

УДК 631.527+631.52/53]:635.23

## ВЛИЯНИЕ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ НА ПОЛЕВУЮ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А. Н. БЕРЕЗКИН, Л. Л. БЕРЕЗКИНА, В. П. МУХИН, Н. А. КЛОЧКО,  
В. И. ВОЗИЯН, Т. И. КЕЛЬ

(Кафедра генетики, селекции и семеноводства полевых культур,  
кафедра прикладной атомной физики и радиохимии)

Ионизирующая радиация довольно широко используется в селекции сельскохозяйственных культур [1, 7, 8, 10, 11, 12, 15] и в семеноведении [3—5, 13].

В научной, учебной и методической литературе, как правило, приводятся дозы гамма-облучения семян или растений [7, 10, 11, 12], при этом не учитывалась мощность дозы [6, 9, 10, 11, 15]. Вместе с тем в опытах на растениях установлено, что на общий радиационный эффект влияет не только доза облучения, но и ее мощность [3, 13]. На животных также показана зависимость частоты мутаций от мощности облучения [2, 8].

Наиболее эффективными дозами для получения мутантов являются те, при которых полевая всхожесть снижается по сравнению со стандартной примерно на 50 % ( $ЛД_{50}$ ).

В течение 1981—1984 гг. в лаборатории селекции и генетики полевых культур Тимирязевской академии изучалось влияние обработки гамма-лучами семян озимой пшеницы и ячменя на их качество, определялась также возможность использования гамма-лучей при создании исходного материала в селекции люпина узколистного. В этой работе исследователи столкнулись с рядом методических трудностей, преодоление которых в значительной мере позволило бы повысить эффективность и информативность проводимых опытов.

В связи с этим возникла необходимость в исследовании проблем повышения сравнимости результатов разных опытов с гамма-лучами в селекции и семеноводстве растений.

### Материал и методика

Работа проводилась в 1981—1984 гг. в лаборатории селекции и генетики полевых культур ТСХА с озимой пшеницей сортов Мироновская 808 и Заря и ячменем сортов Московская 121 и Носовский 9 различного экологического происхождения. Исходный материал был получен от опытных учреждений Центрального района РСФСР, производящих семена элиты, и государственных сортоиспытательных участков. Всего проведено 19 опытов с этими культурами. Опытным растением был также люпин узколистный сорта Немчиновский 846; его семена обрабатывали с целью получения селекционно ценных мутантов.

Гамма-облучение воздушно-сухих семян пшеницы, ячменя и узколистного люпина проводили в Институте общей генетики АН СССР, Институте биофизики Минздрава СССР и Институте эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи на установках «ЭГО-4», «ЭКУ-50—11», «Стерилизатор», «Исследователь» (с разной мощностью дозы). В качестве изучателя использовали изотоп  $^{60}\text{Co}$ . Экспозиции для каждой дозы рассчитывали исходя из мощностей соответствующих установок. При

обработке семян дополнительно контролировали правильность набора суммарных доз с помощью термоллюминесцентных дозиметров, которые помещали вместе с образцами в рабочую камеру облучательной установки. Обработка семян в разных учреждениях и на различных установках вызвана техническими и организационными причинами.

В качестве теста на действие облучения использовали такие показатели, как энергия прорастания, лабораторная всхожесть, сила роста, полевая всхожесть и масса ростков. В этой работе приведены данные о полевой всхожести и массе ростков.

Для выявления эффекта мощности дозы был проведен специальный опыт с озимой пшеницей сорта Мироновская 808 и ячменем сорта Московский 121. Облучение проводилось дозами 100, 200, 300 и 400 Гр при мощностях 9 и 40 Гр/мин. Семена высеивали в ящики с почвой, находящиеся в теплице. В одном ящике размещалось 6 вариантов по 50 семян в каждом. Опыт закладывали в 4-кратной повторности. За тест-критерий принят процент взошедших растений (далее мы будем его называть

полевой всхожестью). Учет осуществляли через 7 и 14 дней после посева.

