

# ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПОЖНИВНО-КОРНЕВЫХ ОСТАТКОВ КОРМОВОГО ЛЮПИНА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В.В. Талызин, к.б.н., Н.М. Белоус, д.с.-х.н., А.М. Духанин, П.В. Прудников, к.с.-х.н.

*Применение средств химизации при возделывании кормового люпина позволяет получать экологически безопасный корм в условиях радиоактивного загрязнения дерново-подзолистой песчаной почвы.*

*Ключевые слова:* удобрения, средства защиты растений, радиоактивное загрязнение, почва, продуктивность, кормовой люпин, зеленая масса, пожнивно-корневые остатки.

*Application of chemization means for growing of forage lupine allow to get ecologically safe forage under radioactive pollution of sod-podzolic sandy soil.*

*Keywords:* fertilizers, plant protection means, radioactive pollution, soil, productivity, forage lupine, herbage mass, stubble-root residues.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглись 57 тыс. км<sup>2</sup> территории 14 субъектов Российской Федерации. Наиболее сильно оказались загрязнены Брянская, Калужская, Орловская и Тульская области. Здесь выпало 203 тыс. кюри <sup>137</sup>Cs, из них 71% на территории Брянской области (Маркина и др., 2006; Прудников и др., 2007).

Ряд исследователей (Алексахин и др., 1992; Молявко, 1997; Маркина, 1999; Кузнецов, Санжарова и др., 2004; Белоус и др., 2006; Драганская, 2008; Сергеев, 2009), отмечают, что органические, минеральные удобрения, а также химические мелиоранты способны значительно снижать поступление радиоцезия в растения, особенно на почвах легкого гранулометрического состава. Поэтому в настоящее время помимо выращивания высоких урожаев сельскохозяйственных культур за счет рационального применения средств химизации, весьма актуально получение экологически безопасной продукции, в том числе и по содержанию в ней радионуклидов. Кроме того, люпин как однолетняя бобовая культура является важнейшим элементом биологизации земледелия и ценнейшим источником кормового белка для животноводческой отрасли народного хозяйства. Высокое содержание хорошо переваримого белка половину, которого составляют незаменимые аминокислоты, обеспечивают высокие кормовые достоинства (Вавилов, Посыпанов, 1983; Такунов, 2001).

Исследования проводили в полевом стационарном опыте на дерново-подзолистой песчаной почве, сформированной на древнеаллювиальной супеси, подстилаемой связным песком. Исходные показатели агрохимической характеристики пахотного слоя почвы до закладки опыта: содержание гумуса 2Д – 2,5%, рН<sub>KCl</sub> 6,5-7,0 сумма поглощенных оснований 7,94-17-87 мг-экв/100 г почвы, содержание подвижных P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O (по Кирсанову) соответственно 38,5-51,0 и 6,9-11,7 мг/100 г почвы. Плотность загрязнения опытного участка 568-724 Бк/м. Общая площадь опытной делянки 90 м<sup>2</sup>, учетной 45 м<sup>2</sup>. Опыт в четырехкратной повторности проводили с 1993 г., в четырехпольном севообороте со следующим чередованием культур: картофель, овес, люпин на зеленую массу, озимая рожь.

Из данных таблицы 1 видно, что урожайность зеленой массы кормового люпина колебалась по вариантам в зависимости от погодных условий и действия систем удобрения по годам от 7 до 23,6 т/га. В контроле в среднем за ротацию севооборота урожайность составила 11,4 т/га.

Органическое удобрение впоследствии слабо влияло на продуктивность кормового люпина, полученная прибавка статистически не достоверна, а по органо-минеральной системе получена статистически достоверная прибавка (0,39 т/га) урожая зеленой массы по сравнению с контролем. Последовательно возрастающие дозы фосфорно-калийного удобрения способствовали повышению урожайности зеленой массы кормового люпина. Самая высокая средняя (19,5 т/га) урожайность и прибавка (0,81 т/га) в опыте получена по минеральной системе (P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>), а применение этой дозы в комплексе с химическими средствами защиты растений позволило получить максимальную (21,6 т/га) среднюю урожайность зеленой массы.

