

УДК 581.134:632.954:621.039.8

ВЛИЯНИЕ 2,4-Д И АТРАЗИНА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЧЕННЫХ АССИМИЛЯТОВ У ФАСОЛИ

В. А. КУЗЬМИНСКАЯ, В. А. КАЛИНИН

(Кафедра химических средств защиты растений)

В настоящее время в борьбе с сорной растительностью нашли широкое применение гербициды группы галоидфеноксикислот, прежде всего 2,4-Д, и производные симм-триазина, в частности атразин. Совместное использование этих гербицидов в посевах кукурузы позволяет почти полностью освободиться от сорняков. Несомненно, при таком методе воздействие препаратов на растение отличается от эффекта отдельного гербицида.

Рассмотрению особенностей гербицидного действия 2,4-Д и атразина посвящено значительное количество исследований. Показано, что эти препараты тем или иным образом влияют на процесс фотосинтеза. Согласно современным представлениям, механизм фитотоксического действия симм-триазинов связан с подавлением фотосинтеза [10, 14]. Установлено влияние производных триазина на интенсивность реакции Хилла [13, 14], а также на углеводный обмен растений [6, 7].

Производные 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты оказывают более слабое ингибирующее действие на фотосинтез, чем триазины. В опытах с горчицей показана возможность непосредственного вмешательства 2,4-Д в фотосинтез [16], а в опытах с фасолью — снижение интенсивности включения $^{14}\text{CO}_2$ в продукты фотосинтеза у обработанных растений [9]. Действие гербицидов может проявиться и в изменении распределения продуктов фотосинтеза.

Известно, что важной стороной гербицидного эффекта 2,4-Д является стимулирование роста потенциальных меристем осевых органов [8]. В связи с возникновением новых очагов метаболической активности и инверсией «центров мобилизации питательных веществ» [8] в растениях усиливается приток соединений фосфора, азота и других веществ в эти пункты [3, 15]. У чувствительных растений после обработки гербицидами этой группы отмечалось повышенное содержание белка и РНК в стеблях. Следовало ожидать, что и в распределении продуктов фотосинтеза (сахаров, аминокислот, органических кислот) произойдут аналогичные изменения.

Действие атразина сопровождается резким снижением содержания продуктов фотосинтеза. Не исключено, что ответной реакцией растения будет более рациональное распределение того минимума пластических материалов, который еще имеется в нем. При совместном воздействии 2,4-Д и атразина должно измениться и распределение ассимилятов в растении. При этом возможно превалирующее влияние одного компонента (например, атразина, как более сильного ингибитора фотосинтеза). Результаты исследований подобных явлений в современной литературе практически отсутствуют.

Поэтому нами с 1970 по 1975 г. была проведена серия вегетационных опытов, в которых изучались отдельные стороны взаимодействия 2,4-Д и атразина при их совместном применении. Частью этой работы

явились опыты, в которых исследовалось распределение ассимилятов в растении с целями выявить влияние отдельных гербицидов (2,4-Д и атразина) на этот процесс и установить возможное проявление эффекта взаимодействия препаратов.

Методика исследований

Исследования проводились в условиях краткосрочного вегетационного опыта (3 недели) в Лаборатории искусственного климата ТСХА. Аналитическая часть работы выполнялась в лаборатории химических средств защиты растений и на кафедре прикладной атомной физики и радиохимии.

В качестве модельного растения была выбрана фасоль сорта Сакса — культура, достаточно чувствительная к 2,4-Д и атразину и хорошо растущая в искусственных условиях.

Выравненные семена фасоли сначала проращивали на кварцевом песке, а затем высаживали в кристаллизатор. После образования семядольных листьев отбирали выравненные растения и высаживали (по 6 шт.) в 5-литровые пластмассовые сосуды на 1/4 питательной смеси Кюпа. Смена раствора производилась раз в неделю, вначале на половинную, а затем на полную смесь Кюпа.

