

- культурами / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М.: Колос, 1971. – 15 с.
5. *Ничипорович А.А.* Световое и углеродное питание растений (фотосинтез). – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 287 с.
  6. *Хуснидинов Ш.К.* Растениеводство Предбайкалья: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИргСХА, 2000. – 462 с.

#### Literatura

1. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij): ucheb. dlja vuzov. – 5-e izd., pererab. i dop. – М.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
2. *Kajumov M.K.* Programirovanie produktivnosti

- polevyh kul'tur: spravochnik. – 2-e izd., pererab. i dop. – М.: Rosagropromizdat, 1989. – 368 s.
3. *Martem'janova A.A.* Konkurencija i ee regulirovanie v agrofитocenozah mnogoletnih rastenij v uslovijah Predbajkal'ja. – Irkutsk: Izd-vo IrGSHA, 2009. – 164 s.
  4. Metodika polevyh opytov s kormovymi kul'turami / VNIИ kormov im. V.R. Vil'jamsa. – М.: Kolos, 1971. – 15 s.
  5. *Nichiporovich A.A.* Svetovoe i uglerodnoe pitanie rastenij (fotosintez). – М.: Izd-vo AN SSSR, 1955. – 287 s.
  6. *Husnidinov Sh.K.* Rastenievodstvo Predbajkal'ja: ucheb. posobie. – Irkutsk: Izd-vo IrGSHA, 2000. – 462 s.

УДК 33.31/37:631.4(571.51)

*А.А. Белоусов, Е.Н. Белоусова,  
А.Т. Аветисян*

### ОЦЕНКА АЗОТМОБИЛИЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КОРМОВЫХ ТРАВ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

*А.А. Belousov, E.N. Beloysova,  
A.T. Avetisyan,*

### THE ASSESSMENT OF NITROGEN MOBILIZING ABILITY OF LEACHED CHERNOZYOM IN THE CULTIVATION OF FORAGE CROPS IN KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

**Белоусов А.А.** – канд. биол. наук, доц. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: svoboda57130@mail.ru

**Белоусова Е.Н.** – канд. биол. наук, доц. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: svoboda57130@mail.ru

**Аветисян А.Т.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. растениеводства и плодоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: andranick.avetisyan@mail.ru

**Belousov A.A.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: svoboda57130@mail.ru

**Belousova E.N.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: svoboda57130@mail.ru

**Avetisyan A.T.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Crop Production and Fruit-and-Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: andranick.avetisyan@mail.ru

Цель работы – оценка продуктивности, кормовой ценности и азотмобилизующей способности кормовых трав в черноземе выщело-

ченном Красноярской лесостепи. Органические формы азота определяли по Корнфилду, аммонийный ( $N-NH_4$ ) – колориметрически с реак-

тивом Несслера, азот микробной биомассы ( $N_{mb}$ ) – методом регидратации. В годы с благоприятным увлажнением, несмотря на продолжительную вегетацию (13 лет), галега обнаруживала высокую продуктивность. Ее урожайность и параметры качества существенно превосходили стандартный вариант кормовой культуры региона – люцерну. В сравнении с однолетними посевами пайзы и донника галега восточная значимо уступала им по урожайности и основным кормовым характеристикам в неблагоприятных гидротермических условиях. Показана динамика фракций азота под кормовыми травами. В их педоценозах формируется благоприятный фонд органического азота, выявлена разнонаправленная динамика аммонийного азота. Аммонификационные и иммобилизационные процессы в почве под кормовыми травами имеют сопряженную динамику. По результатам исследования были сделаны следующие выводы: 1) в сравнении с однолетними посевами пайзы и донника галега значимо уступала им по урожайности и основным кормовым характеристикам в неблагоприятных гидротермических условиях; 2) гидротермические условия существенно влияют на концентрацию  $N_{me}$ ; 3) максимальные количества азота микробной биомассы отмечались в почве фитоценозов донника (2014 г.) и люцерны (2015 г.); 4) существенных зависимостей между формами азота в почве и урожайностью трав не выявлено, за исключением фитоценоза люцерны.

**Ключевые слова:** урожайность кормовых трав, кормовая ценность, гидролизующие фракции азота, галега, иммобилизация, аммонийный азот.