В другой группе опытов образцы семян озимой пшеницы и ячменя тех же сортов облучали дозами 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 и 500 Гр при мощностях доз 6 и 70 Гр/мин (опыт 1) и 9 и 40 Гр/мин (опыт 2). Растения выращивали в теплице. Посев производили в пластмассовые сосуды, вмещающие 300 г почвы, по 30 семян в 4-кратной повторности. Тест-критерий — процент взшедших растений (далее — полевая всхожесть), высота растений и их сырая масса. Учет через 8 дней после посева.

На кафедре прикладной атомной физики и радиохимии в 1978 г. был проведен опыт

с семенами яровой пшеницы сорта Московская 35 урожая 1977 г. Дозы облучения 40, 60, 80, 100, 120, 150 и 200 Гр при мощностях 1,16; 16,32 и 116,40 Гр/мин. В пластмассовые стаканчики на 400 г почвы высевали по 20 семян. Растения выращивали до 30-дневного возраста. Повторность опыта 3-кратная.

При статистической обработке результатов рассчитывали коэффициенты вариации, использовали 2- и 3-факторный дисперсионный анализ. Ввиду наличия малых и нулевых значений показателей проводили преобразование дат по  $\bar{x}_1 = \sqrt{1+x}$ . После оценки частных различий делали обратный перевод через  $x = \bar{x}_1^2 - 1$ .

## Результаты исследований

При гамма-облучении семян озимой пшеницы и ячменя в опытах 1981—1983 гг. полевая всхожесть на уровне ЛД<sub>50</sub> наблюдалась при далеко не одинаковых дозах облучения. Так, у ячменя сорта Московский 121 в вариантах разного происхождения в 1981 г. ЛД<sub>50</sub> получена при дозах облучения 100 и 150 Гр, а в 1983 г. — при дозах 200—300 Гр. Более того, в наиболее радиоустойчивых вариантах полевая всхожесть при дозе 300 Гр достигала 68,3 % (в контроле без обработки 85,7 %). В связи с этим возникло предположение, что различный эффект действия радиации на семена в разные годы обусловлен прежде всего различиями мощности доз: в 1981 г. — 0,263, а в 1983 г. — 40 Гр/мин. Аналогичные данные были получены по сортам озимой пшеницы Мироновская 808 и Заря, а также по ячменю сорта Носовский 9.

Особенно значительным оказался эффект мощности дозы при обработке семян люпина. Так, в 1981 г. (опыт 1) при мощности дозы 0,263 Гр/мин результаты были достаточно контрастными (табл. 1). В этом году весна оказалась засушливой, и в посеве люпина, культуры с мелкой заделкой семян (2—3 см), отмечалось заметное снижение полевой всхожести (в контроле без облучения — до 53,8 %). Если считать оптимальной полевую всхожесть в контрольном посеве 75—85 %, то всхожесть 35,2—46,4 % в опытных вариантах при дозах 200—300 Гр можно считать вполне удовлетворительной для последующего отбора. Таким образом, сочетание мощности дозы и условий во время посева и появления всходов в 1981 г. оказалось удачным.

Обработка гамма-лучами семян люпина в 1982 г. (опыт 2) не обеспечила дифференцирующего эффекта. При тех же дозах облучения, но при другой мощности дозы источника (3,44 Гр/мин) полевая всхожесть в контроле и опытных вариантах была практически одинаковой, что не позволило в дальнейшем использовать эти посевы для эффективного отбора мутантов.

Т а б л и ц а 1

Полевая всхожесть (%) семян люпина узколистного при гамма-облучении

| Доза облучения, Гр | Опыт 1<br>(мощность дозы<br>0,263 Гр/мин) | Опыт 2<br>(мощность дозы<br>3,44 Гр/мин) | Опыт 3 (мощность дозы<br>0,233 Гр/мин) |                               |
|--------------------|---|--|--|-------------------------------|
|                    |   |  | 1-й подсчет                            | 2-й подсчет<br>(через 9 дней) |
| 0 (контроль)       | 53,8                                      | 88,2                                     | 81,6                                   | 89,0                          |
| 150                | 52,8                                      | 85,8                                     | 91,2                                   | 78,8                          |
| 200                | 46,4                                      | 82,4                                     | 89,0                                   | 40,0                          |
| 250                | 40,6                                      | 86,4                                     | 89,8                                   | 33,4                          |
| 300                | 35,2                                      | 82,2                                     | 90,0                                   | 8,8                           |
| 350                | 37,6                                      | 83,8                                     | 89,0                                   | 5,4                           |