При полном формировании двух первых ярусов листьев (простых и первого тройчатого) и в начале разветвления второго тройчатого листа растения обрабатывали гербицидами: водную суспензию 50 % смачивающегося порошка атразина вносили в питательную смесь; 2,4-Д в виде раствора триэтаноламинной соли наносили микропипеткой (0,02 мл) на центральную жилку в нижней ее трети каждой доли первого тройчатого листа так, чтобы препарат был локализован в пятне диаметром не более 1 см. Объем растворов был постоян-

ным, а дозу на растение регулировали изменением их концентрации.

В предварительных опытах, проведенных в Лаборатории искусственного климата, были установлены дозы гербицидов, при которых угнетение роста 14—18-дневной фасоли достигало 20, 50 и 80 %, т. е. ED_{20} , ED_{50} и ED_{80} . Эти дозы составляли соответственно для атразина 0,2; 0,6 и 1,6 мг на 1 л, для 2,4-Д — 34, 269 и 538 мкг на растение. Токсичность соединений оценивали по высоте, сырой и сухой массе растений, а также по содержанию сахаров и хлорофилла.

После заданного времени действия гербицидов (24 или 48 ч) растения экспонировали в течение 30 мин в искусственной атмосфере, содержащей индикаторные количества радиоактивной углекислоты $^{14}CO_2$. За это время достигается насыщение спирторастворимой фракции меченым углеродом [1]. Затем отбирали растительные пробы, для полного извлечения из них сахаров, аминокислот и органических кислот (основных продуктов фотосинтеза) проводили 2-кратную экстракцию 80 %-ным этанолом. Полученный экстракт высушивали. Сухой остаток растворяли в дистиллированной воде, аликвоту отбирали на металлические диски. После подсушивания радиоактивность экстракта просчитывали на радиометре ПП-8 с торцовым счетчиком Т-25-БФЛ. При пересчете радиоактивности на единицу растительной массы вводили поправку на фон и на мертвое время счетчика.

Результаты исследований и их обсуждение

Непосредственно после экспозиции в атмосфере $^{14}CO_2$ распределение меченых ассимилятов в растении (исходное) в основном обусловлено интенсивностью фотосинтеза в листьях отдельных ярусов, а в последующем — как интенсивностью метаболизма, так и передвижением продуктов фотосинтеза.

По изменению суммарного содержания меченых ассимилятов в растении за какой-то период времени можно судить о том, какая часть первичных продуктов фотосинтеза включалась в более сложные соединения, не экстрагируемые спиртом, и была использована на дыхание (табл. 1).

В контроле радиоактивность ассимилятов через 24 ч снизилась на 45 %. Такого же порядка было изменение радиоактивности при дозе 2,4-Д в 34 мкг. При других дозах гербицидов, за исключением максимальной 2,4-Д, содержание ассимилятов по отношению к исходному было меньше, чем в контроле.

Ранее нами было установлено различное действие гербицидов на интенсивность фотосинтеза в листьях разных ярусов [2], поэтому можно было ожидать, что и распределение ассимилятов в отдельных участках растения также будет неодинаковым. Больше ингибирующее

действие гербициды оказывали на фотосинтез в среднем ярусе листьев, поэтому прежде всего остановимся на содержании ассимилятов в первом тройчатом листе и прилегающем к нему участке стебля (табл. 2).

В вариантах с обработкой 2,4-Д концентрация ассимилятов в пластинке листа за 24 ч изменялась так же, как и в контроле. Это противоречит данным Маклида [11] о торможении оттока продуктов фотосинтеза из листьев вследствие повреждающего действия 2,4-Д, оказываемого на флоэму.

