
129. Д. И. Чкаников, М. С. Соколов, Гербицидное действие 2,4-Д и других галондифеноксикислот, «Наука», М., 1973.
130. J. Ristici, Bull. sti. si. techn. Inst. politehn. Timisora, Ser. Chim., 19, 229 (1974).
131. J. Arct, Z. Eckstein, Prz. chem., 54, 335 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10457.
132. А. Султанкулов, А. Хикматов и др., Авт. свид. СССР № 395055 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н678.
133. Р. Нусияма и др., Японск. пат. 49—6102 (1974); РЖ. Хим., 1974, 23Н658.
134. R. Puttner, F. Arndt, Заявка ФРГ 2234817 (1974); РЖ. Хим., 1974, 23Н660.
135. A. Fujiami, A. Mine, T. Fujite, Agr. and Biol. Chem., 38, 1399 (1974).
136. К. Мукаи и др., Японск. пат. 49—28978 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80397.
137. F. Edamura et al., Пат. США 3829489 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110479.
138. L. Nüblein, F. Arndt, Заявка ФРГ 2262402 (1947); РЖ. Хим., 1975, 120503.
139. Ю. К. Щелов, Л. А. Калущкий, Н. К. Близинок, Авт. свид. СССР № 254946, 1970; РЖ. Хим., 1975, 130485.
140. Ш. Мамедов и др. Авт. свид. СССР № 426637, 1974; РЖ. Хим., 1975, 200377.
141. C. Soderquist, D. Crosby, Pest. Sci., 6, 17 (1975).
142. Д. Кисикава и др., Японск. пат. 2068 (1965); РЖ. Хим., 1975, 200364.
143. F. Y. Edamura et al., Пат. США 3862974 (1975); РЖ. Хим., 1975, 220354.
144. J. R. Beck, Заявка ФРГ 2344521 (1975); РЖ. Хим., 1975, 220353.
145. H. Tilles et al., Пат. США 3480671 (1969); РЖ. Хим., 1975, 230431.

146. Weed Sci., 23, 253 (1975).
147. Chlordioxins-Origin and Fate, Ed. by E. H. Blair, Am. Chem. Soc., Washington, D. C., 1973, p. 141.
148. М. Куда, М. Нагатоми, Японск. пат. 49—21055 (1974); РЖ. Хим., 1975, 200344.
149. С. Weis, H. Fischer, Швейц. пат. 558321 (1975); РЖ. Хим., 1975, 160468.
150. G. Mohr et al., Пат. ФРГ 1542960 (1974); РЖ. Хим., 1975, 60411.
151. G. Mohr et al., Пат. ГДР 55176 (1967); РЖ. Хим., 1975, 200370.
152. P. F. Wareing, Англ. пат. 1103000 (1968); РЖ. Хим., 1975, 200363.
153. G. Mohr et al., Пат. ГДР 55175 (1967); РЖ. Хим., 1975, 230455.
154. D. Cachita et al., Пат. СРР 56308 (1974); РЖ. Хим., 1975, 210385.
155. С. Киносита, Н. Мукай, Пат. СССР № 199782 (1967); РЖ. Хим., 1975, 200375.
156. J. Berger et al., Пат. США 3869277 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230412.
157. B. Mrva et al., Англ. пат. 149008 (1973); РЖ. Хим., 1975, 70350.
158. Г. К. Руднев, Н. Г. Хаскин, Б. А. Геллер, В. Е. Давидковский, Хим. технология. Научно-произв. сб. № 3, Киев, «Наукова думка», 1975, стр. 19.
159. A. Kudamatsu et al., Пат. США 3852318 (1974); РЖ. Хим., 1975, 200368.
160. K. Payne, P. Haggett, Англ. пат. 1372521 (1974); РЖ. Хим., 1975, 210383.
161. G. Batvhelol, Пат. США 3443928 (1969); РЖ. Хим., 1975, 200380.
162. E. Lacroix, S. Duke, Англ. пат. 1380438 (1975); РЖ. Хим., 1975, 210356.
163. C. Hoffman, Пат. США 3852058 (1974); РЖ. Хим., 1975, 180451.
164. B. Werner et al., Заявка ФРГ 2223894 (1972); РЖ. Хим., 1974, 22Н670.
165. О. Ямада и др., Японск. пат. 49—11418 (1974); РЖ. Хим., 1974, 22Н669.
166. Х. Куроно и др., Японск. пат. 14818 (1967); РЖ. Хим., 1975, 230425.
167. C. P. Griffiths, C. T. Lake, Proceedings 11th British Weed Control Conference, 1, 138 (1972). Brighton.
168. B. J. VanDen Brink, D. J. Bracey, R. A. Gray, Proceeding 3rd Symposium on New Herbicides, 1, 35 (1969).
169. J. B. Miaullis, R. A. Gray, Weed Abstr., 24, 2829 (1975).
170. К. Люрсен, К. Метггер, Г. Егер, VIII Международный конгресс по защите растений, Доклады и сообщения секции III, М., 1975, стр. 403.
171. Ф. Арнт, Г. Борошевски, Там же, стр. 40.