Урожайность зерна люпина также как и урожайность зеленой массы зависела от погодных условий вегетационного периода. Самые низкие урожаи зерна по вариантам получены в 2006 г., а наиболее благоприятным оказался 2007 г. В контроле урожайность зерна по годам колебалась от 0,60 до 0,91 т/га, составляя в среднем 0,79 т/га. Органические и органо-минеральные удобрения в последствии слабо влияли на урожайность зерна люпина во все годы исследований. С возрастанием доз фосфорно-калийного удобрения увеличивалась и урожайность зерна люпина, достигнув своего максимума в варианте с дозой P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>. В среднем за 4 года урожай на этом варианте составил 1,80 т/га.

Пестициды в целом за годы исследований положительно влияли на урожайность зерна люпина. Прибавка от комплексного применения удобрений и пестицидов в среднем за 4 года получена во всех вариантах.

Биохимические исследования по определению аминокислотного состава зерна кормового люпина показали, что изучаемые системы удобрения повышали содержание аминокислот в зерне кормового люпина по сравнению с контролем, при этом повышалось и содержание суммы независимых аминокислот (табл. 2).

Самая высокая сумма аминокислот отмечена в варианте с органо-минеральной системой удобрения в комплексе с химическими средствами защиты растений. Пестициды положительно влияли на содержание аминокислот в зерне люпина, при этом их действие было не прямым, а косвенным, посредством увеличения семенной продуктивности люпина и повышения его качества. Из всех определяемых аминокислот в зерне люпина находится наибольшее количество аргинина: содержание по

# 1. Влияние средств химизации на продуктивность кормового люпина

| Вариант  | Урожайность, т/га |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|  | Зеленая масса     |         |         |         |         | Зерно   |         |         |         |         |
|  | 2005 г.           | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | среднее | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | среднее |
| 1. Контроль  | 7,0               | 11,4    | 15,8    | 11,5    | 11,4    | 0,74    | 0,6     | 0,91    | 0,91    | 0,79    |
| 2. Последействие навоза, 80 т/га на 2-й культуре   | 7,6               | 12,2    | 17,9    | 14,9    | 13,1    | 0,85    | 0,73    | 1,04    | 1,11    | 0,93    |
| 3. Последействие навоза, 40 т/га на 2-й культуре + P <sub>20</sub> K <sub>40</sub>             | 13,6              | 13,3    | 18,4    | 16,0    | 15,3    | 0,96    | 0,76    | 1,15    | 1,36    | 1,06    |
| 4. P <sub>20</sub> K <sub>40</sub>   | 14,7              | 12,6    | 18,1    | 14,5    | 15,0    | 0,89    | 0,74    | 1,19    | 1,34    | 1,04    |
| 5. P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>   | 17,2              | 13,6    | 19,0    | 17,6    | 16,8    | 1,42    | 0,98    | 1,68    | 1,68    | 1,44    |
| 6. P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>  | 20,9              | 15,9    | 22,1    | 19,1    | 19,5    | 1,91    | 1,06    | 2,19    | 2,03    | 1,80    |
| 7. Последействие навоза, 40 т/га на 2-й культуре + P <sub>20</sub> K <sub>40</sub> + пестициды | 17,7              | 13,5    | 18,5    | 20,2    | 17,5    | 1,35    | 1,15    | 1,35    | 1,82    | 1,42    |
| 8. P <sub>20</sub> K <sub>40</sub> + пестициды   | 18,2              | 14,9    | 20,2    | 17,6    | 17,7    | 0,98    | 0,8     | 1,22    | 1,30    | 1,08    |
| 9. P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + пестициды   | 18,3              | 15,8    | 21,0    | 18,9    | 18,5    | 1,62    | 1,18    | 1,83    | 1,84    | 1,68    |
| 10. P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + пестициды   | 23,6              | 18,5    | 22,6    | 21,5    | 21,6    | 2,01    | 1,42    | 2,42    | 2,32    | 2,04    |
| НСР <sub>05</sub> , ц/га   | 0,10              | 0,18    | 0,8     | 0,27    | 0,1     | 5,0     | 0,13    | 0,12    | 0,27    |         |

Примечание. Пестициды – прометрин, 50% с.п. 5 кг/га, децис 50% к.э. – 0,3 л/га в фазе бутонизации.

