

## ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Н.М. Белоус, д.с.-х.н., Е.В. Смольский, д.с.-х.н., Г.П. Малявко, д.с.-х.н.,  
И.Н. Белоус, д.с.-х.н., С.Ф. Чесалин, д.с.-х.н.

Брянский государственный аграрный университет, e-mail: belous\_nm@mail.ru

*Представлены результаты исследований за 1993-2017 гг. по изучению влияния средств химизации на изменение содержания аминокислот в продукции растениеводства в условиях радиоактивно загрязненных дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Брянской области. В результате исследований выявили, что комплексное применение средств химизации при возделывании сельскохозяйственных культур позволяет значительно или средне изменять показатель содержания аминокислот в продукции растениеводства. Установили, что клубни картофеля содержат больше всего аспарагин, зерно овса – пролин, зеленая масса и зерно люпина – аргинин и зерно озимой ржи – глутаминовую кислоту. При этом содержание аминокислот в зерне люпина в 3-4 раза выше, чем в зерне зерновых культур, что может быть использовано в создании комбинированных кормов для различных групп сельскохозяйственных животных, существенно повышая качество корма при снижении себестоимости.*

**Ключевые слова:** средства химизации, аминокислотный состав, картофель, овес, озимая рожь, люпин узколистный, дерново-подзолистая песчаная почва.

### IMPACT OF CHEMISTRIES ON AMINO ACID COMPOSITION OF CROP PRODUCTION

Dr.Sci. N.M. Belous, Dr.Sci. E.V. Smolsky, Dr.Sci. G.P. Malyavko, Dr.Sci. I.N. Belous, Dr.Sci. S.F. Chesalyn  
Bryansk State Agrarian University, e-mail: belous\_nm@mail.ru

*The results of studies for the period 1993-2017 on the effect of chemicalization agents on changes in the amino acid content in crop production in the conditions of radioactively contaminated soddy-podzolic sandy soils of the south-west of the Bryansk region are presented. As a result of research, it was found that the complex use of chemicalization agents in the cultivation of crops allows a significant or average change the amino acid content in the plant product. It was found that potato tubers contain the most asparagine, oat grain – proline, green mass and lupine grain – arginine and winter rye grain – glutamic acid. The content of amino acids in lupine grain is 3-4 times higher than in grain crops, which can be used to create combined fodders for different groups of farm animals, significantly improving the quality of the fodder while reducing cost.*

**Keywords:** chemicalizers, amino acid composition, potatoes, oats, winter rye, narrow-leaved lupine, soddy-podzolic sandy soil.

Для повышения ценности клубней картофеля и зерна важно не только увеличивать содержание белка, но и улучшать их аминокислотный состав.

В растениях аминокислоты образуются в результате фотосинтеза и затем участвуют во многих биохимических процессах, способствуя сельскохозяйственным культурам нормально расти и развиваться. Сельскохозяйственные растения способны сами синтезировать 20 аминокислот. Десять из них называют незаменимыми, которые не синтезируются в организме животных (валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, фенилаланин, триптофан) [1]. Они должны постоянно поступать в организм в виде пищевых белков. Заменяемые аминокислоты синтезируются в организме животного (глицин, серин, аланин, цистеин, аспарагиновая, глутаминовая кислота, тирозин, пролин, оксипролин) [2].

Аминокислоты наряду с нуклеиновыми кислотами, углеводами и липидами повышают способность растений усваивать микроэлементы, активируют механизмы быстрого восстановления от стрессов, поддерживают иммунную систему и устойчивость к заболеваниям.

Анализ литературных источников показал, что ценность картофеля помимо высокой урожайности в значительной степени обусловлена содержанием витаминов и углеводов, а также аминокислотным составом [3, 4]. Для повышения ценности зерна важно не только увеличивать содержание белка, но и улучшать его аминокислотный состав, то есть сбалансировать по аминокислотам. Аминокислотный состав используется как биохимический критерий биологической ценности зерна, кормов и пищевых продуктов по суммарному содержанию незаменимых аминокислот

[5]. Биологическая ценность кормов определяется не столько содержанием белка, сколько их аминокислотным составом, то весьма важно иметь данные, позволяющие судить о качестве получаемых кормов по аминокислотному составу белкового комплекса [6].