172. F. Y. Edamura, T. J. Giacobbe, Пат. США 3790619 (1974); РЖ. Хим., 1974, 22Н671.
173. С. Emersen, R. Aichennegg, Пат. США 3784563 (1974); РЖ. Хим., 1974, 22Н673.
174. Z. Vesela et al., Пат. ЧССР 148794 (1973); РЖ. Хим., 1975, 210365.
175. К. Наканиси и др., Японск. пат. 49—11064 (1974); РЖ. Хим., 1974, 23Н698.
176. A. Fischer et al., Пат. США 3810751 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80401.
177. P. Montijn, E. Haddock, Англ. пат. 1355349 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80395.
178. G. Kornis, E. Nidy, Пат. США 3829463 (1974); РЖ. Хим., 1975, 90447.
179. J. E. Frans, Пат. США 3836572 (1974); РЖ. Хим., 1975, 180452.
180. R. Pputtner, F. Arndt, Заявка ФРГ 2234816 (1974); РЖ. Хим., 1974, 23Н659.
181. Ю. А. Баскаков, в кн. Механизм действия гербицидов, Изд-во Болг. АН, София, 1975.
182. B. Gross, C. P. Grasso, Пат. США 3867429 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10465.
183. J. F. Olin, P. C. Hamm, Пат. США 3867426 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10478.
184. G. Boroschewski, F. Arndt, Заявка ФРГ 2341079 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10480.
185. G. Gras, Франц. пат. 2210186 (1974); РЖ. Хим., 1975, 210366.
186. M. Wilcox, Пат. США 3869278 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10470.
187. G. Boroschewski et al., Пат. ФРГ 1567151 (1974); РЖ. Хим., 1975, 10399.
188. G. Gras, Франц. пат. 2182242 (1973); РЖ. Хим., 1975, 40325.
189. К. P. Dorschner, J. A. Albright, Пат. США 3806537 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80394.
190. G. Kornis, E. Nidy, Пат. США 3829463 (1974); РЖ. Хим., 1975, 90449.
191. G. Boroschewski et al., Пат. ФРГ 1593520 (1974); РЖ. Хим., 1975, 100482.
192. E. E. Schweizer, Weed Abstr., 24, 2938 (1975).
193. G. Boroschewski, F. Arndt, Заявка ФРГ 2310648 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110486.
194. C. Arens, C. Gates, H. Laufresweiler, Weed Abstr., 24, 2940 (1975).
195. М. И. Фаддеева, Ю. А. Баскаков, Авт. свид. СССР № 239966 (1969); РЖ. Хим., 1975, 120504.
196. K. Sasse et al., Заявка ФРГ 2317367 (1974); РЖ. Хим., 1975, 150499.
197. R. Fraley, Пат. США 3874939 (1975); РЖ. Хим., 1976, 20484.
198. Франц. пат. 1471952 (1967); РЖ. Хим., 1975, 120498.
199. K. Carpenter et al., Пат. США 3823008 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110488.
200. A. Fischer, Пат. США 3870502 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10494.
201. G. H. Singhal, R. E. Turkos, Пат. США 3776936 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н662.
202. J. J. D'Amico, M. W. Harman, Пат. США 3305576 (1967); Франц. пат. 1514270. (1968); Шведск. пат. 210849 (1967); РЖ. Хим., 1975, 120495—497.
203. H. Pitt, Пат. США 3836524 (1974); РЖ. Хим., 1975, 180443.
204. A. Fischer et al., Пат. ФРГ 2329043 (1975); РЖ. Хим., 1975, 210352.
205. I. Kimura et al., Пат. США 3816500 (1974); РЖ. Хим., 1975, 70355.
206. M. Kannai et al., Пат. США 3822124 (1974); РЖ. Хим., 1975, 70355.

207. М. Итибаси и др., Японск. пат. 49—10743 (1974); РЖ. Хим., 1974, 23Н679.  
208. И. Кимура и др., Японск. пат. 49—16935 (1974); РЖ. Хим., 1974, 24Н701.  
209. Х. Аямаса и др., Японск. пат. 49—39816 (1974); РЖ. Хим., 1975, 160498.  
210. А. Kudamatsu et al., Пат. США 3846467 (1968); РЖ. Хим., 1975, 240551.  
211. М. Kannai et al., Пат. США 3846115 (1974); РЖ. Хим., 1975, 210362.  
212. G. Losco, A. Quattrini, Франц. заяв. 2209753 (1974); РЖ. Хим., 1975, 160487.  
213. К. Вакамори и др., Японск. пат. 49—35978 (1974); РЖ. Хим., 1975, 150497.  
214. W. Törpf, Швейц. пат. 555817 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110489.  
215. М. Яя и др., Японск. пат. 49—27875 (1974); РЖ. Хим., 1975, 160483.  
216. Х. Аямаса и др. Японск. пат. 49—35147 (1974); РЖ. Хим., 1975, 160483.  
217. М. Aya et al., Пат. США 3813405 (1970); РЖ. Хим., 1975, 190450.  
218. М. Ая и др., Японск. пат. 49—44329 (1974); РЖ. Хим., 1975, 220359.  