Полевая всхожесть (%) семян ячменя сорта Носовский 9 при гамма-облучении

| Доза облучения,<br>Гр | Опыт 1 (мощность дозы<br>0,233 Гр/мин) |           |       | Опыт 2 (мощность дозы<br>8,75 Гр/мин) |           |      |
|-----------------------|--|-----------|-------|---------------------------------------|-----------|------|
|                       | $\bar{x}$                              | max—min   | V, %  | $\bar{x}$                             | min—max   | V, % |
| 0 (контроль)          | 70,3                                   | 83,5—51,0 | 12,7  | 80,0                                  | 92,2—63,7 | 8,5  |
| 100                   | 33,0                                   | 56,5—13,2 | 33,8  | 66,3                                  | 82,2—45,5 | 16,5 |
| 150                   | 21,5                                   | 48,0—4,2  | 54,8  | 63,1                                  | 77,8—43,5 | 16,1 |
| 200                   | 7,6                                    | 35,2—1,5  | 115,0 | 68,0                                  | 80,5—42,3 | 14,3 |
| 250                   | —                                      | —         | —     | 41,9                                  | 67,0—16,3 | 37,3 |
| 300                   | —                                      | —         | —     | 34,2                                  | 66,5—4,0  | 44,4 |

Результаты опыта 2 нельзя считать, на наш взгляд, случайными, поскольку подобные данные были получены и при облучении семян озимой пшеницы и ячменя с той же мощностью дозы.

В 1984 г. мощность дозы мало отличалась от используемой в 1981 г., но условия прорастания были благоприятными, поэтому при первом учете всхожести отмечались так называемые «ложные» всходы [15]. Второй подсчет через 9 дней дал другие результаты, значительно более низкие. В вариантах с дозами 250 Гр и выше оставшиеся в живых растения в дальнейшем погибли. Разное поведение облученных семян в поле в 1981 и 1984 гг. можно объяснить различием метеорологических условий в период появления всходов и, возможно, неодинаковым качеством семян.

Интересно сравнить результаты опытов 1 и 2 с ячменем сорта Носовский 9 (табл. 2), в которых семена одного и того же происхождения обрабатывались одинаковыми дозами при разной мощности дозы 0,233 и 8,75. Посев производился в 1984 г. в разные сроки. В опыте 1 оптимальной по значению ЛД<sub>50</sub> была доза 100 Гр (полевая всхожесть в среднем 33,0 %, V 33,8 %), а в опыте 2 — доза 250—300 Гр. Более того, всхожесть в опыте 2 при облучении 300 Гр оказалась значительно выше, чем в опыте 1 при облучении 200 Гр. Следовательно, здесь получен эффект не только от увеличения дозы облучения, но от мощности дозы. При большей мощности дозы наблюдалось менее заметное падение полевой всхожести и меньшее увеличение коэффициентов вариации.

Условия проведения опытов с озимой пшеницей сорта Заря были такими же, как и с ячменем: семена одного и того же происхождения, сроки сева и режим обработки семян разные (0,233 и 8,75 Гр/мин соответственно в опытах 1 и 2). В опыте 1 уже при дозе 50 Гр в варианте, в котором отмечена наибольшая радиочувствительность, полевая всхожесть составила 9 % (табл. 3), а при дозе 100 Гр в некоторых вариантах семена не проросли в полевых условиях. В то же время в опыте 2 при дозе 200 Гр полевая всхожесть была достаточно высокой (в среднем — 59 %), а коэффициент вариации значительно ниже, чем в опыте 1. Таким образом, на озимой пшенице, культуре более радиочув-

Таблица 3

Полевая всхожесть (%) семян озимой пшеницы сорта Заря при гамма-облучении

| Доза облучения,<br>Гр | Опыт 1 (мощность дозы<br>0,233 Гр/мин) |         |      | Опыт 2 (мощность дозы<br>8,75 Гр/мин) |         |      |
|-----------------------|--|---------|------|---------------------------------------|---------|------|
|                       | $\bar{x}$                              | max—min | V, % | $\bar{x}$                             | max—min | V, % |
| 0 (контроль)          | 84                                     | 91—68   | 7,1  | 82                                    | 90—73   | 5,2  |
| 50                    | 37                                     | 86—9    | 58,4 | 81                                    | 87—70   | 5,8  |
| 100                   | —                                      | —       | —    | 76                                    | 85—67   | 6,8  |
| 150                   | —                                      | —       | —    | 69                                    | 79—57   | 8,2  |
| 200                   | —                                      | —       | —    | 59                                    | 73—29   | 16,2 |