Исходное содержание ассимилятов в черешке первого тройчатого листа было ниже, чем в листовой пластинке, во всех вариантах, а через 24 ч у обработанных 2,4-Д растений — в 1,4—2,4 раза выше, в то время как в контроле концентрация ассимилятов в черешке оставалась более низкой, чем в листовой пластинке. Вследствие этого относительная доля ассимилятов

черешка в суммарной их радиоактивности увеличивалась до 13,3 % в варианте с дозой 2,4-Д 540 мкг при 4,4 % в контроле. Аналогичное влияние оказывала 2,4-Д на содержание ассимилятов в стебле, их количество увеличивалось соответственно с 5,2 до 8,3 %.

Таблица 1

Изменение суммарного содержания меченых ассимилятов в растении в течение суток. Экспозиция с гербицидами 24 ч

| Варианты | Радиоактивность в рас- чете на 10 растений, тыс. имп/100 с | | % к исходному |
|---|---|---------------|---------------|
| | ис- ход- ная | через 24 ч | |
| Контроль | 10 815 | 5882 | 54,4 |
| 2,4-Д, мкг на рас- тение: | | | |
| 34 | 7 717 | 3974 | 51,1 |
| 269 | 9 005 | 3454 | 38,3 |
| 538 | 7 487 | 5111 | 68,0 |
| Атразин, мг/л: | | | |
| 0,2 | 10 013 | 2835 | 28,0 |
| 0,6 | 4 929 | 1419 | 29,0 |
| 1,6 | 2 914 | 1119 | 38,0 |
| Атразин, мг/л + 2,4-Д, мкг на растение: | | | |
| 0,2 + 538 | 7 237 | 3273 | 45,0 |
| 0,6 + 269 | 5 721 | 2057 | 36,0 |
| 1,6 + 34 | 3 725 | 964 | 26,0 |

Таблица 2

Содержание меченых ассимилятов в первом тройчатом листе и примыкающей к нему части стебля при обработке 2,4-Д. Экспозиция 24 ч (в числителе — удельная радиоактивность 1 г растительного материала. тыс. имп/100 с, в знаменателе — % к общей радиоактивности растения)

| Части растения | Контроль | 2,4-Д, мкг на растение | | |
|--------------------|----------|------------------------|-------|-------|
| | | 34 | 269 | 538 |
| Исходное | | | | |
| Листовая пластинка | 187,5 | 79,2 | 84,8 | 125,0 |
| | 27,4 | 16,2 | 14,9 | 26,4 |
| Черешок | 137,5 | 32,9 | 62,5 | 86,7 |
| | 5,1 | 1,7 | 2,8 | 4,6 |
| Стебель | 120,3 | 68,5 | 161,1 | 138,7 |
| | 3,3 | 1,5 | 5,4 | 5,6 |
| Сумма, % | 35,8 | 19,4 | 23,1 | 36,6 |
| Через 24 ч | | | | |
| Листовая пластинка | 101,8 | 38,0 | 41,0 | 70,3 |
| | 27,8 | 15,2 | 19,6 | 21,7 |
| Черешок | 63,4 | 51,8 | 58,1 | 170,2 |
| | 4,4 | 5,2 | 7,0 | 13,3 |
| Стебель | 100,1 | 88,7 | 78,6 | 141,7 |
| | 5,2 | 6,7 | 6,8 | 8,3 |
| Сумма, % | 37,4 | 27,1 | 33,4 | 43,3 |

Таблица 3

Содержание меченых ассимилятов в первом тройчатом листе и стебле при обработке атразином и атразином в сочетании с 2,4-Д