219. F. Walker, Пат. США 3816435 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110500.  
220. A. Fischer et al., Заявка ФРГ 2312045 (1974); РЖ. Хим., 1975, 140526.  
221. A. Fischer et al., Заявка ФРГ 2333397 (1975); РЖ. Хим., 1975, 190456.  
222. В. Карадини, А. Гельметти, К. Лазанья, VIII Междунар. конгресс по защите растений. Доклады и сообщения III секции, т. 1, М., 1975, стр. 305.  
223. Ф. Гоццо и др., Там же, т. 1, М., 1975, стр. 141.  
224. P. Langelüddeke, E. F. Schulze, Proceedings 11th British Weed Control Conference, 2, 830 (1972).  
225. R. J. Marrese, Там же, 2, 835 (1972).  
226. K. R. Hubbard, D. B. Livingston, Proceedings 12th British Weed Control Conference, 1, 67 (1974).  
227. R. T. Hewson, Там же, 1, 75 (1974).  
228. E. L. Ummel et al., Там же, 1, 83 (1974).  
229. L. Burgaud et al., Там же, 2, 801 (1974).  
230. L. G. Copping, R. F. Brookes, Там же, 2, 809 (1974).  
231. Ж. Демора, А. Амбрози, Р. Бош, см.<sup>222</sup>, т. 1, М., 1975, стр. 184.  
232. Е. Кюхле, Е. Клауке, Л. Еге, Там же, т. 1, стр. 356.  
233. Ф. Швердле, Х. Шумахер, Там же, т. 2, стр. 654.  
234. M. Schuler, Пат. США 3865571 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230429.  
235. H. Martin et al., Пат. США 3864395 (1975); РЖ. Хим., 1975, 220357.  
236. J. Krenzer, S. Richter, Пат. США 3864377 (1975); РЖ. Хим., 1975, 220358.  
237. C. Mezger et al., Заявка ФРГ 2340570 (1975); РЖ. Хим., 1975, 200371.  
238. В. Конесну, Авт. свид. СССР 151232 (1973); РЖ. Хим., 1975, 180444.  
239. O. Scherer et al., Пат. ФРГ 1568641 (1974); РЖ. Хим., 1975, 180457.  
240. E. Teach, Пат. США 3852348 (1974); РЖ. Хим., 1975, 180458.  
241. D. Dürr, Швейц. пат. 558141 (1975); РЖ. Хим., 1975, 170392.  
242. V. Kato, M. Kado, Пат. США 3849109 (1974); РЖ. Хим., 1975, 170394.  
243. J. Platz, Пат. США 3850986 (1974); РЖ. Хим., 1975, 170397.  
244. R. Thomas et al., Заявка ФРГ 2247310 (1974); РЖ. Хим., 1975, 150500.  
245. O. Scherer et al., Пат. ФРГ 1668110 (1974); РЖ. Хим., 1975, 150502.  
246. А. Тэракава и др., Японск. пат. 49—28504 (1974); РЖ. Хим., 1975, 90451.  
247. P. Held et al., Пат. ГДР 100142 (1973); РЖ. Хим., 1975, 70354.  
248. F. Eder, Швейц. пат. 548158 (1974); РЖ. Хим., 1975, 30373.  
249. D. Showa, Заявка ФРГ 2166739 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н675.  
250. T. Fridinger et al., Пат. США 3817740 (1974); РЖ. Хим., 1975, 70360.  
251. G. Barbaras et al., Пат. США 3297425 (1967); РЖ. Хим., 1975, 120507.  
252. C. Weis, J. Rumpf, Пат. СССР 146796 (1972); РЖ. Хим., 1975, 210398.  
253. Т. Такэмацу и др. Пат. СССР 352433 (1973); РЖ. Хим., 1975, 170396.  
254. Австр. пат. 138939 (1973); РЖ. Хим., 1975, 120515.  
255. A. Fischer et al., Пат. ФРГ 1221841 (1967); РЖ. Хим., 1975, 90457.  
256. Пат. ПНР 68292 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н663.  
257. J. Churpp, Пат. США 3761241 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н664.  
258. E. Kühle et al., Заявка ФРГ 2234586 (1974); РЖ. Хим., 1974, 23Н666.  
259. W. Pyne et al., Пат. ФРГ 2039908 (1974); РЖ. Хим., 1975, 160493.  
260. Х. Аямаса и др., Японск. пат. 49—35982 (1974); РЖ. Хим., 1975, 150505.  
261. Австр. пат. 315571 (1974); РЖ. Хим., 1975, 70359.  
262. J. D. Cleveland, Пат. США 3857883 (1974); РЖ. Хим., 1975, 230422.  
263. M. Brown, Пат. США 3853966 (1974); РЖ. Хим., 1975, 190446.  
264. К. Татеса и др., Японск. пат. 49—37246 (1974); РЖ. Хим., 1975, 160480.  