*The work purpose is the assessment of efficiency, fodder value and nitrogen mobilizing ability of fodder crops in the leached chernozem of Krasnoyarsk forest-steppe. Organic forms of nitrogen were determined according to Cornfield, ammonium ( $N-NH_4$ ), colorimetrically with Nessler's reactant; nitrogen of microbial biomass ( $N_{mb}$ ) was determined by rehydration method. In years with favorable moistening, despite long vegetation (13 years), galega showed high efficiency. Its productivity and parameters of the quality significantly surpassed standard option of fodder culture of the region, i.e.*

*alfalfa. In comparison with one-year crops of payza and annual clover eastern galega significantly conceded to them in productivity and the main fodder characteristics in adverse hydrothermal conditions. Dynamics of fractions of nitrogen under fodder herbs was shown. In their pedocenos the favorable fund of organic nitrogen was formed, multidirectional dynamics of ammonium nitrogen was revealed. Ammonified and immobilized processes in the soil under fodder herbs had interfaced dynamics. By the results of research the following conclusions were drawn: 1) in comparison with one-year crops of payza and annual clover galega significantly conceded to them on productivity and the main fodder characteristics in adverse hydrothermal conditions; 2) hydrothermal conditions significantly influenced the concentration of  $N_{mg}$ ; 3) the maximum of nitrogen of microbes' biomass were noted in the soil of phytocenosis of annual clover (2014) and alfalfa. (2015); 4) essential dependencies between nitrogen forms in the soil and productivity of herbs were not revealed, except for phytocenosis of alfalfa.*

**Keywords:** productivity of fodder crops, fodder value, hydrolyzed fractions of nitrogen, galega, immobilization, ammonium nitrogen.

**Введение.** Для повышения эффективности животноводства Красноярского края необходимо создание долгодетных культурных пастбищ и обеспечение качественной кормовой базы [7]. По нашему мнению [1], для повышения результативности полевого кормопроизводства особая роль должна отводиться бобовым травам. Благодаря значительному содержанию белка, незаменимых аминокислот и других компонентов именно они определяют стабильность кормового рациона в хозяйствах. Для устойчивости кормопроизводства необходим широкий набор культур – однолетних и многолетних трав [3]. С другой стороны, эти культуры в земледелии выполняют и фитомелиоративную роль [10]. Высокая продуктивность кормовых культур, в том числе по белку, невозможна без оптимальной обеспеченности почв соединениями азота. Исследований, посвященных изучению взаимосвязей между продуктивностью кормовых культур и обеспеченностью почв элементами питания, недостаточно [2].

**Цель исследования:** оценить продуктивность и кормовую ценность кормовых трав и их влияние на азотмобилизующую способность чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи.

**Объекты и методы исследования.** Исследование проводилось на многолетнем полевом стационаре УНПК «Борский», расположенного на территории Сухобузимского района в пределах Чулымо-Енисейского денудационного плато юго-западной окраины Средней Сибири в севооборотах кафедры растениеводства Красноярского ГАУ. Его географическое положение определяется координатами 93° в.д. и 56°30' с.ш.

Объект исследований – чернозем выщелоченный маломощный среднегумусный тяжело-суглинистый иловато-пылеватый на коричнево-бурых тяжелых суглинках. Почва опытного стационара характеризовалась высоким содержанием гумуса – 9,3 %, рН – близкой к нейтральной (6,8–6,9), высокой поглотительной способностью (ЕКО = 56,5 ммоль/100 г) и насыщенностью основаниями ( $V = 97$  %), повышенным содержанием подвижного фосфора ( $P_2O_5 = 20–22$  мг/100 г) и очень высокой обеспеченностью обменным калием ( $K_2O = 25–27$  мг/100 г).

В течение двух вегетационных сезонов (2014–2015 г.) изучалось влияние пяти видов сеяных трав на азотмобилизующую способность чернозема выщелоченного: в 2014 г. схема опыта была представлена галегой восточной (*Galaga orientalis*) сорта Горноалтайская-87 (тринадцатый – четырнадцатый годы использования); донником однолетним (*Melilotus alba*) сорта Поволжский; овсяницей красной (*Festuca rubra* L.) сорта Диана и пайзой (*Echinochloa frumentacea*) сорта Эврика; в 2015 г. - из схемы опыта были исключены варианты с донником и пайзой, изучалась люцерна гибридная (*Medicago media*) сорта Вега – восьмого и девятого годов использования. Посевная площадь делянок – 80–100 м<sup>2</sup>, учетная – 30–45 м<sup>2</sup>. Агротехника в опыте – общепринятая, зональная. Объем выборки – 9. Учет урожая зеленой массы проводили методом сплошной уборки.