вариантам колебалось от 33,9 до 46,1 г/кг, в то время как в зерне озимой ржи содержание этой аминокислоты не превышает 3,5-5,1 г/кг. Довольно значительное (19,5-25,2 г) количество в зерне люпина составляет валин, гистидин (6,2-12,1 г), лейцин + изолейцин (23,2-32,8 г). Содержание лимитирующей аминокислоты лизина в зерне люпина составляет 21,6-26,2 г/кг, а метионина 3,7-7,9 г/кг.

Результаты исследований свидетельствуют, что наиболее высокое содержание <sup>137</sup>Cs в зеленой массе кормового люпина отмечено в 2007 и 2008 гг. практически по всем вариантам (табл. 3). Однако в действии средств химизации на размеры накопления <sup>137</sup>Cs урожаем просматривается определенная закономерность. Так, самая высокая концентрация радиоцезия во все годы исследований

отмечена в контроле. Наиболее высокое содержание <sup>137</sup>Cs по всем вариантам отмечено в более влагообеспеченном 2007 г. Самое высокое содержание <sup>137</sup>Cs в зеленой массе кормового люпина во все годы получено в контрольном варианте (в среднем 325 Бк/кг, при нормативе 100 Бк/кг, а коэффициент накопления при этом был на уровне 21,3 ед.). Органические и органо-минеральные удобрения в последствии снижали концентрацию <sup>137</sup>Cs в зеленой массе кормового люпина в 1,98-2,6 раза, коэффициент накопления снижался при этом в этих же пределах.

Последовательно возрастающие дозы фосфорно-калийные удобрения в 1,8-3,6 раза снижали поступление <sup>137</sup>Cs в зеленую массу кормового люпина. Влияние химических средств защиты растений на снижение содержания

## 2. Аминокислотный состав зерна люпина узколистного в зависимости от системы удобрения и химических средств защиты растений (среднее за 3 года)

| Аминокислоты                  | Содержание, г на 1 кг сухого вещества |   |                                 |                                  |   |   |  |
|-------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------|----------------------------------|---|---|--|
|                               | контроль                              | последействие навоза, 40 т/га + P <sub>20</sub> K <sub>40</sub> | P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> | P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> | последействие навоза, 40 т/га + P <sub>20</sub> K <sub>40</sub> + пестициды | P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + пестициды | P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + пестициды |
| Аланин                        | 17,8                                  | 19,5  | 20,1                            | 19,5                             | 22,1  | 20,3  | 19,1   |
| Аргинин*                      | 39,7                                  | 33,9  | 39,1                            | 40,6                             | 46,1  | 35,1  | 45,3   |
| Валин*                        | 19,9                                  | 21,3  | 19,5                            | 19,5                             | 25,0  | 25,2  | 25,1   |
| Гистидин*                     | 8,0                                   | 8,8   | 11,9                            | 6,2                              | 10,7  | 10,3  | 12,1   |
| Глицин                        | 24,7                                  | 26,5  | 28,6                            | 28,9                             | 34,1  | 29,8  | 29,8   |
| Лейцин + Изолейцин*           | 23,2                                  | 28,1  | 25,0                            | 28,3                             | 32,8  | 28,9  | 28,9   |
| Лизин*                        | 21,7                                  | 22,1  | 25,1                            | 23,8                             | 26,2  | 21,7  | 21,6   |
| Метионин*                     | 4,5                                   | 5,4   | 3,7                             | 4,1                              | 7,9   | 6,6   | 7,1  |
| Пролин                        | 14,5                                  | 16,6  | 18,9                            | 16,2                             | 18,3  | 15,7  | 15,7   |
| Тирозин                       | 11,3                                  | 14,2  | 12,4                            | 13,6                             | 12,1  | 11,8  | 11,6   |
| Тирин                         | 22,0                                  | 26,1  | 26,1                            | 25,8                             | 24,3  | 26,8  | 24,6   |
| Серии                         | 24,7                                  | 30,4  | 27,7                            | 27,8                             | 27,1  | 28,4  | 28,8   |
| Финилаланин*                  | 8,3                                   | 12,6  | 9,0                             | 17,1                             | 14,6  | 13,4  | 14,2   |
| Сумма незаменимых аминокислот | 120,8                                 | 132,2   | 133,3                           | 139,6                            | 163,3   | 141,2                                       | 154,3  |
| Сумма свободных аминокислот   | 119,5                                 | 133,3   | 133,8                           | 131,8                            | 138,0   | 132,8                                       | 129,6  |
| Общая сумма аминокислот       | 240,3                                 | 265,5   | 267,1                           | 271,4                            | 301,3   | 274,0                                       | 283,9  |

\* знаком показаны незаменимые аминокислоты.