265. M. Brown, Пат. США 3771993 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н676.  
266. M. Brown, Пат. США 3824281 (1974); РЖ. Хим., 1975, 60397.  
267. A. Micailovski, Пат. США 3829307 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110501.  
268. W. Törpf, Швейц. пат. 547288 (1974); РЖ. Хим., 1974, 23Н672.  
269. E. Teach, Пат. США 3781305 (1973); РЖ. Хим., 1974, 24Н709.  
270. W. Wah, Пат. США 3859301 (1975); РЖ. Хим., 1975, 240555.  
271. L. Nässelein, F. Arndt., Заявка ФРГ 2341816 (1975); РЖ. Хим., 1975, 240556.  
272. T. Cebalo, R. Walde, Шведск. пат. 369191 (1974); РЖ. Хим., 1975, 240557.

273. J. Krenzer, Пат. США 3864775 (1975); РЖ. Хим., 1975, 240558.  
274. A. Micailovsky, Пат. США 3860410 (1975); РЖ. Хим., 1975, 20486.  
275. L. Maravetz, Пат. США 3859313 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230432.  
276. F. Arndt, L. Nüsslein, Заявка ФРГ 2360709 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230435.  
277. Т. Ногути и др. Пат. СССР 383237 (1973); РЖ. Хим., 1975, 170414.  
278. K. Sasse et al., Заявка ФРГ 2320362 (1974); РЖ. Хим., 1975, 150509.  
279. L. Nüsslein et al., Заявка ФРГ 2246461 (1974); РЖ. Хим., 1975, 150510.  
280. C. Metzger et al., Пат. ФРГ 1817949 (1974); РЖ. Хим., 1975, 140528.  
281. C. Metzger et al. Заявка ФРГ 2303079 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110494.  
282. T. Gebalo, R. Walde, Швейц. пат. 554886 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110495.  
283. J. Guillot, P. Poignant, Пат. США 3821239 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80398.  
284. Англ. пат. 1355513 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80399.  
285. H. Grabinger, R. Schring, Пат. ФРГ 1670172 (1974); РЖ. Хим., 1974, 24Н706.  
286. A. Miller, Австр. пат. 311116 (1973); РЖ. Хим., 1975, 70364.  
287. H. Moser, C. Vogel, Швейц. пат. 549338 (1974); РЖ. Хим., 1975, 10405.  
288. G. Volpp, H. Dounchis, Пат. США 3787434 (1974); РЖ. Хим., 1975, 10466.  
289. C. W. Hogue, Weed Sci., 22, 97 (1974).  
290. Н. Н. Мельников, Ю. А. Баскаков, М. Е. Куперман, Труды НИУИФ, 158, 266 (1958).  
291. Environmental Pollution by Pesticides, Ed. by C. A. Edwards, London — N. Y., Plenum Press, 1973, p. 542.  
292. S. A. Lowance, E. J. Peters, R. E. Mattas, Weed Sci., 23, 222 (1975).  
293. R. S. Campbell, J. K. Greig, Hort Sci., 9, 71 (1974).  
294. D. R. Tompkins et al., Arkansas Farm Research, 21, № 3, 8 (1972).  
295. D. R. Tompkins et al., Hort Sci., 6, 393 (1971).  
296. C. A. Stuthe, R. D. Rudolf, Arkansas Farm Research, 20, № 2, 16 (1971).  
297. C. A. Stuthe, R. D. Rudolf, Там же, 22, № 3, 2 (1973).  
298. Н. Ф. Зубкова и др., Химия в сельск. хоз., 12, 385 (1974).  
299. C. D. McCarty, M. P. Miller, Calif. Agr., 27, № 1, 3 (1973).  
300. L. Ferte, J. Pecherr, Phytiat. Phytopharm., 10, № 3, 113 (1970).  
301. R. C. DeWilde, Hort. Sci., 6, 364 (1971).  
302. A. Chrominski, B. Bozej, Acta agron. Acad. sci. hung., 22, 27 (1973).  
303. M. Day, D. A. Jones, Commers Grower., № 4027, 505 (1973).  
304. N. D. Bondad, E. B. Pantastico, Econ. Bot., 26, 238 (1972).  
305. M. Pobbins, R. E. Peterson, Hort. Res., 12, 141 (1972).  
306. J. P. Ashby, Там же, 18, 145 (1972).  
307. J. P. Ashby, H. A. Waterson, Там же, 12, 201 (1972).  
308. W. T. Bussell, N. Z. J. Exp. Agr., 1, 123 (1973).  
309. J. A. Welath, A. C. Ferguson, J. Am. Soc. Hort. Sci., 98, 124 (1973).  
310. R. Joung et al., Hort. Sci., 5, 268 (1970).  
311. L. Jath, J. Am. Soc. Hort. Sci., 98, 230 (1973).  
312. Г. Р. Стиню, Д. Дончев, А. Петров, Докл. С.-х. акад. НРБ, 5, 109 (1972).  