Полевая всхожесть ( $\bar{x}$ , %;  $\bar{x}_1$  — преобразованные даты) облученных семян озимой пшеницы сорта Мироновская 808 и ячменя сорта Московский 121 при мощностях доз (фактор В) гамма-лучей 9 (в числителе) и 40 Гр/мин (в знаменателе)

| Доза облучения, Гр (фактор С) | Происхождение семян (фактор А)  |             |              |             |             |             |              |             |
|-------------------------------|---|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
|                               | Кострома  |             |              |             | Рязань      |             |              |             |
|                               | через 7 сут   |             | через 14 сут |             | через 7 сут |             | через 14 сут |             |
|                               | $\bar{x}_1$   | $\bar{x}$   | $\bar{x}_2$  | $\bar{x}$   | $\bar{x}_1$ | $\bar{x}$   | $\bar{x}_1$  | $\bar{x}$   |
|                               | Оз. пшеница   |             |              |             |             |             |              |             |
| 0 (контроль)                  | 8,24  | 67,0        | 7,86         | 61,0        | 9,58        | 91,0        | 9,40         | 87,5        |
| 100                           | 8,12  | 65,0        | 7,81         | 60,0        | 9,05        | 81,0        | 8,91         | 78,5        |
|                               | <u>8,11</u>   | <u>65,0</u> | <u>7,91</u>  | <u>62,0</u> | <u>9,43</u> | <u>88,0</u> | <u>9,41</u>  | <u>88,0</u> |
| 200                           | 8,38  | 69,5        | 7,74         | 59,0        | 8,86        | 77,5        | 8,26         | 68,5        |
|                               | <u>7,17</u>   | <u>50,5</u> | <u>6,78</u>  | <u>45,0</u> | <u>9,61</u> | <u>91,5</u> | <u>9,41</u>  | <u>87,5</u> |
| 300                           | 1,0   | 0           | 1,0          | 0           | 1,0         | 0           | 1,0          | 0           |
|                               | <u>6,96</u>   | <u>47,4</u> | <u>6,63</u>  | <u>42,6</u> | <u>9,33</u> | <u>86,0</u> | <u>9,05</u>  | <u>81,0</u> |
|                               | НСР <sub>05</sub> для частных различий $x_1$ при учете через 7 сут 0,41 и через 14 сут 0,48 |             |              |             |             |             |              |             |
|                               | Ячмень  |             |              |             |             |             |              |             |
| 0 (контроль)                  | 9,19  | 83,5        | 8,71         | 75,0        | 9,64        | 92,0        | 9,43         | 88,0        |
| 100                           | 8,85  | 77,5        | 8,12         | 65,0        | 9,40        | 87,5        | 8,98         | 80,0        |
|                               | <u>8,85</u>   | <u>77,5</u> | <u>8,23</u>  | <u>66,0</u> | <u>9,38</u> | <u>87,5</u> | <u>9,03</u>  | <u>80,5</u> |
| 200                           | 8,72  | 75,0        | 7,88         | 56,5        | 8,77        | 77,0        | 8,15         | 65,5        |
|                               | <u>8,55</u>   | <u>72,5</u> | <u>7,85</u>  | <u>61,0</u> | <u>9,22</u> | <u>84,0</u> | <u>8,60</u>  | <u>73,0</u> |
| 300                           | 4,67  | 21,5        | 2,95         | 8,0         | 5,29        | 27,5        | 2,38         | 5,0         |
|                               | <u>7,09</u>   | <u>49,5</u> | <u>5,75</u>  | <u>32,5</u> | <u>8,94</u> | <u>79,0</u> | <u>8,15</u>  | <u>66,0</u> |
| 400                           | 2,82  | 7,0         | 1,67         | 2,0         | 2,21        | 4,0         | 1,86         | 2,5         |
|                               | <u>3,72</u>   | <u>13,0</u> | <u>2,52</u>  | <u>6,0</u>  | <u>2,34</u> | <u>4,5</u>  | <u>1,0</u>   | <u>0</u>    |
|                               | НСР <sub>05</sub> для частных различий $x_1$ при учете через 7 сут 0,62 и через 14 сут 0,74 |             |              |             |             |             |              |             |

ствительной по сравнению с ячменем, эффект мощности дозы при одинаковых дозах облучения проявился в большей мере.