| Части растения | Конт-роль | Атразин, мг/л | | | Атразин, мг/л+2,4-Д, мкг | | |
|----------------------------|-----------|---------------|------|-----|--------------------------|---------|--------|
| | | 0,2 | 0,6 | 1,6 | 0,2+538 | 0,6+269 | 1,6+34 |
| Исходное, тыс. имп/100 с | | | | | | | |
| Листовая пластинка | 187,5 | 78,0 | 30,1 | 8,5 | 133,1 | 56,5 | 11,1 |
| Черешок | 137,5 | 55,0 | 23,3 | 1,8 | 68,7 | 45,1 | 7,5 |
| Стебель | 120,3 | 101,2 | 56,2 | 5,7 | 16,6 | 23,7 | 30,6 |
| % к общей радиоактивности | | | | | | | |
| | 35,8 | 20,1 | 16,1 | 6,0 | 35,5 | 21,7 | 11,7 |
| Через 24 ч, тыс. имп/100 с | | | | | | | |
| Листовая пластинка | 101,8 | 37,4 | 9,4 | 2,5 | 33,6 | 18,6 | 7,9 |
| Черешок | 63,4 | 26,4 | 4,9 | 3,4 | 64,3 | 30,8 | 13,5 |
| Стебель | 100,1 | 19,7 | 25,3 | 3,3 | 29,8 | 23,2 | 2,8 |
| % к общей радиоактивности | | | | | | | |
| | 37,4 | 30,1 | 15,3 | 7,0 | 33,3 | 31,7 | 26,1 |

Отмеченное увеличение содержания ассимилятов в черешке первого тройчатого листа и в прилегающем участке стебля, по-видимому, является следствием усиления метаболических процессов в этой части растения. Образование в последующем наплывов и утолщений в месте сочленения черешка со стеблем подтверждает правильность такого предположения.

Резкое ингибирование фотосинтеза в первом тройчатом листе под действием атразина приводило к уменьшению доли ассимилятов первого тройчатого листа и стебля в общей радиоактивности до 20, 16 и 6 % (соответственно по вариантам) при 36 % в контроле (табл. 3).

Через 24 ч процентное распределение радиоактивных ассимилятов в вариантах с дозами 0,6 и 1,6 мг/л оставалось таким же.

При совместном применении гербицидов доля ассимилятов этих частей растения была в 1,5—2 раза больше, чем в вариантах с такими же дозами атразина. Здесь, как и при использовании одной 2,4-Д,

Таблица 4

Содержание меченых ассимилятов в стебле (тыс. имп/100 с) и градиенты концентрации (ГК) верхней и средней частей стебля

| Части стебля | Конт-роль | 2,4-Д, мкг | | | Атразин, мг/л | | | Атразин, мг/л+2,4-Д, мкг | | |
|--------------|-----------|------------|-------|-------|---------------|------|------|--------------------------|---------|--------|
| | | 34 | 269 | 538 | 0,2 | 0,6 | 1,6 | 0,2+538 | 0,6+269 | 1,6+34 |
| Исходное | | | | | | | | | | |
| Верхняя | 93,2 | 51,9 | 59,5 | 29,2 | 101,2 | 56,2 | 5,7 | 16,6 | 23,7 | 30,6 |
| Средняя | 120,3 | 68,5 | 161,1 | 138,7 | 120,0 | 75,1 | 11,3 | 63,1 | 57,5 | 77,4 |
| Нижняя | 49,5 | 46,1 | 32,6 | 57,3 | 68,9 | 57,9 | 3,6 | 35,1 | 39,6 | 33,8 |
| ГК | 0,8 | 0,8 | 0,4 | 0,2 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| Через 24 ч | | | | | | | | | | |
| Верхняя | 148,8 | 34,4 | 29,1 | 43,5 | 50,5 | 39,6 | 48,7 | 35,1 | 32,8 | 12,5 |
| Средняя | 100,1 | 88,7 | 78,6 | 141,7 | 53,5 | 16,7 | 8,2 | 102,0 | 78,0 | 23,9 |
| Нижняя | 39,2 | 27,5 | 23,1 | 47,0 | 19,7 | 25,3 | 3,3 | 29,8 | 23,2 | 2,8 |
| ГК | 1,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 1,0 | 2,4 | 6,0 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |

Таблица 5

Содержание меченых ассимилятов в стебле (тыс. имп/100 с) и градиенты концентрации верхней и средней (ГК₁), нижней и средней (ГК₂) частей стебля. Экспозиция 48 ч.