### 3. Влияние средств химизации на накопление $^{137}\text{Cs}$ в зеленой массе кормового люпина

| Вариант | Годы  |       |   |       |   |       |   |       |                                      |       |                                 |      | Среднее |      |      |
|---------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|--------------------------------------|-------|---------------------------------|------|---------|------|------|
|         | 2005  |       | 2006  |       | 2007  |       | 2008  |       |                                      |       |                                 |      |         |      |      |
|         | содержание $^{137}\text{Cs}$ , К <sub>н</sub> 10 <sup>-2</sup><br>Бк/кг |       | содержание $^{137}\text{Cs}$ , К <sub>н</sub> 10 <sup>-2</sup><br>Бк/кг |       | содержание $^{137}\text{Cs}$ , К <sub>н</sub> 10 <sup>-2</sup><br>Бк/кг |       | содержание $^{137}\text{Cs}$ , К <sub>н</sub> 10 <sup>-2</sup><br>Бк/кг |       | содержание $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг |       | К <sub>н</sub> 10 <sup>-2</sup> |      |         |      |      |
|         | растения  | почва | растения  | почва | растения  | почва | растения  | почва | растения                             | почва |                                 |      |         |      |      |
| 1       | 269   | 1530  | 17,6  | 357   | 1785  | 20,0  | 349   | 1270  | 27,5                                 | 367   | 1665                            | 23,4 | 335     | 1563 | 21,4 |
| 2       | 126   | 1810  | 6,9   | 146   | 1660  | 8,8   | 220   | 1260  | 17,5                                 | 127   | 1730                            | 7,3  | 155     | 1615 | 9,6  |
| 3       | 120   | 1405  | 8,5   | 131   | 1665  | 7,9   | 124   | 1360  | 9,1                                  | 142   | 1401                            | 10,1 | 129     | 1458 | 8,8  |
| 4       | 146   | 1490  | 9,9   | 177   | 1785  | 9,9   | 213   | 1390  | 15,3                                 | 201   | 1705                            | 11,8 | 184     | 1592 | 11,6 |
| 5       | 108   | 1425  | 7,6   | 107   | 1870  | 5,7   | 129   | 1450  | 8,9                                  | 121   | 1565                            | 7,7  | 116     | 1577 | 7,3  |
| 6       | 76  | 1450  | 5,2   | 86    | 2070  | 4,1   | 105   | 1620  | 6,5                                  | 102   | 1664                            | 6,1  | 92      | 1701 | 5,4  |
| 7       | 113   | 1550  | 7,3   | 136   | 1740  | 7,8   | 135   | 1520  | 8,9                                  | 178   | 1722                            | 10,3 | 140     | 1633 | 8,6  |
| 8       | 143   | 1705  | 8,4   | 187   | 1860  | 10,0  | 189   | 1850  | 10,2                                 | 261   | 1866                            | 13,9 | 195     | 1820 | 10,7 |
| 9       | 105   | 1500  | 7,0   | 116   | 2000  | 5,8   | 113   | 1810  | 6,2                                  | 190   | 1677                            | 11,3 | 131     | 1747 | 7,5  |
| 10      | 79  | 1640  | 4,8   | 79    | 1820  | 4,3   | 103   | 1812  | 5,7                                  | 107   | 1755                            | 6,0  | 92      | 1757 | 5,2  |

Примечание. Расшифровка вариантов дана в табл. 1. ВП 13.5.13/09-00 допустимый уровень для зеленых кормов – 100 Бк/кг.