На основании результатов описанных экспериментов были поставлены модельные опыты с семенами озимой пшеницы и ячменя из Костромы и Рязани (табл. 4). Для облучения использовали мощности дозы 9 и 40 Гр/мин. И здесь проявился эффект мощности дозы. Например, у озимой пшеницы при дозе облучения 300 Гр и мощности дозы 9 Гр/мин появились только шильца, а при мощности дозы 40 Гр/мин полевая всхожесть через 14 дней после появления всходов составила 42,6 % (Кострома) и 81 % (Рязань), у ячменя — соответственно 8,0 и 32,5 % (Кострома) и 5,0 и 66,0 % (Рязань). В общей дисперсии доля дозы облучения у озимой пшеницы была равна 44,9 %, у ячменя — 84,6 %; доля мощности дозы — соответственно 12,2 и 1,4 %; доля происхождения семян — 7,4 и 0,4 %; на взаимодействие между факторами В и С приходилось соответственно 31,5 и 4,8 %. Вклад действия всех факторов и взаимодействия между ними (АВ, ВС и АВС) были достоверными при оценке по критерию Фишера на 1 % уровне значимости.

Результаты указанных модельных опытов дали основание продолжить исследования в этом направлении. Так, в следующих экспериментах было использовано для облучения по одному образцу семян озимой пшеницы и ячменя. Для каждой культуры закладывалось по два опыта.

У озимой пшеницы при большей мощности дозы отмечена большая полевая всхожесть, особенно в опыте 2 (табл. 5). Четко проявился эффект мощности дозы в отношении массы ростков. Так, при облучении

Полевая всхожесть и масса ростков озимой пшеницы Мироновской 808 при мощностях доз (фактор А) гамма-лучей 6 или 9 Гр/мин (в числителе) и 70 или 40 Гр/мин (в знаменателе)

| Доза облучения, Гр (фактор В)          | Опыт 1 (мощность доз 6 и 70 Гр/мин) |           |                  |           | Опыт 2 (мощность доз 9 и 40 Гр/мин) |           |                  |           |
|--|-------------------------------------|-----------|------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|------------------|-----------|
|  | полевая всхожесть, %                |           | масса ростков, г |           | полевая всхожесть, %                |           | масса ростков, г |           |
|  | $\bar{x}_1$                         | $\bar{x}$ | $\bar{x}_1$      | $\bar{x}$ | $\bar{x}_1$                         | $\bar{x}$ | $\bar{x}_1$      | $\bar{x}$ |
| 0 (контроль)                           | 9,4                                 | 88,3      | 1,97             | 2,90      | 8,6                                 | 73,3      | 1,56             | 1,45      |
| 50                                     | 9,2                                 | 84,2      | 1,96             | 2,84      | 7,6                                 | 56,7      | 1,60             | 1,56      |
|  | 9,3                                 | 85,0      | 2,02             | 3,09      | 8,3                                 | 67,5      | 1,66             | 1,75      |
| 100                                    | 8,7                                 | 75,0      | 1,56             | 1,45      | 3,8                                 | 13,3      | 1,02             | 1,04      |
|  | 8,7                                 | 75,0      | 1,58             | 1,52      | 6,6                                 | 43,3      | 1,45             | 1,11      |
| 150                                    | 6,7                                 | 44,2      | 1,03             | 0,06      | 1,0                                 | 0         | 1,0              | 0         |
|  | 7,2                                 | 50,8      | 1,05             | 0,10      | 6,3                                 | 39,2      | 1,16             | 0,35      |
| 200                                    | 1,0                                 | 0         | 1,0              | 0         | —                                   | —         | —                | —         |
|  | 1,0                                 | 0         | 1,0              | 0         | —                                   | —         | —                | —         |
| НСР <sub>об</sub> для частных различий | 0,4                                 | —         | 0,06             | —         | 0,49                                | —         | 0,04             | —         |

дозой 100 Гр в опытах 1 и 2 максимальное значение этого показателя было при большей мощности дозы.