**Цель исследований** – определить значение средств химизации в изменении содержания аминокислот в продукции растениеводства в условиях дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Брянской области.

**Методика.** Исследования проводили в Новозыбковском районе Брянской области в 1993-2017 гг. в севообороте: картофель (сорт Кураж) → овес (сорт Скакун) → люпин узколистный (сорт Кострец) → озимая рожь (сорт Пуховчанка).

Объект исследования – система удобрения культуры как фактор влияния на аминокислотный состав продукции растениеводства.

Почвенный покров опытного участка представлен дерново-подзолистой песчаной окультуренной почвой, развившейся на древнеаллювиальных супесях, подстилаемых мореной. Агрохимические свойства характеризуется следующими исходными показателями: гумус 2,1-2,4%,  $pH_{KCl}$  6,7-6,9 ед.,  $N_r$  0,58-0,73, сумма поглощенных оснований 7,18-16,88 мг-экв/100 г почвы, содержание подвижного фосфора и калия соответственно 385-499 и 69-102 мг/кг почвы. Удельная активность  $^{137}Cs$  почвы 526-657 кБк/м<sup>2</sup>.

Площадь экспериментального участка за 1994-2012 гг. составляла 14400 м<sup>2</sup>, за 2012-2017 гг. – 20160 м<sup>2</sup>. Общая площадь опытной делянки 90 м<sup>2</sup>, учетная – 70 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. Расположение делянок систематическое.

Содержание аминокислот определяли методом капиллярного электрофореза [7]. Изменчивость показателя содержания аминокислоты в продукции растениеводства под действием средств химизации определяли через коэффициент вариации ( $V$ , %). Принято считать изменчивость незначительной, если  $V < 10\%$ , если  $10\% < V < 20\%$ , то средней, и значительной, если  $V > 20\%$  [8].

**Результаты.** В клубнях картофеля присутствуют практически все аминокислоты, обнаруженные в растительных образцах, среди них содержание незаменимых составляет 1/3 общего количества [4, 9].

Лабораторно-аналитические исследования выявили, что средства химизации, а также погодные условия влияли на содержание аминокислот в клубнях картофеля, соотношение незаменимых к свободным в среднем по вариантам составило 1 к 1,7.

Содержание незаменимых аминокислот в клубнях картофеля было минимальным (2,88 г/кг) при применении навоза 80 т/га, а максимальным (3,89 г/кг) при использовании  $N_{150}P_{60}K_{180}$  + пестициды + Гумистим. Коэффициент вариации содержания суммы незаменимых аминокислот под действием средств химизации составил 12,7% (табл. 1).

Ранее проведенными исследованиями установлено, что применение систем удобрения способствует накоплению в клубнях картофеля азотистых веществ, что в определенной степени влияет на их аминокислотный состав [10]. По отдельным незаменимым аминокислотам обнаружили, что повышение уровня химизации значительно влияет на изменчивость показателя содержания лейцина и метионина и средне на изменчивость показателя содержания валина, изолейцина и фенилаланина, на содержание остальных изучаемых незаменимых аминокислот средства химизации действуют незначительно. Так, процент содержания незаменимых аминокислот от общего количества в клубнях картофеля составил: изолейцин + лейцин (10,1%), лизин (5,7%) и валин (5,4%) и триптофан (5,1%).

Изменчивость показателя суммы свободных аминокислот и общая сумма аминокислот под действием применения средств химизации была незначительной, коэффициент вариации соответственно составил 2,8 и 5,8%. Среди свободных аминокислот в клубнях преобладал аспарагин, среднее содержание которого по вариантам составило 1,86 г/кг, или 21% от общего содержания. Так, процент содержания свободных аминокислот от общего количества в клубнях картофеля был следующим: пролин 7,4%, аланин 6,7%, аргинин 6,6%.

По отдельным свободным аминокислотам установили, что повышение уровня химизации значительно влияет на изменчивость содержания глицина и средне на изменчивость содержания аргинина и гистидина, на содержание остальных свободных аминокислот средства химизации действуют незначительно.

При возделывании картофеля средства химизации в зависимости от уровня их применения влияют на соотношение в клубнях содержания незаменимых к свободным аминокислотам, а также значительно или средне изменяют содержание некоторых незаменимых и свободных аминокислот. Так, применение навоза, 40 т/га +  $N_{75}P_{30}K_{90}$  + пестициды + Гумистим обуславливало наибольшее содержание аминокислот 9,70 г/кг в клубнях. Отмечено также положительное действие Гумистим в повышении содержания аминокислот в продукции картофелеводства (табл. 1).