### 4. Масса сухих ПКО кормового люпина и содержание в них элементов питания в зависимости от средств химизации (слой почвы 0-20 см в среднем за 2005-2007 гг.)

| Вариант | Масса пожнивно-корневых остатков т/га |       |       | Потребление, кг/га |                               |                  | Соотношение С:N в пожнивно-корневых остатках |
|---------|---------------------------------------|-------|-------|--------------------|-------------------------------|------------------|--|
|         | корни                                 | живые | сумма | N                  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |  |
| 1       | 2,92                                  | 0,64  | 3,56  | 62,3               | 4,3                           | 51,6             | 25,8   |
| 2       | 3,35                                  | 0,77  | 4,12  | 73,7               | 4,9                           | 59,7             | 24,6   |
| 3       | 3,49                                  | 0,91  | 4,40  | 78,8               | 4,8                           | 76,6             | 24,3   |
| 4       | 3,52                                  | 0,84  | 4,36  | 80,7               | 5,2                           | 83,3             | 2,9  |
| 5       | 3,83                                  | 0,96  | 4,79  | 94,4               | 6,2                           | 93,9             | 19,8   |
| 6       | 4,11                                  | 1,07  | 5,18  | 103,1              | 6,7                           | 103,6            | 19,2   |
| 7       | 3,75                                  | 0,96  | 4,71  | 83,4               | 5,7                           | 96,1             | 24,6   |
| 8       | 3,65                                  | 0,99  | 4,64  | 82,6               | 5,1                           | 94,6             | 23,5   |
| 9       | 4,14                                  | 1,12  | 5,26  | 99,4               | 6,3                           | 108,4            | 20,8   |
| 10      | 4,34                                  | 1,24  | 5,58  | 103,8              | 7,3                           | 119,4            | 20,6   |

$^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе кормового люпина практически не проявилось. Таким образом, получение зеленой массы кормового люпина соответствующей нормативу по содержанию в ней  $^{137}\text{Cs}$  (не более 100 Бк/кг) в условиях проводимого эксперимента оказалось возможным в варианте P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> отдельном внесении, так и в комплексе с пестицидами.

Исследованиями установлено, что кормовой узколистный люпин в зависимости от погодных условий и систем удобрения оставляет после себя в слое 0-20 см 3,56-5,58 т/га растительных остатков (пожнивно-корневых), при этом масса корневых остатков превышает массу растительных в 5-7 раз и более (табл. 4).

Наибольшее (5,18 т/га) увеличение массы пожнивно-корневых остатков (ПКО) люпина отмечено под влиянием фосфорно-калийного удобрения, достигнув максимального значения по варианту P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>, а комплексное применение средств химизации в этом варианте (P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> + пестициды) увеличило массу ПКО до 5,58 т/га.

Максимальное количество элементов питания (NPK) оставляет после себя кормовой люпин с ПКО в варианте P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>, как при отдельном внесении, так и в комплексе с пестицидами. Так, потребление азота в этих вариантах в среднем составило от 103,1 до 103,8 кг/га, фосфора от 6,7 до 7,3 кг/га, калия от 103,6 до 119,4 кг/га.

Соотношение С:N в ПКО по вариантам варьировало в пределах 20,6-25,8. Наиболее узким оно отмечено под влиянием дозы P<sub>40</sub>K<sub>80</sub> и P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> как при отдельном внесе-

нии, так и в комплексе с пестицидами. Чем уже соотношение С:N в растительных остатках, тем с большей скоростью происходит процесс их разложения и минерализации с освобождением питательных веществ в доступной растительным организмам форме и тем меньше их потери.

*Таким образом, применение средств химизации при возделывании кормового люпина, в севообороте на дерново-подзолистой песчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения территории наряду с повышением продуктивности люпина позволяет получать экологически безопасный корм при возрастающей его роли, как предшественника.*

#### Литература

- Алексахин Р.М., Моисеев И.Т., Тихомиров Ф.А. Поведение  $^{137}\text{Cs}$  в системе почва растение и влияние внесения удобрений на накопление радионуклидов в урожае // Агрехимия. - 1992. №3. - С. 127-138.
- Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф., Моисеенко Ф.В., Драганская М.Г. Влияние различных систем удобрения на накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции // Научный журнал «Вестник» Отдельный выпуск, БГСХА. – Брянск, 2006. - С. 22-29.
- Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. - М.: Россельхозиздат, 1983. - 256 с.
- Маркина З.Н., Прудников П.В., Ковалев Л.А., Новиков А.А. Радиологическая обстановка на почвах сельхозугодий Брянской области получения нормативно-чистой продукции // Агрехимический вестник. - 2006. № 2. С. 10-11.