313. D. R. Tompkins, D. F. Schulteis, Arkansas Farm. Res., 19, № 6, 5 (1970).  
314. C. H. Mikler, R. L. Lower, Hort. Sci., 7, 418 (1972).  
315. E. J. Hogue, H. B. Hechey, Там же, 9, 72 (1974).  
316. D. Levy et al., Там же, 7, 470 (1972).  
317. C. R. Blatt, A. G. Sponagle, Canad. J. Plant. Sci., 53, 585 (1973).  
318. H. B. Legersedt, J. Am. Soc. Hort. Sci., 97, 738 (1972).  
319. W. K. Baily, J. E. Bear, J. Am. Peanut Res. Educ. Ass., 5, № 1, 20 (1973).  
320. D. Cuele, Fruit Grower., 25, № 5, 6 (1971).  
321. G. Martin, J. Am. Soc. Hort. Sci., 96, 431 (1971).  
322. Т. Георгиев, П. Узунов, Сельскостоп. Техн., НРБ, 10, № 4, 85 (1973).  
323. Т. Георгиев, П. Узунов, Сельскостоп. Техн., НРБ, 10, № 4, 85 (1973).  
324. D. Gremashi, Tobacco, 76, № 745, 19 (1972).  
325. R. Ronald, C. Vogel, Пат. США 3808265 (1974); РЖ. Хим., 1975, 50396.  
326. W. Kochmann et al., Пат. ГДР 105117 (1974); РЖ. Хим., 1975, 50397.  
327. F. Freenor, Пат. США 3794699 (1974); РЖ. Хим., 1975, 50395.  
328. Х. Аямаса и др., Японск. пат. 49—28979 (1974); РЖ. Хим., 1975, 60404.  
329. R. Theissen, Пат. США 3826640 (1974); РЖ. Хим., 1975, 90454.  
330. H. Kleiner, Заявка ФРГ 2259241 (1974); РЖ. Хим., 1975, 90469.  
331. E. Beriger, Швейц. пат. 549334 (1974); РЖ. Хим., 1975, 10393.  
332. P. Beutel et al., Заявка ФРГ 2249939 (1974); РЖ. Хим., 1975, 100478.  
333. G. Schrader et al., Пат. США 3823004 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110478.  
334. P. Epstein et al., Пат. США 3819357 (1974); РЖ. Хим., 1975, 120520.  
335. W. Toepfi, Пат. США 3833600 (1974); РЖ. Хим., 1975, 120503.  
336. W. Langsdorf, Пат. США 3819353 (1974); РЖ. Хим., 1975, 120512.  
337. D. Randall, R. Wynn, Пат. США 3838180 (1974); РЖ. Хим., 1975, 130518.  
338. В. П. Рудавский, М. Н. Кучерова, Д. Ф. Ширанков, Физиологически активные вещества, Республиканский межведомственный сб., Киев, «Наукова думка», 7, 27 (1975).

339. R. Schring et al., Заявка ФРГ 2320371 (1974); РЖ. Хим., 1975, 140524.
340. Г. Сюрадель и др., Японск. пат. 49—42504 (1974); РЖ. Хим., 1975, 150504.
341. H. Bucha, W. Langsdorf, Пат. США 3849102 (1974); РЖ. Хим., 1975, 160489.
342. U. Suwinnamek, C. Parker, Weed Res., 15, 13 (1975).
343. Бельг. пат. 743863 (1973); РЖ. Хим., 1975, 20336.
344. G. Schrader et al., Пат. США 3796560 (1974); РЖ. Хим., 1975, 20337.
345. E. Sturm, H. Cellarius, Швейц. пат. 559214 (1975); РЖ. Хим., 1975, 210400.
346. H. Schull, W. Schwarze, Пат. ГДР 43614 (1966); РЖ. Хим., 1975, 210394.
347. L. Fancher, C. Dewald, Пат. США 3298819 (1967); РЖ. Хим., 1975, 210381.
348. E. Regel, Пат. США 3294876 (1966); РЖ. Хим., 1975, 210380.
349. E. Beriger, Швейц. пат. 485414 (1970); РЖ. Хим., 1975, 210379.
350. E. Regel, Пат. США 3385688 (1968); РЖ. Хим., 1975, 210377.
351. S. Richter, Пат. США 3385689 (1968); РЖ. Хим., 1975, 210372.
352. G. Schrader et al., Пат. США 3473920 (1969); РЖ. Хим., 1975, 210371.
353. D. Turner, M. Loader, Pest. Sci., 6, 1 (1975).
354. И. М. Азербаетов и др., Авт. свид. СССР № 257219 (1970); РЖ. Хим., 1975, 210378.
355. E. Regel, M. Botts, Пат. США 3481731 (1969); РЖ. Хим., 1975, 210376.
356. R. Collin, K. Lürssen, Заявка ФРГ 2331187 (1975); РЖ. Хим., 1975, 210375.
357. R. Moll et al., Пат. ГДР 101281 (1973); РЖ. Хим., 1975, 210374.
358. J. Franz, Пат. США 3853530 (1974); РЖ. Хим., 1975, 210382.
359. P. Rodewald et al., Пат. США 3773791 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н666.
360. K. Ratts, Пат. США 3776984 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н667.
361. W. Hofer et al., Пат. США 3771992 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н668.
362. J. Wagenknecht, Пат. США 3859183 (1975); РЖ. Хим., 1975, 220372.
363. F. Franz, N. Nufer, Пат. США 3868407 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230420.
364. E. Günther et al., Пат. ГДР 94280 (1972); РЖ. Хим., 1975, 230421.
365. P. Epstein, Пат. США 3847947 (1974); РЖ. Хим., 1975, 160404.
366. И. Н. Азербаетов и др., Авт. свид. СССР 399229 (1974); РЖ. Хим., 1974, 24Н712.