У озимой пшеницы вклад дозы облучения в общую дисперсию в данных опытах оказался более заметным, чем в предыдущих: по полевой всхожести — 99,1 % (опыт 1) и 80,2 % (опыт 2). Заметно различались опыты и по доле мощности дозы — 0,8 и 8,0 % соответственно, а также и по взаимодействию между факторами А и В — соответственно 0,2 и 10,9 %.

В опыте 2 обращает на себя внимание факт большего дифференцирующего действия мощности дозы при уровне угнетения, близком к ЛД<sub>50</sub>. При меньших мощностях дозы экспериментатор может столкнуться с тем же явлением, какое наблюдалось нами. Доза облучения 50 Гр при мощности дозы 9 Гр/мин (табл. 5) недостаточно эффективна, а при 100 Гр показатели слишком низкие. Поэтому при меньших мощностях дозы желательно сокращать интервал между дозами облучения. Повышение мощности дозы до 40 Гр/мин позволило получить оптимальную полевую всхожесть.

Некоторые различия в эффекте мощности дозы в опытах 1 и 2 с озимой пшеницей, по-видимому, связаны с разными условиями экспериментов — облучение производилось в разных учреждениях на установках разного типа и разными исполнителями.

У ячменя (табл. 6) также четко обозначился эффект мощности дозы. Вклад этого фактора в общую дисперсию по полевой всхожести в опытах 1 и 2 составил соответственно 18,8 и 10,5 %; дозы облучения — 52,4 и 80,3 %; взаимодействия А и В — 24,5 и 6,3 %.

Данные табл. 7 в целом подтверждают выводы, сделанные по результатам других опытов. Высокая радиоустойчивость семян яровой пшеницы сорта Московская 35 объясняется благоприятными условиями в период их формирования (в опыте использовались семена урожая 1977 г.). Тесты в данном случае оказались неоднозначными. Для получения больших различий вариантов по полевой всхожести (на 10-й день после всходов), видимо, необходимы более сильные дозы облучения: только при 200 Гр отмечено ингибирующее действие мощности дозы в 1,16 Гр/мин. Высота растений и надземная их масса оказались более чувствительными тест-критериями. Уже при дозах 100 и 120 Гр проявилось достоверное ингибирование.

Полевая всхожесть и масса ростков ячменя Московского 121  
при мощностях доз (фактор А) 6 или 9 Гр/мин (в числителе)  
и 70 или 40 Гр/мин (в знаменателе)