Содержание белка и аминокислот – одна из важнейших характеристик биологической ценности зерна [6]. Анализ лабораторно-аналитических исследований показал, что средства химизации, а также погодные условия влияли на содержание аминокислот в зерне овса, соотношение незаменимых к свободным аминокислотам в среднем по вариантам составило 1 к 1,5. Содержание незаменимых аминокислот в зерне овса было минимальным (32,4 г/кг) в контроле, а максимальным (41,1 г/кг) при использовании последействия навоза, 40 т/га +  $N_{55}P_{20}K_{50}$  + пестициды + Гумистим. Коэффициент

**1. Влияние средств химизации на аминокислотный состав клубней картофеля (среднее за 1993-2017 гг.), мг/кг**

Вариант системы удобрения / Аминокислота	Контроль	Навоз, 80 т/га	N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> + пестициды	Навоз, 40 т/га + N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	Навоз, 40 т/га + N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + пестициды	Навоз, 40 т/га + N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + пестициды + Гумистим	N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> + пестициды + Гумистим	Среднее	Коэффициент вариации, %
<b>Незаменимые</b>										
Валин	0,42	0,38	0,48	0,48	0,49	0,37	0,59	0,59	0,47	17,8
Изолейцин	0,27	0,23	0,36	0,37	0,31	0,28	0,41	0,39	0,33	19,2
Лейцин	0,54	0,41	0,54	0,53	0,39	0,55	0,74	0,85	0,57	27,6
Лизин	0,44	0,55	0,53	0,53	0,49	0,42	0,51	0,53	0,50	9,1
Метионин	0,13	0,09	0,13	0,13	0,14	0,14	0,17	0,18	0,14	20,0
Треонин	0,34	0,40	0,41	0,41	0,40	0,36	0,39	0,39	0,39	6,6
Фенилаланин	0,35	0,37	0,37	0,38	0,39	0,33	0,51	0,51	0,40	17,5
Триптофан	0,44	0,44	0,44	0,44	0,43	0,45	0,52	0,46	0,45	6,8
<b>Свободные</b>										
Аргинин	0,53	0,68	0,67	0,67	0,61	0,55	0,47	0,47	0,58	15,5
Аланин	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,55	0,69	0,59	0,59	7,0
Аспарагин	1,84	1,84	1,84	1,84	1,86	1,89	1,89	1,88	1,86	1,1
Гистидин	0,15	0,22	0,19	0,19	0,18	0,13	0,15	0,15	0,17	17,3
Глицин	0,37	0,37	0,37	0,37	0,38	0,15	0,39	0,39	0,35	23,7
Глутамин	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,53	0,51	1,3
Пролин	0,63	0,63	0,63	0,63	0,65	0,66	0,75	0,67	0,66	6,4
Серин	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,45	0,46	0,45	0,44	2,2
Тирозин	0,41	0,41	0,41	0,41	0,44	0,45	0,52	0,45	0,44	9,0
Сумма незаменимых	2,92	2,88	3,25	3,26	3,04	2,90	3,86	3,89	3,25	12,7
Сумма свободных	5,46	5,68	5,64	5,64	5,64	5,32	5,85	5,58	5,60	2,8
Общая сумма	8,38	8,56	8,89	8,91	8,68	8,22	9,70	9,46	8,85	5,8

вариации содержания суммы незаменимых аминокислот под действием средств химизации изменялся незначительно и составил 7,8% (табл. 2).

По отдельным незаменимым аминокислотам обнаружили, что повышение уровня химизации средне влияет на изменчивость показателя содержания лизина, лейцина + изолейцина и фенилаланина, а на содержание остальных действует незначительно. Так, процент содержания незаменимых аминокислот от общего количества в зерне овса был 5,6-6,6%, исключение составило содержание метионина 2,5%.

Изменчивость показателя суммы свободных аминокислот и общая сумма аминокислот под действием средств химизации была незначительной, коэффициент вариации соответственно составил 7,4 и 7,3%. Среди свободных аминокислот в зерне овса преобладал пролин, среднее содержание которого по вариантам составило 11,6 г/кг, или 8,4% от общего содержания. Так, процент содержания свободных аминокислот от общего количества в зерне овса был следующим: серин 7,4%, глицин 7,2%, глутаминовая кислота 7,0%.