367. С. Кусино, Т. Кумэ, Японск. пат. 49—36228 (1974); РЖ. Хим., 1975, 120511.
368. К. Сатоми и др., Японск. пат. 49—48502 (1974); РЖ. Хим., 1975, 240547.
369. W. Föry et al., Швейц. пат. 550536 (1974); РЖ. Хим., 1975, 50421.
370. К. Мукаи и др., Японск. пат. 49—28978 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80397.
371. J. E. Franz, Пат. США 3799758 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80368.
372. Environmental Dynamics of Pesticides, ed. by R. Haque, V. H. Freed, N. Y.—London, Plenum Press, 1975, p. 387.
373. D. Randal et al., Пат. США 3787486 (1974); РЖ. Хим., 1975, 30367.
374. Г. Сюрадель и др., Японск. пат. 49—42503 (1974); РЖ. Хим., 1975, 160477.
375. М. Айя и др., Пат. США 3819754 (1974); РЖ. Хим., 1975, 160490.
376. А. Ф. Грапов, Н. В. Лебедева, Н. Н. Мельников, Т. А. Сергеева, Л. Д. Стонов, Л. М. Титова, Э. Н. Волкотруб, Агрохимия, 1972, № 1, 96.
377. А. Ф. Васильев, Г. Ф. Тулякова, Н. Н. Мельников, А. Ф. Грапов, Т. Ф. Козлова, в кн. Химия и применение фосфорорганических соединений, «Наука», 1974, стр. 390.
378. Н. Н. Мельников, Доклады на секциях VIII Международного конгресса по защите растений, М., 1975, т. 2, стр. 107.
379. Л. Д. Стонов, Там же, стр. 150.
380. М. Айя и др., Пат. США 3882202 (1975); РЖ. Хим., 1976, 80452.
381. А. Ф. Грапов и др., Авт. свид. СССР № 407552 (1973); Бюл. изобр., № 47, 1973; РЖ. Хим., 1975, 100483.
382. M. H. Niehus, K. J. Roediger, Proceedings 12th Brit. Weed Contr. Conf., 3, 1015 (1974).
383. М. И. Кабачник, Изв. АН СССР, ОХН, 1946, 295, 403, 515; 1948, 95.
384. Т. Одзак и др., Японск. пат. 50—9708 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10483.
385. W. Föry et al., Швейц. пат. 561731 (1975); РЖ. Хим., 1976, 40515.
386. K. Pilgram et al., Пат. США 3876678 (1975); РЖ. Хим., 1976, 40396.
387. N. Stoskopf, J. Law, Canad. J. Plant. Sci., 52, 680 (1972).
388. Farm. Chem., 135, № 12, 54 (1972).
389. Н. Н. Мельников, Е. Г. Новиков, Б. А. Хаскин, Химия и биологическая активность дипиридилов и их производных, «Химия», М., 1975, стр. 104.
390. A. Waters et al., Англ. пат. 1395502 (1975); РЖ. Хим., 1976, 40412.
391. Гидразид маленовой кислоты как регулятор роста растений, Сб. под ред. Ю. В. Ракитина, «Наука», М., 1973.
392. C. Barlow et al., Англ. пат. 1363415 (1974); РЖ. Хим., 1975, 190458.
393. L. Markley, Пат. США 3862952 (1975); РЖ. Хим., 1975, 220360.
394. L. Levine, Пат. США 3475441 (1969); РЖ. Хим., 1975, 160497.
395. R. Diehl, B. Walworth, Пат. США 3826643 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80403.
396. R. Noveroske, Пат. США 3856502 (1974); РЖ. Хим., 1975, 180468.
397. R. Bimber, Пат. США 3325503 (1967); РЖ. Хим., 1975, 230440.
398. R. Whitaker, H. Smith, Пат. США 3814774 (1974); РЖ. Хим., 1975, 70365.
399. R. Rowden, T. Seaton, Англ. пат. 1344336 (1974); РЖ. Хим., 1975, 40335.

400. R. Noveroske, Пат. США 3820973 (1974); РЖ. Хим., 1975, 70366.  
401. C. Tomlin et al., Англ. пат. 1059990 (1967); РЖ. Хим., 1976, 10486.  
402. R. Bowden, R. Slater, Англ. пат. 1367383 (1974); РЖ. Хим., 1975, 180467.  
403. Ю. В. Карабанов, А. Ф. Павленко, В. П. Борисенко, С. Д. Мощицкий, Н. Г. Землякова, В. П. Аккерман, Я. Н. Иващенко, Физиологически активные вещества. Респ. публиканский межведомств. сб., вып. 6, 18 (1974).  
404. А. Ф. Павленко, В. П. Аккерман, К. А. Абрамова, Д. Ф. Ширанков, Д. С. Мощицкий, Я. Н. Иващенко, Там же, стр. 77.  