| Части стебля | Контроль | 2,4-Д, мкг | | | Атразин, 0,2 | Атразин, 0,2 + 2,4-Д, 538 |
|-----------------|----------|------------|-----|-----|--------------|---------------------------|
| | | 34 | 269 | 538 | | |
| Исходное | | | | | | |
| Верхняя | 830 | 90 | 271 | 121 | 564 | 87 |
| Средняя | 705 | 173 | 396 | 141 | 208 | 134 |
| Нижняя | 487 | 406 | 459 | 522 | 200 | 218 |
| ГК ₁ | 1,2 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 2,7 | 0,6 |
| ГК ₂ | 0,7 | 2,7 | 1,2 | 3,7 | 1,0 | 1,6 |
| Через 24 ч | | | | | | |
| Верхняя | 801 | 446 | 289 | 484 | 536 | 205 |
| Средняя | 411 | 683 | 444 | 500 | 86 | 187 |
| Нижняя | 347 | 474 | 355 | 522 | 96 | 78 |
| ГК ₁ | 1,9 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 6,2 | 1,0 |
| ГК ₂ | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 0,4 |

содержание ассимилятов через 24 ч повышалось по отношению к исходному в 1,5 и 2,2 раза.

Снижение содержания свободных ассимилятов в листьях при дозах атразина 0,6 и 1,6 через 24 ч было более сильным, чем в контроле (25 и 33 против 54 % в контроле), а в варианте с минимальной дозой атразина — почти таким же, как в контроле (48 %).

В черешках листьев растений, экспонированных с атразином, содержалось меньше ассимилятов, чем в листовой пластинке, при обоих сроках определения. В случае совместного применения гербицидов, как и в опыте с 2,4-Д, содержание ассимилятов в черешке при втором определении было выше, чем в листовой пластинке, в 1,6—1,9 раза.

В обработанных гербицидами растениях изменялось распределение продуктов фотосинтеза по высоте стебля (табл. 4).

Непосредственно после экспозиции в атмосфере ¹⁴CO₂ во всех вариантах опыта максимум концентрации ассимилятов наблюдался в средней части стебля. Спустя 24 ч он перемещался в верхнюю часть стебля. Вследствие этого градиент концентрации в верхней части по отношению к средней увеличивался до 1,5 в контроле и до 1—2, 4—6 в вариантах с одним атразином.

Напротив, при обработке 2,4-Д перемещение ассимилятов в верхнюю часть стебля, по-видимому, было ограничено, и содержание продуктов фотосинтеза в ней оказалось намного (в 3—5 раз) меньше, чем в контроле. В то же время в отрезке стебля, примыкающем к обработанному листу, их содержание оставалось достаточно высоким.

При совместном использовании двух гербицидов распределение ассимилятов в стебле было таким же, как и при одной 2,4-Д.

После 2-суточного действия гербицидов на растение отмеченные особенности в распределении ассимилятов по высоте стебля проявились еще более четко (табл. 5).

В вариантах с 2,4-Д после экспозиции в атмосфере ¹⁴CO₂ меченых продуктов фотосинтеза в верхней части стебля содержалось на 70—90 % меньше, чем в контроле, а в базальной части стебля содержание ассимилятов было повышенным.

Обработка атразином привела к значительному увеличению содержания ассимилятов в верхней части по сравнению со средней и нижней, особенно существенная (в 6 раз) разница отмечалась при втором определении.

Таблица 6

Распределение меченых ассимилятов по высоте стебля (в числителе — исходное, в знаменателе — через 24 ч). Экспозиция 48 ч