По отдельным свободным аминокислотам установили, что повышение уровня химизации значительно влияет на изменчивость содержания аргинина и средне на изменчивость содержания аспарагиновой кислоты, гистидина, глицина, глутаминовой кислоты, пролина и тирозина, на содержание

остальных изучаемых свободных аминокислот средства химизации действуют незначительно.

При возделывании овса в зависимости от уровня применения средств химизации соотношение в зерне содержания незаменимых к свободным аминокислотам средне изменяло содержание некоторых незаменимых аминокислот и значительно или средне изменяло содержание некоторых свободных аминокислот. Так, последствие навоза, 40 т/га + N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> + пестициды + Гумистим обуславливало наибольшее содержание аминокислот 104,7 г/кг в зерне овса. Отмечено также положительное действие Гумистим в повышении содержания аминокислот в зерновой продукции (табл. 2).

Применение средств химизации, а также погодные условия влияли на содержание аминокислот в зеленой массе люпина, соотношение незаменимых к свободным аминокислотам в среднем по вариантам составило 1 к 1,2 (табл. 3).

Содержание незаменимых аминокислот в зеленой массе люпина в зависимости от применения средств химизации было минимальным (48,0 г/кг) в контроле, а максимальным (66,1 г/кг) при использовании P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> + пестициды. Коэффициент вариации содержания суммы незаменимых аминокислот под действием средств химизации составил 11,7%.

По отдельным незаменимым аминокислотам обнаружили, что повышение уровня химизации значи-

**2. Влияние средств химизации на аминокислотный состав зерна овса (среднее за 1993-1999 гг.), г/кг**

Вариант системы удобрения	Контроль	Последствие навоза, 80 т/га	Последствие навоза, 40 т/га + N <sub>55</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>110</sub> P <sub>40</sub> K <sub>100</sub>	Последствие навоза, 40 т/га + N <sub>65</sub> P <sub>60</sub> K <sub>150</sub> + пестициды	N <sub>110</sub> P <sub>40</sub> K <sub>100</sub> + пестициды	Последствие навоза, 40 т/га + N <sub>55</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub> + пестициды + Гумистим	Среднее	Коэффициент вариации, %
Незаменимые									
Валин	4,8	5,1	5,0	5,6	5,3	5,6	5,9	5,3	7,3
Лизин	4,6	5,2	5,4	6,6	5,7	6,1	5,9	5,7	11,5
Лейцин + Изолейцин	5,2	7,1	6,6	6,3	5,7	5,9	6,7	6,2	10,2
Метионин	2,0	2,4	2,2	2,4	2,3	2,5	2,5	2,3	8,7
Треонин	5,3	4,7	4,9	5,2	5,4	6,0	6,0	5,4	9,4
Триптофан	5,2	6,1	7,0	6,5	5,9	5,8	6,3	6,1	9,6
Фенилаланин	5,3	5,4	5,4	6,8	5,2	6,4	7,8	6,1	16,6
Свободные									
Аланин	5,8	6,9	5,6	5,6	5,6	5,4	5,7	5,8	8,9
Аргинин	3,6	6,7	6,6	6,9	7,2	6,5	7,2	6,4	20,0
Аспарагиновая кислота	5,2	5,2	5,2	7,0	5,3	5,6	7,0	5,8	14,3
Гистидин	3,2	3,5	4,3	3,6	4,3	4,6	4,6	4,0	14,1
Глицин	5,5	6,4	7,3	6,2	7,7	6,2	8,2	6,8	14,6
Глутаминовая кислота	7,2	6,8	6,5	6,6	5,1	6,4	7,3	6,6	10,9
Пролин	6,7	7,2	7,5	8,3	7,4	8,4	9,4	7,8	11,6
Серин	6,2	8,3	6,8	6,9	6,6	6,6	7,2	6,9	9,5
Тирозин	2,8	3,3	2,8	2,9	2,1	2,7	3,4	2,8	14,7
Цистеин	3,3	3,5	3,5	3,6	3,7	3,5	3,7	3,5	4,5
Сумма незаменимых	32,4	35,9	36,5	39,5	35,4	38,3	41,1	37,0	7,8
Сумма свободных	49,4	57,7	56,1	57,5	55,2	55,6	63,6	56,4	7,4
Общая сумма	81,8	93,6	92,6	97,0	90,6	93,9	104,7	93,4	7,3