| Доза облучения, Гр (фактор В)          | Опыт 1 (мощность доз 6 и 70 Гр/мин) |           |                  |           | Опыт 2 (мощность доз 9 и 40 Гр/мин) |           |                  |           |
|--|-------------------------------------|-----------|------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|------------------|-----------|
|  | полевая всхожесть, %                |           | масса ростков, г |           | полевая всхожесть, %                |           | масса ростков, г |           |
|  | $\bar{x}_1$                         | $\bar{x}$ | $\bar{x}_1$      | $\bar{x}$ | $\bar{x}_1$                         | $\bar{x}$ | $\bar{x}_1$      | $\bar{x}$ |
| 0 (контроль)                           | 9,5                                 | 89,2      | 2,21             | 3,88      | 9,4                                 | 86,7      | 1,96             | 2,86      |
| 100                                    | 8,8                                 | 76,6      | 1,88             | 2,54      | 7,6                                 | 56,7      | 1,51             | 1,29      |
|  | 9,1                                 | 82,3      | 1,85             | 2,43      | 9,4                                 | 86,7      | 1,88             | 2,55      |
| 150                                    | 8,4                                 | 68,9      | 1,60             | 1,57      | 6,3                                 | 39,2      | 1,66             | 1,74      |
|  | 8,6                                 | 73,3      | 1,95             | 2,79      | 8,5                                 | 71,7      | 1,79             | 2,22      |
| 200                                    | 7,6                                 | 56,7      | 1,56             | 1,44      | 6,8                                 | 45,8      | 1,62             | 1,63      |
|  | 8,4                                 | 69,1      | 1,93             | 2,73      | 7,4                                 | 54,1      | 1,74             | 2,04      |
| 250                                    | 7,3                                 | 52,5      | 1,54             | 1,38      | 6,1                                 | 36,7      | 1,34             | 0,81      |
|  | 8,0                                 | 63,3      | 1,82             | 2,30      | 7,2                                 | 50,8      | 1,67             | 1,80      |
| 300                                    | 7,2                                 | 50,8      | 1,49             | 1,24      | 5,2                                 | 26,7      | 1,21             | 0,47      |
|  | 7,4                                 | 53,3      | 1,57             | 1,46      | 7,1                                 | 49,2      | 1,64             | 1,71      |
| 350                                    | 6,8                                 | 45,8      | 1,43             | 1,04      | 4,6                                 | 20,0      | 1,14             | 0,31      |
|  | 7,4                                 | 54,1      | 1,53             | 1,35      | 6,9                                 | 46,7      | 1,38             | 0,93      |
| 400                                    | 6,6                                 | 42,5      | 1,26             | 0,61      | 3,2                                 | 10,8      | 1,08             | 0,18      |
|  | 7,4                                 | 53,3      | 1,49             | 1,24      | 5,8                                 | 33,3      | 1,24             | 0,54      |
| 450                                    |                                     |           |                  |           | 1,0                                 | 0         | 1,0              | 0         |
|  |                                     |           |                  |           | 5,6                                 | 30,8      | 1,32             | 0,75      |
| НСР <sub>05</sub> для частных различий | 0,51                                | —         | 0,08             | —         | 0,71                                | —         | 0,09             | —         |

Таблица 7

Всхожесть, высота и сырая надземная масса растений яровой пшеницы Московская 35 при облучении семян гамма-лучами

| Мощность дозы, Гр/мин (фактор А)  | Доза, Гр (фактор В) |      |      |      |      |      |      | Среднее по фактору А |
|---|---------------------|------|------|------|------|------|------|----------------------|
|   | 40                  | 60   | 80   | 100  | 120  | 150  | 200  |                      |
| % взошедших растений на 10-й день (контроль 93,3 %)                       |                     |      |      |      |      |      |      |                      |
| 1,16  | 91,7                | 85,0 | 93,3 | 85,0 | 90,0 | 86,7 | 63,3 | 85,0                 |
| 16,32   | 91,7                | 86,7 | 88,3 | 91,7 | 90,0 | 93,3 | 88,3 | 90,0                 |
| 116,40  | 93,3                | 91,7 | 88,3 | 78,3 | 86,7 | 88,3 | 80,0 | 86,7                 |
| Среднее по фактору В  | 92,2                | 87,8 | 90,0 | 85,0 | 88,9 | 89,4 | 77,2 | 87,2                 |
| НСР <sub>05</sub> по А 4,6 %; по В — 7,1; для частных различий — 12,3 %   |                     |      |      |      |      |      |      |                      |
| Высота растений, см (контроль 32,3 см)                                    |                     |      |      |      |      |      |      |                      |
| 1,16  | 33,7                | 32,7 | 30,3 | 27,0 | 26,0 | 23,0 | 2,3  | 25,0                 |
| 16,32   | 33,3                | 30,0 | 31,3 | 30,0 | 28,0 | 24,7 | 21,0 | 28,3                 |
| 116,40  | 32,7                | 30,7 | 29,0 | 28,7 | 29,3 | 25,0 | 15,3 | 27,2                 |
| Среднее по фактору В  | 33,2                | 31,1 | 30,2 | 28,6 | 27,8 | 24,2 | 12,9 | 26,6                 |
| НСР <sub>05</sub> по А 1,0 см; по В — 1,6; для частных различий — 2,7 см. |                     |      |      |      |      |      |      |                      |
| Сырая надземная масса растений, г (контроль 6,5 г)                        |                     |      |      |      |      |      |      |                      |
| 1,16  | 5,9                 | 6,0  | 5,5  | 4,5  | 4,1  | 2,3  | 0,0  | 4,0                  |
| 16,32   | 6,5                 | 5,6  | 6,0  | 5,4  | 5,0  | 4,6  | 2,6  | 5,1                  |
| 116,40  | 6,9                 | 5,9  | 5,6  | 4,9  | 5,3  | 3,6  | 1,4  | 4,8                  |
| Среднее по фактору В  | 6,4                 | 5,9  | 5,7  | 4,9  | 5,3  | 3,6  | 1,5  | 4,8                  |
| НСР <sub>05</sub> по А 0,3 г; по В — 0,4; для частных различий — 0,7 г    |                     |      |      |      |      |      |      |                      |