Агротемеоусловия за период наблюдений представлены в таблице 1. В 2014 г. среднемесячные температуры соответствовали норме во второй половине вегетационного сезона. В мае они были существенно ниже нормы, а в июне превышали ее. Количество выпавших осадков на протяжении всего периода наблюдений существенно превышали норму.

Таблица 1

#### Гидротермические условия вегетационных сезонов (по данным Красноярского ЦГМС-Р)

| Год                             | Месяц |      |      |        | Сумма за вегетацию |
|---------------------------------|-------|------|------|--------|--------------------|
|                                 | Май   | Июнь | Июль | Август |                    |
| Средняя температура воздуха, °С |       |      |      |        |                    |
| 2014                            | 6,7   | 18,8 | 18,2 | 16,6   | 1593               |
| 2015                            | 10,9  | 17,0 | 19,9 | 16,5   |                    |
| Среднее многолетнее             | 8,0   | 15,2 | 18,4 | 14,9   | 1578               |
| Осадки, мм                      |       |      |      |        |                    |
| 2014                            | 54,0  | 50,0 | 89,0 | 75,0   | 130                |
| 2015                            | 30,9  | 32,6 | 68,5 | 62,9   |                    |
| Среднее многолетнее             | 32,0  | 44,0 | 69,0 | 62,0   | 207,0              |

Погодные условия 2015 г. за вегетационный период растений в целом были благоприятными для возделывания однолетних кормовых культур. Весна в год исследования наступила в соответствии с нормой. Представленные данные свидетельствуют о существенном превышении среднемесячных температур относительно нормы в течение всего вегетационного периода 2015 г. Количество выпавших осадков было в пределах средних многолетних значений. Ис-

ключение составил июнь, когда осадков выпало на 11,6 мм меньше нормы.

Содержание трудногидролизуемого ( $N_{тр}$ ) и легкогидролизуемого азота (по биохимическому составу – щелочногидролизуемый,  $N_{щ.г.}$ ) определяли по методу Корнфилда, аммонийного ( $N-NH_4$ ) – колориметрически с реактивом Несслера, азот микробной биомассы ( $N_{мб}$ ) – методом регидратации. Влажность определяли термостатно-весовым методом. Сроки отбора почвен-

ных образцов приурочены к фазам развития трав: ветвление – цветение – отава трав.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Сравнительная оценка продуктивности галеги восточной с наиболее распространенными многолетними бобовыми травами в условиях

Красноярской лесостепи показала, что галега является культурой, которая по многим параметрам превосходит донник и люцерну. В среднем за два укоса 2014 г. урожайность галеги восточной существенно превосходила значения продуктивности люцерны и донника (табл. 2).

Таблица 2

### Урожайность зеленой массы кормовых культур, ц/га

| Год  | Вид культуры     |          |                  |                   |          |                  |       |                   |
|------|------------------|----------|------------------|-------------------|----------|------------------|-------|-------------------|
|      | Галега восточная |          | Сумма за 2 укоса | Люцерна гибридная |          | Сумма за 2 укоса | Пайза | Донник однолетний |
|      | 1-й укос         | 2-й укос |                  | 1-й укос          | 2-й укос |                  |       |                   |
| 2014 | 299              | 123      | 422              | 201               | 139      | 340              | 575   | 167               |
| 2015 | 222              | 183      | 405              | 117               | 76       | 193              | 544   | 519               |

Благодаря уникальным биологическим особенностям (долголетию, высокой облиственности) галега на тринадцатый год своей вегетации превзошла люцерну по выходу кормовых единиц, переваримому протеину и обменной энергии. Тем не менее, отмеченное преимущество

было характерно только в период первого укоса. Во время второго отличия по урожайности были уже недостоверными. Также между этими культурами не наблюдалось различий по содержанию сахаров и сырого протеина (табл. 3).