| Части стебли | Контроль | 2,4-Д, 538 мкг | Атразин, 0,2 мг/л | 2,4-Д, 538 мкг + атразин, 0,2 мг/л |
|--------------|------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|
| Верхняя: | | | | |
| тыс. имп | $\frac{3485}{3364}$ | $\frac{509}{2032}$ | $\frac{2368}{2251}$ | $\frac{367}{861}$ |
| % к сумме | $\frac{30,8}{38,8}$ | $\frac{7,2}{21,1}$ | $\frac{44,3}{62,0}$ | $\frac{11,7}{36,9}$ |
| Средняя: | | | | |
| тыс. имп | $\frac{2117}{1233}$ | $\frac{423}{1500}$ | $\frac{628}{258}$ | $\frac{402}{561}$ |
| % к сумме | $\frac{18,7}{14,2}$ | $\frac{6,0}{15,6}$ | $\frac{11,8}{7,1}$ | $\frac{12,1}{24,0}$ |
| Нижняя: | | | | |
| тыс. имп | $\frac{5701}{4060}$ | $\frac{6107}{6107}$ | $\frac{2346}{1123}$ | $\frac{2547}{913}$ |
| % к сумме | $\frac{50,4}{46,9}$ | $\frac{86,7}{63,3}$ | $\frac{43,9}{30,9}$ | $\frac{76,8}{39,1}$ |
| Весь стебель | $\frac{11\ 303}{8657}$ | $\frac{7039}{9639}$ | $\frac{5342}{3632}$ | $\frac{3316}{2335}$ |

Примечание. Масса отдельных частей стебля 10 растений: верхняя (выше 1-го тройчатого листа) — 4,2 г; средняя (от простых листьев до 1-го тройчатого) — 3 г; нижняя (от корневой шейки до простых листьев) — 11,7 г.

Влияние атразина и 2,4-Д на распределение ассимилятов в стебле было различным (табл. 6). В растениях, обработанных атразином, в верхней части стебля сосредоточивалось 44 и 62 % ассимилятов от общего их количества в стебле, а при обработке 2,4-Д — 7 и 21 %, в контроле — 31 и 39 % (соответственно исходные значения и через 24 ч). Доля ассимилятов в нижней части стебля в вариантах с 2,4-Д была в 2 раза больше, чем в вариантах с атразином.

В вариантах с совместным применением гербицидов исходное распределение меченых ассимилятов в стебле было таким же, как и при использовании 2,4-Д: максимум их приходился на базальную часть стебля (77 %), минимум — на апикальную (12 %). Через сутки распределение ассимилятов стебля оказалось близким к контролю.

Содержание меченых ассимилятов спиртовой фракции в верхней и нижней частях растения (от 1-го тройчатого листа) через 24 ч по отношению к исходному тоже изменялось (табл. 7).

При исходном определении в нижней части растения (простые листья и нижнее междоузлие) содержалась половина или больше половины всех ассимилятов. Через сутки в результате оттока продуктов фотосинтеза в корневую систему и перемещения в апикальном направлении содержание их в этой части растения уменьшалось в контроле до 23 % к их сумме, а в других вариантах — еще значительно. Однако при обработке 2,4-Д и совместной обработке малой дозой атразина относительное содержание ассимилятов в части растения, расположенной ниже листа с нанесенным гербицидом (надземная масса + корень), было одинаковым при двух сроках определения. Возможно, в этой части растения происходило перераспределение в основном тех ассимилятов, которые были синтезированы в простых листьях. В остальных вариантах количество ассимилятов через 24 ч уменьшалось в 1,1—1,7 раза.

Относительное содержание ассимилятов в отдельных частях растений (% к суммарной радиоактивности) исходное (в числителе) и через 24 ч после пребывания в атмосфере с меченой CO_2 (в знаменателе). Экспозиция 24 ч