тельно влияло на изменчивость содержания метионина, фенилаланина и средне на изменчивость содержания валина, лейцина + изолейцина и лизина, на содержание остальных изучаемых незаменимых аминокислот средства химизации действовали незначительно. Так, процент содержания незаменимых аминокислот от общего количества в зеленой массе в пределах 6,8-9,0%, исключение составило содержание метионина 1,8% и фенилаланина 4,2%.

Изменчивость показателя суммы свободных аминокислот и общая сумма аминокислот под действием средств химизации была незначительной, коэффициент вариации соответственно составил 9,3 и 9,0%.

Среди свободных аминокислот в зеленой массе люпина преобладал аргинин, среднее содержание которого по вариантам составило 17,3 г/кг, или 13,2% от общего содержания. Так, процент содержания свободных аминокислот от общего количества аминокислот в зеленой массе люпина был следующим: глицин 9,1%, серин 9,0%, аланин 6,2%.

По отдельным свободным аминокислотам установили, что повышение уровня химизации влияет средне на изменчивость показателя содержания аргинина, аланина, глицина, серина, глутамина, на содержание остальных свободных аминокислот средства химизации действуют незначительно.

При возделывании люпина на зеленый корм в зависимости от уровня применения средств химизации соотношение в зеленой массе содержания незаменимых к свободным аминокислотам изменялось значительно или средне.

Установлено, что при применении P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> получено наибольшее содержание аминокислот 145,0 г/кг в зеленой массе люпина (табл. 3).

Если сравнивать зеленый корм люпина с зеленым кормом сераделлы и овса, то по содержанию незаменимых аминокислот зеленый корм люпина превосходит в 1,5-2,0 раза [11].

Исследования по определению аминокислотного состава зерна люпина узколистного выявили, что изучаемые средства химизации влияли на содержание аминокислот в зерне, соотношение незаменимых к свободным аминокислотам в среднем по вариантам составило 1 к 2,0 (табл. 4).

Содержание незаменимых аминокислот в зерне люпина узколистного в зависимости от средств химизации было минимальным (77,6 г/кг) в контроле, а максимальным (106,5 г/кг) при использовании последствие навоза, 40 т/га + P<sub>20</sub>K<sub>40</sub> + пестициды. Коэффициент вариации показал среднюю изменчивость содержания суммы незаменимых аминокислот под действием средств химизации и составил 10,5%.

**3. Влияние средств химизации на аминокислотный состав зеленой массе люпина (среднее за 1993-2008 гг.), г/кг**

Аминокислота	Вариант системы удобрения	Контроль	Последствие 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>	Последствие 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	Среднее	Коэффициент вариации, %
<b>Незаменимые</b>										
Валин		7,6	8,3	8,7	11,0	10,9	9,9	10,5	9,6	14,2
Лейцин + Изолейцин		9,3	11,0	11,0	12,8	12,4	11,7	14,4	11,8	13,7
Лизин		7,8	7,7	7,3	10,5	10,0	9,0	10,2	8,9	14,9
Метионин		1,5	1,7	2,0	2,9	2,6	2,7	2,8	2,3	24,6
Треонин		9,0	10,1	10,3	11,3	11,1	11,5	11,5	10,7	8,7
Фенилаланин		3,3	5,2	3,7	5,5	7,2	6,6	6,6	5,4	27,5
Триптофан		9,5	10,2	10,2	9,7	10,1	10,1	10,1	10,0	2,7
<b>Свободные</b>										
Аргинин		15,5	14,9	20,9	23,1	14,9	15,7	16,3	17,3	19,0
Аланин		7,1	7,6	7,8	8,7	7,5	7,9	10,3	8,1	13,2
Гистидин		4,9	4,3	4,7	4,8	5,4	4,2	4,5	4,7	8,7
Глицин		10,1	10,5	14,5	13,1	10,2	11,0	14,1	11,9	16,0
Пролин		6,1	6,7	7,0	7,2	6,7	5,9	7,2	6,7	7,7
Тирозин		4,6	5,3	4,6	5,3	5,8	4,6	5,3	5,1	9,4
Серин		9,1	11,8	12,1	11,8	11,9	12,7	13,0	11,8	10,8
Аспарагин		2,2	2,2	2,1	2,5	2,2	2,3	2,4	2,3	6,1
Глутамин		1,3	1,3	1,6	1,9	1,7	1,5	1,8	1,6	14,8
Цистеин		2,6	2,9	2,9	2,9	2,7	2,6	2,7	2,8	5,1
<i>Сумма незаменимых</i>		<i>48,0</i>	<i>54,2</i>	<i>53,2</i>	<i>63,7</i>	<i>64,3</i>	<i>61,5</i>	<i>66,1</i>	<i>58,7</i>	<i>11,7</i>
<i>Сумма свободных</i>		<i>63,5</i>	<i>67,5</i>	<i>78,2</i>	<i>81,3</i>	<i>69,0</i>	<i>68,4</i>	<i>77,6</i>	<i>72,2</i>	<i>9,3</i>
<i>Общая сумма</i>		<i>111,5</i>	<i>121,7</i>	<i>131,4</i>	<i>145,0</i>	<i>133,3</i>	<i>129,9</i>	<i>143,7</i>	<i>130,9</i>	<i>9,0</i>