Таблица 3

### Кормовая и энергетическая оценка малораспространенных кормовых культур в Красноярской лесостепи

| Вариант             | Укос | Сбор сухой массы, ц/га | Выход корм. ед., ц/га | Сбор переваримого протеина, ц/га | Обменная энергия, ГДж/га | Сахар, % | Сырой протеин, % |
|---------------------|------|------------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------------|----------|------------------|
| 2014 г.             |      |                        |                       |                                  |                          |          |                  |
| Козлятник восточный | 1-й  | 80,8                   | 68,8                  | 9,2                              | 82,4                     | 11,6     | 19,6             |
|                     | 2-й  | 29,0                   | 26,0                  | 3,8                              | 28,4                     | 10,1     | 26,9             |
| Люцерна гибридная   | 1-й  | 55,0                   | 32,2                  | 4,6                              | 53,3                     | 10,3     | 19,0             |
|                     | 2-й  | 32,2                   | 22,3                  | 3,3                              | 29,3                     | 9,5      | 23,1             |
| Пайза               | –    | 109,3                  | 97,8                  | 11,5                             | 97,3                     | 10,8     | 15,5             |
| Донник однолетний   | –    | 38,5                   | 25,1                  | 4,2                              | 40,4                     | 11,5     | 17,0             |
| 2015 г.             |      |                        |                       |                                  |                          |          |                  |
| Козлятник восточный | 1-й  | 60,1                   | 51,2                  | 6,8                              | 61,3                     | 12,0     | 20,2             |
|                     | 2-й  | 45,9                   | 42,2                  | 5,6                              | 44,9                     | 11,1     | 27,3             |
| Люцерна гибридная   | 1-й  | 32,3                   | 18,8                  | 2,8                              | 31,3                     | 10,3     | 18,8             |
|                     | 2-й  | 18,7                   | 11,4                  | 1,8                              | 17,0                     | 9,8      | 24,5             |
| Пайза               | –    | 103,5                  | 92,6                  | 10,9                             | 92,1                     | 11,0     | 16,1             |
| Донник однолетний   | –    | 127,7                  | 77,9                  | 12,9                             | 116,2                    | 10,8     | 21,0             |

В вегетационный сезон 2015 г. прослеживалась тенденция, свидетельствующая о достоинствах галеги перед люцерной по основным изучаемым параметрам. Относительно исследуемых однолетних культур, уровень продуктивности и кормовой ценности галеги отличался по годам наблюдений.

В сезоне 2014 г. урожайность галеги существенно превосходила однолетний донник, но значимо уступала пайзе. Причем последняя была эффективнее по выходу переваримого протеина и кормовых единиц. В период 2015 г., характеризующийся более засушливыми условиями относительно прошлого сезона, галега достоверно уступала обоим однолетним культурам как по продуктивности, так и по кормовой и энергетической ценности.

Таким образом, в годы с благоприятным увлажнением, несмотря на продолжительную вегетацию (13 лет), галега обнаруживала высокую продуктивность. Ее урожайность и параметры качества существенно превосходили стандартный вариант кормовой культуры региона – люцерну. Однако в сравнении с однолетними посевами пайзы и донника галега восточная значимо уступала им по урожайности и основным кормовым характеристикам в неблагоприятных гидротермических условиях.

В период вегетации бобовых растений происходит минерализация листового и корневого опада и освобождение минеральных форм азота в почве [5]. По данным автора, после бобовых культур в почве наблюдается активация процессов во всей цепи трансформации азота: от разложения белковых веществ до нитрификации.

Рассмотрим основные из них: фракция трудногидролизуемого азота является тем компонентом, который может диагностировать способность фитоценоза депонировать азот в почве. Она более устойчива к минерализации и менее всего вовлекается в биологический круговорот. При изменении эндо- и экзофакторов в оптимальную сторону возможность гидролиза  $N_{\text{т}}$  возрастает. В период активного отрастания вегетативной массы трав всех вариантов существенных различий в количестве данной фракции не наблюдалось. В сезоне 2014 г. выявлено значимое снижение  $N_{\text{т}}$  от июня к июлю (табл. 4).

Как показали наблюдения, этот спад был сопряжен с повышением в почве аммонийных со-

единений и азота микробной биомассы. К сентябрю изменений не выявлялось, но обнаружилось достоверное превышение  $N_{\text{т}}$  под донником и пайзой относительно галеги и овсяницы. Интересно отметить, что в период 2015 г. под ними внутрисезонная динамика не проявлялась (табл. 5).