| Части растения | Конт- роль | 2,4-Д, мкг/растение | | | Атразин, мг/л | | | Атразин + 2,4-Д | | |
|-----------------|---------------|---------------------|------|------|---------------|------|------|-----------------|--------------|-------------|
| | | 34 | 269 | 538 | 0,2 | 0,6 | 1,6 | 0,2 + 538 | 0,6 + 269 | 1,6 + 34 |
| Верхняя | 15,7 | 28,7 | 25,4 | 15,5 | 17,4 | 19,4 | 3,3 | 15,9 | 13,7 | 11,3 |
| | 25,5 | 21,1 | 16,5 | 8,7 | 32,4 | 27,7 | 39,5 | 15,5 | 22,7 | 14,1 |
| Нижняя | 47,7 | 50,5 | 50,6 | 46,9 | 61,8 | 63,1 | 88,8 | 48,0 | 64,0 | 75,9 |
| | 22,8 | 36,5 | 31,8 | 37,7 | 28,1 | 40,5 | 42,7 | 38,0 | 31,5 | 36,3 |
| Корень | 0,8 | 1,3 | 0,9 | 0,9 | 0,6 | 1,4 | 1,8 | 0,6 | 0,6 | 1,2 |
| | 14,4 | 15,2 | 22,7 | 10,3 | 9,2 | 16,3 | 10,7 | 13,1 | 14,2 | 21,7 |
| Нижняя + корень | 45,8 | 51,8 | 51,5 | 47,8 | 62,4 | 64,5 | 90,6 | 48,6 | 64,6 | 77,1 |
| | 37,2 | 51,7 | 54,5 | 48,0 | 37,3 | 56,8 | 53,4 | 51,1 | 45,7 | 58,0 |

В верхней части растения (2-й тройчатый лист + стебель выше 1-го тройчатого листа) относительное содержание ассимилятов через 24 ч увеличивалось в контроле и при обработке растений атразином. Напротив, воздействие на растение 2,4-Д обуславливало снижение содержания ассимилятов в этой части растения. При совместном применении гербицидов через 24 ч в верхней части растения содержание ассимилятов или не изменялось, или было несколько больше исходного, т. е. характер распределения ассимилятов в растениях этих вариантов можно считать промежуточным.

Таким образом, после обработки растений 2,4-Д наблюдается резкое нарушение в снабжении ассимилятами апикальных частей стебля при некотором увеличении в течение суток содержания ассимилятов в черешке обработанного листа и в прилегающем к этому листу участке стебля. В последующем содержание продуктов фотосинтеза повышалось и в базальной части стебля. Указанные особенности распределения ассимилятов соответствуют имеющимся в литературе данным, согласно которым в обработанных галоидфеноксикислотами растениях появляются новые «центры мобилизации питательных веществ», а апикальные меристемы лишаются этой функции [8]. О повышении содержания питательных веществ в стеблях чувствительных культур после обработки 2,4-Д сообщалось многими исследователями. В частности, отмечено [12] резкое начальное увеличение содержания редуцирующих сахаров в стебле и показано, что позднее количество сахаров в стебле уменьшается до уровня значительно более низкого, чем у контрольных растений. В то же время в апикальных частях растений снижение содержания сахаров происходит без предшествующего увеличения их количества. Аналогичные результаты были получены и при исследовании содержания других питательных веществ [3, 5].

В растениях, обработанных атразином, основная часть ассимилятов, напротив, находилась в апикальной части стебля. По-видимому, в ответ на резкое подавление фотосинтеза растение в первую очередь обеспечивает пластическими веществами жизненно важные центры (например, апикальные меристемы). В других исследованиях наблюдалась сходная картина [4]: при сокращении площади поверхности листьев до 0,2, а следовательно и уменьшении количества продуктов фотосинтеза, отток ^{14}C ассимилятов на формирование новых листьев увеличивался с 6 до 58 %.

При совместном применении атразина и 2,4-Д влияние последней на распределение ассимилятов было определяющим.

Основываясь на данных о распределении ассимилятов в осевых органах и существующем мнении о связи передвижения продуктов фотосинтеза с передвижением 2,4-Д, можно предположить, что перемещение 2,4-Д в апикальном направлении будет ограничено при нанесении ее на листья среднего яруса.