По отдельным незаменимым аминокислотам обнаружили, что повышение уровня химизации значительно влияет на изменчивость показателя содержания метионина и фенилаланина, средне на содержание валина и лейцина + изолейцина, и незначительно на содержание лизина. Отмечен высокий процент содержания незаменимой аминокислоты лейцина + изолейцина 10,2%. Изменчивость показателя суммы свободных аминокислот и общей суммы под действием средств химизации была незначительной, коэффициент вариации соответственно составил 5,6 и 6,8%. Среди свободных аминокислот в зерне люпина узколистного преобладал аргинин, среднее содержание которого по вариантам составило 40,0 г/кг, или 14,7% от общего.

Процент содержания свободных аминокислот от общего количества в зерне люпина узколистного был следующим: глицин 10,6%, серин 10,2%, тирин 9,2%. По отдельным свободным аминокислотам установили, что повышение уровня химизации значительно влияет на изменчивость содержания гистидина и средне на изменчивость содержания аргинина и глицина, на содержание остальных свободных аминокислот средства химизации действуют незначительно.

При возделывании люпина узколистного в зависимости от уровня применения средств химизации соотношение в зерне содержания незаменимых к свободным аминокислотам было значительным, а

также средне изменяло содержание некоторых незаменимых и свободных аминокислот. Так, последствие навоза, 40 т/га + P<sub>20</sub>K<sub>40</sub> + пестициды обуславливало наибольшее содержание аминокислот 301,3 г/кг в зерне люпина узколистного (табл. 4).

Исследования по определению аминокислотного состава зерна озимой ржи выявили, что изучаемые средства химизации влияли на содержание аминокислот в зерне, соотношение незаменимых к свободным аминокислотам в среднем по вариантам составило 1 к 2,6 (табл. 5).

Содержание незаменимых аминокислот в зерне озимой ржи в зависимости от средств химизации было минимальным в контроле (25,1 г/кг), а максимальным (28,7 г/кг) при использовании N<sub>140</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>. Коэффициент вариации содержания суммы незаменимых аминокислот составил 4,2%.

По отдельным незаменимым аминокислотам повышение уровня химизации значительно влияло на изменчивость показателя содержания метионина, на содержание остальных незаменимых аминокислот средства химизации действуют незначительно. Так, наиболее высокий процент (6,2) содержания незаменимой аминокислоты лейцин от общего количества аминокислот отмечен в зерне озимой ржи.

Коэффициент вариации суммы свободных аминокислот и общей суммы аминокислот под действием средств химизации был незначительным и составил соответственно 3,6 и 3,7%.