405. H. Johnston, S. Raetman, Пат. США 3686198 (1972); РЖ. Хим., 1973, 13Н544.  
406. R. Martin et al., Голл. пат. 127349 (1970); РЖ. Хим., 1975, 230439.  
407. C. Barlow et al., Англ. пат. 1363415 (1974); РЖ. Хим., 1975, 190457.  
408. Е. П. Угрюмов и др., Авт. свид. СССР № 438403 (1975); РЖ. Хим., 1975, 200374.  
409. Е. П. Угрюмов и др., Авт. свид. СССР 438401 (1975); РЖ. Хим., 1976, 20490.  
410. W. Pyne et al., Пат. США 3778247 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н680.  
411. A. Croveti, D. Lynch, Пат. США 3816451 (1974); РЖ. Хим., 1975, 100474.  
412. Г. В. Есупов и др., Авт. свид. СССР № 389766 (1972); РЖ. Хим., 1974, 22Н695.  
413. P. Cruickshank, Пат. США 3773491 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н694.  
414. P. Gates et al., Пат. США 3689507 (1972); РЖ. Хим., 1973, 13Н549.  
415. W. L. Elins, C. H. Cronion, J. Am. Soc. Sugar Beet Technol., 17, 134 (1972).  
416. W. Kollmeyer, K. Pilgram, Пат. США 3746704 (1973); РЖ. Хим., 1974, 24Н710.  
417. M. Singer, Пат. США 3854925 (1974); РЖ. Хим., 1975, 190449.  
418. Ч. Ш. Кадыров и др., Авт. свид. СССР № 413928 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80411.  
419. В. П. Борисенко, В. Н. Гридагова, Л. С. Кудинова, В. И. Рудык, В. И. Троицкая, Физиологически активные вещества, Респ. межведомств. сб., вып. 7, 31 (1975).  
420. H. Goldsmith, R. Crawford, Пат. США 3317554 (1967); РЖ. Хим., 1975, 230452.  
421. Т. Ивара и др., Японск. пат. 50—2013 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10495.  
422. A. Croveti et al., Пат. США 3869274 (1975); РЖ. Хим., 1975, 240554.  
423. W. Perkow, Заявка ФРГ 2261431 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80400.  
424. R. Feeny, Пат. США 3857692 (1974); РЖ. Хим., 1975, 230437.  
425. R. Feeny, Пат. США 3867403 (1975); РЖ. Хим., 1975, 240553.  
426. K. Dorschner, J. Albright, Пат. США 3859292 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230434.  
427. S. Strycker, D. Wyson, Пат. США 3888219 (1974); РЖ. Хим., 1975, 70367.  
428. A. Litt, J. Englehart, Пат. США 3780051 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н682.  
429. K. Sasse et al., Заявка ФРГ 2344134 (1975); РЖ. Хим., 1975, 220365.  
430. G. Beck et al., Заявка ФРГ 2231097 (1974); РЖ. Хим., 1974, 22Н683.  
431. A. Mine et al., Пат. США 3846441 (1974); РЖ. Хим., 1975, 220362.  
432. Ю. А. Баскаков, М. И. Фаддеева, Л. А. Бакуменко, В. Г. Казакова, С. С. Баранова, Физиологически активные вещества, Респ. межведомств. сб., вып. 7, 90 (1975).  
433. K. Kitasaki et al., Пат. США 3443925 (1969); РЖ. Хим., 1975, 160492.  
434. G. Singhal, J. Lesser, Пат. США 3780056 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н679.  
435. P. Kirby, R. Turner, Proceedings 12th Brit. Weed Control Conf., 2, 817 (1974).  
436. P. Held et al., Пат. ГДР 104690 (1974); РЖ. Хим., 1976, 10491.  
437. A. Fischer et al., Заявка ФРГ 2351589 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10473.  
438. H. Fischer, Швейц. пат. 558137 (1975); РЖ. Хим., 1975, 180469.  
439. Д. Дейвенпорт и др., Пат. СССР 379092 (1973); РЖ. Хим., 1975, 40330.  
440. H. Taylor et al., Пат. США 3818009 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80404.  
441. H. Taylor et al., Пат. США 3869456 (1975); РЖ. Хим., 1975, 240560.  
442. K. Büchel et al., Пат. ФРГ 1294086 (1970); РЖ. Хим., 1975, 170403.  
443. S. Lang et al., Пат. ГДР 109170 (1974); РЖ. Хим., 1976, 10488.  
444. R. Kupelian, Пат. США 3867126 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10490.  
445. R. Schönbeck et al., Австр. пат. 320657 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10489.  
446. С. А. Гуллер, Л. Я. Авота, А. А. Лаздыньш, Авт. свид. СССР № 436055 (1974); РЖ. Хим., 1975, 190463.  