## Заключение

В опытах с озимой пшеницей и ячменем установлено, что эффективность обработки воздушно-сухих семян гамма-лучами  $^{60}\text{Co}$  зависит не только от дозы, но и от ее мощности. Полевая всхожесть, используемая в качестве тест-критерия радиочувствительности, с увеличением доз облучения снижалась более значительно при меньшей мощности дозы, чем при большей.

Очень отчетливо эффект мощности дозы был выявлен при облучении семян люпина узколистного. При мощности дозы 3,44 Гр/мин облучение дозами 250, 300 и 350 Гр практически не привело к снижению полевой всхожести. В то же время при тех же дозах облучения, но при мощностях дозы 0,233 и 0,263 Гр/мин получено снижение полевой всхожести до уровня ЛД<sub>50</sub>.

Специально проведенные опыты с озимой пшеницей и ячменем достаточно четко выявили эффект мощности дозы, который выражался в следующем: при большей мощности дозы с повышением дозы облучения гамма-лучами медленнее снижалась полевая всхожесть, а у взшедших растений были большие масса и высота.

В связи с указанным необходимо отметить, что при использовании гамма-облучения в селекции и семеноводстве надо учитывать мощность дозы и соответственно этому вносить коррективы в применяемые дозы облучения. Кроме того, при использовании большей мощности дозы можно значительно увеличить дозу облучения, не снизив выживаемость растений. Возможно, это приведет к увеличению количества мутаций и, естественно, к большей эффективности селекционной работы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Е. С. Радиационный мутагенез как метод селекции гречихи. — В сб.: Генет., селек., семеновод. и возделывание гречихи. М.: Колос, 1976, с. 97—100.
2. Ауербах Ш. Проблемы мутагенеза. М.: Мир, 1978.
3. Батыгин Н. Ф., Савин В. Н. Использование ионизирующих излучений в растениеводстве. Л.: Колос, 1966.
4. Березина Н. М. Предпосевное облучение семян с.-х. растений. М.: Атомиздат, 1964.
5. Березина Н. М., Каушанский Д. А., Рудь Г. Я. и др. Метод указ. по предпосевному гамма-облучению семян с.-х. растений. Изд. 3-е, перераб. и доп. Кишинев, 1975.
6. Валова С. А. Данные о радиочувствительности сельскохозяйственных культур. — Биофизика, 1960, т. 5, вып. 2, с. 244—248.
7. Дебелый Г. А., Зикуннов А. В. Спонтанная и индуцированная изменчивость у сортов узколистного люпина. — Генетика, 1977, т. 13, № 11, с. 1949—1954.
8. Дубинин Н. П. Общая генетика. — М.: Наука, 1976. — 9. Дубинин Н. П. Проблемы радиационной генетики. М.: Госатомиздат, 1961.
10. Гуляев Г. В. Генетика. М.: Колос, 1984.
11. Гуляев Г. В., Гужов Ю. Л. Селект. и семеновод. полевых культур. М.: Колос, 1978.
12. Майсурян Н. А., Атабекова А. И. Люпин. М.: Колос, 1974.
13. Мухин В. П., Мошаров В. Н. Реакция разнокачественных семян пшеницы на разные дозы и интенсивность гамма-облучения. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 6, с. 66—74.
14. Мухин В. П., Спиридонов Ю. Я. Внутрисортные различия в реакции растений пшеницы на действие атразина в связи с разнокачественностью семян. — В сб.: Акт. вопр. борьбы с сорной растительностью. М.: Колос, 1980, с. 247—254.
15. Преображенская Е. И. Радиочувствительность семян растений. М.: Атомиздат, 1971.

*Статья поступила 5 марта 1985 г.*