**4. Влияние средств химизации на аминокислотный состав зерна люпина**  
(среднее за 2014-2019 гг.), г/кг

Аминокислота	Вариант системы удобрения	Конт-роль	Последствие 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>	Последствие 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	Сред-нес	Коэф-фициент вариации, %
Незаменимые										
Валин		19,9	21,3	19,5	19,5	25,0	25,2	25,1	22,2	12,5
Лейцин + Изолейцин		23,2	28,1	25,0	28,3	32,8	28,9	28,9	27,9	11,0
Лизин		21,7	22,1	25,1	23,8	26,2	21,7	21,6	23,2	8,1
Метионин		4,5	5,4	3,7	4,1	7,9	6,6	7,1	5,6	28,8
Фенилаланин		8,3	12,6	9,0	17,1	14,6	13,4	14,2	12,7	24,6
Свободные										
Аргинин		39,7	33,9	39,1	40,6	46,1	35,1	45,3	40,0	11,5
Гистидин		8,0	8,8	11,9	6,2	10,7	10,3	12,1	9,7	22,2
Аланин		17,8	19,5	20,1	19,5	22,1	20,3	19,1	19,8	6,6
Глицин		24,7	26,5	28,6	28,9	34,1	29,8	29,8	28,9	10,2
Пролин		14,5	16,6	18,9	16,2	18,3	15,7	15,7	16,6	9,3
Тирозин		11,3	14,2	12,4	13,6	12,1	11,8	11,6	12,4	8,7
Тириин		22,0	26,1	26,1	25,8	24,3	26,8	24,6	25,1	6,5
Серин		24,7	30,4	27,7	27,8	27,1	28,4	28,8	27,8	6,3
Сумма незаменимых		77,6	89,5	82,3	92,8	106,5	95,8	96,9	91,6	10,5
Сумма свободных		162,7	176,0	184,8	178,6	194,8	178,2	187,0	180,3	5,6
Общая сумма		240,3	265,5	267,1	271,4	301,3	274,0	283,9	271,9	6,8

**5. Влияние средств химизации на аминокислотный состав зерна озимой ржи**  
(среднее за 1993-2013 гг.), г/кг

Аминокислота	Вариант системы удобрения	Конт-роль	Последствие навоза, 40 т/га + N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>140</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>140</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + пестициды	Последствие навоза, 40 т/га + N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> + пестициды	Последствие навоза, 40 т/га + N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> + пестициды + Гумистим	N <sub>140</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + пестициды + Гумистим	Сред-нес	Коэф-фициент вариации, %
Незаменимые										
Валин		4,0	4,1	4,2	4,1	4,2	4,5	5,1	4,3	8,8
Лизин		4,6	4,9	5,0	4,9	4,8	4,8	4,9	4,8	2,6
Лейцин		5,8	5,9	6,5	6,2	5,9	5,9	5,9	6,0	4,1
Изолейцин		2,5	2,6	2,7	2,6	2,6	2,5	2,6	2,6	2,7
Метионин		0,7	0,8	1,4	1,1	0,9	1,1	0,9	1,0	23,7
Треонин		3,0	3,1	3,3	3,2	3,2	3,3	3,2	3,2	3,4
Триптофан		0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	6,4
Фенилаланин		3,7	4,0	4,7	4,0	4,1	4,1	4,1	4,1	7,3
Свободные										
Аланин		5,0	5,3	5,4	5,3	5,3	5,3	5,4	5,3	2,5
Аргинин		3,7	3,9	5,2	4,5	3,9	4,0	4,4	4,2	12,2
Аспарагиновая кислота		6,3	6,4	6,9	6,5	6,5	6,5	6,8	6,6	3,3
Гистидин		5,4	6,5	6,6	6,5	6,3	5,8	6,0	6,2	7,2
Глицин		4,4	4,8	5,3	4,7	4,8	4,8	5,3	4,9	6,7
Глутаминовая кислота		24,0	24,5	25,9	24,7	24,4	25,1	24,8	24,8	2,4
Пролин		7,5	8,4	8,2	7,8	8,5	7,8	8,2	8,1	4,5
Серин		5,1	5,6	5,8	5,6	5,1	5,6	5,6	5,5	5,0
Тирозин		2,9	3,1	3,4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	4,7
Цистеин		1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	2,2	2,1	1,8	14,8
Сумма незаменимых		25,1	26,3	28,7	27,0	26,6	27,1	27,7	26,9	4,2
Сумма свободных		65,9	70,1	74,3	70,4	69,7	70,3	71,8	70,4	3,6
Общая сумма		91,0	96,4	103,0	97,4	96,3	97,4	99,5	97,3	3,7

Среди свободных аминокислот в зерне озимой ржи преобладала глутаминовая кислота, среднее содержание которой по вариантам составило 24,8 г/кг, или 25,5% от общего содержания. В зерне озимой ржи установлен высокий процент содержания свободных аминокислот от общего количества: пролин 8,3%, аспарагиновая кислота 6,7%, гистидин 6,3%.