Выводы

1. Под действием 2,4-Д и атразина как при отдельном, так и при совместном применении изменялось распределение продуктов фотосинтеза.
2. Под влиянием 2,4-Д снижалось содержание меченых ассимилятов в апикальной части растения, но увеличивалось — в базальной.
3. Максимальное содержание ассимилятов в вариантах с 2,4-Д отмечалось в черешке обработанного листа и примыкающей части стебля.
4. В обработанных атразином растениях при резком уменьшении общего количества ассимилятов их относительное содержание в апикальной части стебля было повышенным.
5. При совместном применении гербицидов распределение ассимилятов было аналогичным распределению их в растениях, обработанных 2,4-Д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денчева А. В. Радиохроматографическое исследование продуктов фотосинтетической ассимиляции меченой углеродом-14 углекислоты у растений различных видов. Автореф. канд. дис. М., 1964. — 2. Дорожкина Л. А., Калинин В. А., Кузьминская В. А., Леонова И. Н. Совместное и раздельное действие атразина и 2,4-Д на включение меченого углерода в продукты фотосинтеза фасоли. — Изв. ТСХА, 1973, вып. 3, с. 151—157. — 3. Лиепинь И. Э. Некоторые изменения в составе кукурузы, гороха и сорняков под влиянием симазина и аминной соли 2,4-Д. Автореф. канд. дис. Елгава, 1968. — 4. Мокроносов А. Т., Иванова Н. А. Особенности фотосинтетической функции при частичной дефолиации растений. — Физиол. раст., 1971, т. 18, вып. 4, с. 668—676. — 5. Ракитин Ю. В., Потапова А. Д. Влияние гербицидов на дыхание и фотосинтез овса и подсолнечника. — Докл. АН БССР, 1959, т. 126, № 6, с. 1371—1374. — 6. Сабурова П. В., Петунова А. А., Ликин В. В. Влияние гербицида симазина на фотосинтетические пигменты (культурных растений). — Тр. ВНИИ защиты растений, 1964, вып. 20, ч. 4, с. 43—50. — 7. Тимофеева А. А. Влияние атразина на динамику растворимых углеводов в горчице. — Агрохимия, 1967, № 4, с. 123—124. — 8. Чкаников Д. И., Соколов М. С. Гербицидное действие 2,4-Д и других галоидфеноксикислот. М., «Наука», 1973. — 9. Butts J. S., Fang S. C. — In: A Conference on Radioactive Isotopes in Agriculture. U. S. Atomic Energy Comm., 1956, vol. 10, 7512, p. 209—214. — 10. Exer B. — Weeds Res., 1961, vol. 1, N 4, p. 233—244. — 11. MacLeod D. G. — Weed Res., 1964, vol. 4, N 4, p. 275—282. — 12. Mitchell J. W., Brown J. W. — Bot. Gas., 1946, vol. 107, N 3, p. 393—407. — 13. Moreland D. E., Hill K. L. — Weeds, 1962, vol. 10, N 3, p. 229—236. — 14. Overbeek J. van. — Weeds, 1964, vol. 10, N 3, p. 170—174. — 15. Robstock T. L., Hammar C. L., Sell H. M. — Plant Physiol., 1954, vol. 29, N 5, p. 490—491. — 16. Williams G., Dunn S. — Weeds, 1966, vol. 14, N 1, p. 17—22.

Статья поступила 20 сентября 1979 г.

SUMMARY

In pot trials with 20-day plants treated with 2,4-D and atrazine, indicator amount of carbon dioxide labelled by ^{14}C was used. The distribution of labelled assimilates (sugar + amino acids + organic acids) in the plant was investigated immediately after exposure in the atmosphere of $^{14}\text{CO}_2$ and in 24 hours.

Under the effect of 2,4-D the amount of labelled assimilates decreased in the apical portion of the plant and increased in the basal portion. Their maximum concentration was found in the petiole and in the stem adjoining the treated leaf. In the plants treated with atrazine the general amount of assimilates decreased greatly, their relative amount in the apical portion of the stem being higher. Under application of both herbicides the distribution of the assimilates was the same as after treatment with 2,4-D.