447. R. Schonbeck et al., Заявка ФРГ 2331398 (1975); РЖ. Хим., 1975, 180465.  
448. R. Sphacek, J. Vano, Авт. свид. ЧССР 153812 (1974); РЖ. Хим., 1975, 180466.  
449. A. Diskus et al., Австр. пат. 319960 (1975); РЖ. Хим., 1975, 170410.  
450. С. Тамура и др. Японск. пат. 17352 (1967); РЖ. Хим., 1975, 160495.  
451. R. Aries, Франц. пат. 2196646 (1974); РЖ. Хим., 1975, 120523.  
452. Ya. Takeuchi, Chem. Regulat. Plants, 8, 10 (1973).  
453. A. Diskus et al., Заявка ФРГ 2229744 (1974); 2229758 (1974); РЖ. Хим., 1974, 24Н713, 24Н714.  
454. C. Ungvarsky et al., Пат. ЧССР 144495 (1972); РЖ. Хим., 1974, 22Н693.  
455. A. Zschock et al., Пат. ФРГ 1670291 (1974); РЖ. Хим., 1974, 22Н691.  
456. T. Chapman et al., Пат. США 3786053 (1974); РЖ. Хим., 1974, 22Н689.  
457. Пат. ПНР 68404 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н688.  
458. R. Wells et al., Пат. США 3773763 (1973); РЖ. Хим., 1974, 23Н678.  
459. K. Hass, C. Vogel, Швейц. пат. 547296 (1974); РЖ. Хим., 1974, 23Н677.  
460. W. Schwarze, Пат. ФРГ 1670541 (1973); РЖ. Хим., 1974, 24Н717.  
461. T. Grauer, Пат. ФРГ 1695117 (1974); РЖ. Хим., 1975, 10409.

462. K. Gass, C. Vogel, Швейц. пат. 549340 (1974); РЖ. Хим., 1975, 10408.  
463. E. Nikles, Пат. США 3799925 (1974); РЖ. Хим., 1975, 30385.  
464. J. Chakrabarti, A. Todd, Англ. пат. 1353581 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80407.  
465. L. Bostian, Пат. США 3812120 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80405.  
466. M. Brown, Пат. США 3817742 (1974); РЖ. Хим., 1975, 80406.  
467. Н. Н. Мельников, И. А. Мельникова, Авт. свид. СССР № 416357 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110506.  
468. E. Nikles, Швейц. пат. 485408 (1970), 485410 (1970); РЖ. Хим., 1975, 170411, 412.  
469. D. Berger et al., Швейц. пат. 559005 (1975); РЖ. Хим., 1975, 190468.  
470. A. McDonald, Пат. США 3856793 (1974); РЖ. Хим., 1975, 190464.  
471. T. Chapman et al., Англ. пат. 1362366 (1974); РЖ. Хим., 1975, 190465.  
472. Ц. Икэда, К. Митзугути, Японск. пат. 5942 (1966); РЖ. Хим., 1975, 210395.  
473. И. А. Мельникова, Ю. А. Баскаков, Т. С. Журавская, Авт. свид. СССР № 196875, (1967); РЖ. Хим., 1975, 210396.  
474. J. Cleveland, Пат. США 3864342 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230449.  
475. T. Grauer, Швейц. пат. 457469 (1968); РЖ. Хим., 1975, 230445.  
476. F. Ross, S. Richter, Пат. США 3316264 (1967); РЖ. Хим., 1975, 230444.  
477. В. Драбер, К. Дикоре, Х. Тиммлер, VIII Междунар. конгресс по защите растений, Доклады и сообщения секции III, т. 1, М., 1975, стр. 203.  
478. W. Draber et al., Заявка ФРГ 2346936 (1975); РЖ. Хим., 1976, 10492.  
479. A. Zschocke et al., Пат. ФРГ 1670291 (1974); РЖ. Хим., 1974, 22Н692.  
480. H. Schlee et al., Заявка ФРГ 2254200 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110511.  
481. J. Fuchs, J. Womtsack, Пат. США 3850924 (1974); РЖ. Хим., 1975, 190466.  
482. M. Jauteat, K. Ley, Заявка ФРГ 2165554 (1973); РЖ. Хим., 1974, 22Н690.  
483. A. Fischer et al., Заявка ФРГ 2349114 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230453.  
484. M. El-Hai, B. Dominy, Пат. США 3862191 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230454.  
485. C. Metzger et al., Заявка ФРГ 2301703 (1974); РЖ. Хим., 1975, 110496.  
486. N. Dahle, W. Doyle, Пат. США 3808223 (1974); РЖ. Хим., 1975, 70363.  
487. H. Röchling et al., Заявка ФРГ 2332000 (1975); РЖ. Хим., 1975, 180464.  
488. J. Krenzer, Пат. США 3849412 (1974); РЖ. Хим., 1975, 190453.  
489. E. George et al., Пат. США 3865570 (1975); РЖ. Хим., 1976, 1048.  
490. T. Cebalo, Пат. США 3856503 (1974); РЖ. Хим., 1975, 150513.  
491. E. George et al., Англ. пат. 1381840 (1975); РЖ. Хим., 1975, 230438.  
492. F. Matsumura, Toxicology of Insecticides, Plenum Press, N. Y., 1975, p. 503.

ВНИИ химических средств  
защиты растений,  
Москва