По отдельным свободным аминокислотам повышение уровня химизации средне влияет на изменчивость содержания аргинина и цистеина, и средне на изменчивость содержания аспарагиновой кислоты, на содержание остальных изучаемых свободных аминокислот средства химизации действуют незначительно.

Средства химизации при возделывании озимой ржи в зависимости от уровня их применения не влияли на соотношение в зерне содержания незаменимых к свободным аминокислотам, но изменяли значительно содержание некоторых незаменимых аминокислот и средне содержание некоторых свободных аминокислот. Применение  $N_{140}P_{60}K_{120}$  обуславливало наибольшее содержание аминокис-

лот 103,0 г/кг в зерне озимой ржи. Отмечено положительное действие Гумистим в повышении содержания аминокислот в зерновой продукции (табл. 5).

*Таким образом, в условиях радиоактивно загрязненных дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава запада Брянской области комплексное применение средств химизации при возделывании сельскохозяйственных культур позволяет значительно или средне изменять аминокислотный состав продукции растениеводства. Наибольшее содержание в клубнях картофеля было у аспарагина, в зерне овса – у пролина, в зеленой массе и зерне люпина – у аргинина, в зерне озимой ржи – у глутаминовой кислоты. Содержание аминокислот в зерне люпина было в 3,0-4,0 выше, чем в зерне зерновых культур, что может быть использовано в создании комбинированных кормов для различных видов и групп сельскохозяйственных животных, существенно повышая качество при значительном снижении их расхода.*

#### Литература

1. Кондратенко Е.П., Константинова О.Б., Соболева О.М., Ижмулкина Е.А., Вербицкая Н.В. Содержание белка и аминокислот в зерне озимых культур, произрастающих на территории лесостепи юго-востока западной Сибири // Химия растительного сырья, 2015, № 3. – С. 143-150.
2. Кретович В.Л. Биохимия растений. – М.: Высшая школа, 1986. – С. 25-27.
3. Молявко А.А., Борисова Н.П., Марухленко А.В. и др. Стимуляторы роста и фунгициды при возделывании и хранении картофеля // Вестник Брянской ГСХА, 2020, № 2. – С. 15-19.
4. Секирников А.Е., Седов В.В., Васькина Т.И., Шаповалов В.Ф., Бельченко С.А. Эффективность возделывания раннего картофеля на радиоактивно загрязненной почве в отдаленный период после аварии на ЧАЭС // Плодородие, 2020, № 5. – С. 68-72.
5. Малявко Г.П., Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Влияние средств химизации на урожай и качество зерна озимой ржи // Земледелие, 2010, № 4. – С. 21-22.
6. Василюк И.И., Комаров В.И. Оценка качества зерна: справочник. – М.: Агропромиздат, 1987. – 208 с.
7. Практикум по агрохимии: под ред. профессора В.Г. Минеева. – М.: МГУ, 2001. – 689 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Кучко А.А., Власенко М.Ю., Мицко В.Н. Физиология и биохимия картофеля. – Киев: Довира, 1998. – 335 с.
10. Назаров А.В. Удобрения, нитраты, урожай и сохранность клубней // Картофель и овощи, 1992, № 1. – С. 5-7.
11. Шаповалов В.Ф. Экологическая оценка систем удобрения дерново-подзолистых песчаных почв Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС: дисс. д.с.-х.н. – М.: ВНИИА, 2006. – 507 с.

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Уважаемые авторы! Обращаем Ваше внимание, что на сайте <https://agrochemv.ru/ru/rules> обновлена информация об оформлении рукописей статей, направляемых для рассмотрения в редакцию нашего журнала. Дополнительно размещен образец сопроводительного письма, которое должно быть приложено к каждой рукописи.

Особое внимание обращаем на Вашу заинтересованность в правильном указании кодов УДК с включением в их состав региона (страна, область) проведения исследования, т.к. это помогает найти Ваши публикации для цитирования. Также необходимо максимально правильно указывать английское написание фамилий и инициалов ВСЕХ соавторов и мест их работы, что также потенциально увеличит Ваше цитирование.