Аналогичная ситуация наблюдалась в почве под люцерной. Примечательно, что в период засухи в июле, в педосфере под галеей депонировалось существенно большее количество  $N_{\text{т}}$ . В целом в наблюдаемый сезон проявлялась тенденция к накоплению трудногидролизуемого азота в фитоценозе галеги в сравнении с люцерной и овсяницей.

Как известно, легкогидролизуемый азот является ближайшим резервом минерального. Учитывая, что фитоценозы кормовых трав часто формируют звенья севооборотов, информация об их влиянии на пополнение запасов  $N_{\text{лг}}$  особенно ценна. В вегетационном сезоне 2014 г. динамика легкогидролизуемого азота была выражена в большей степени, чем в 2015 г. От июня к июлю фиксировался значительный спад, а к сентябрю достоверный рост  $N_{\text{лг}}$ . В июне достоверным максимумом характеризовалась почва под пайзой. Далее, до наступления осеннего периода различий между вариантами не наблюдалось. В случае распахки исследуемых травяных фитоценозов и использовании их как предшественников потребности в азотных удобрениях существовать не будет, либо она будет находиться на низком уровне.

На следующий год существенные различия между вариантами также наблюдались только в июне. Влияние галеги на формирование пула  $N_{\text{лг}}$  оказалось более эффективным. По видимому, в теплый и засушливый период начала лета галега сформировала мощный растительный покров, выполняющий роль своеобразной мульчи, увеличивая влажность почвы. По нашим наблюдениям, количество растительных остатков здесь было максимальным. Хорошо известно, что после бобовых, даже без симбиотической азотфиксации, содержание азота в корнях и растительных остатках увеличивается. Это обязано биологическим особенностям бобовых, а также связано с изменением энергетических условий для микроорганизмов в результате влияния вегетирующих растений. Далее могла происходить усиленная трансформация азота самой почвой.

Таблица 4

## Динамика содержания фракций азота (2014 г.), мг/кг

| Вариант           | N <sub>тг</sub> |        |          | N <sub>лг</sub> |        |          | N-NH <sub>4</sub> |        |          | N <sub>мб</sub> |        |          |
|-------------------|-----------------|--------|----------|-----------------|--------|----------|-------------------|--------|----------|-----------------|--------|----------|
|                   | Июнь            | Июль   | Сентябрь | Июнь            | Июль   | Сентябрь | Июнь              | Июль   | Сентябрь | Июнь            | Июль   | Сентябрь |
| Галега            | 337             | 166    | 160      | 184             | 127    | 192      | следы             | 3      | 6        | 2               | 14     | 191      |
| Донник            | 333             | 192    | 191      | 186             | 118    | 219      | следы             | 2      | 16       | 7               | 27     | 243      |
| Овсяница          | 341             | 193    | 153      | 177             | 128    | 222      | следы             | 2      | 10       | 3               | 13     | 243      |
| Пайза             | 345             | 199    | 197      | 200             | 116    | 211      | следы             | 3      | 7        | 3               | 32     | 242      |
| НСР <sub>05</sub> | p>0,05          | p>0,05 | 20       | 13              | p>0,05 | p>0,05   | p>0,05            | p>0,05 | 4        | 3               | p>0,05 | p>0,05   |

Таблица 5

## Динамика содержания фракций азота (2015 г.), мг/кг

| Вариант           | N <sub>тг</sub> |      |          | N <sub>лг</sub> |        |          | N-NH <sub>4</sub> |      |          | N <sub>мб</sub> |      |          |
|-------------------|-----------------|------|----------|-----------------|--------|----------|-------------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                   | Июнь            | Июль | Сентябрь | Июнь            | Июль   | Сентябрь | Июнь              | Июль | Сентябрь | Июнь            | Июль | Сентябрь |
| Галега            | 347             | 362  | 322      | 197             | 204    | 204      | 43                | 45   | следы    | 83              | 49   | 36       |
| Люцерна           | 305             | 302  | 316      | 173             | 181    | 196      | 20                | 10   | следы    | 197             | 99   | 5        |
| Овсяница          | 309             | 303  | 287      | 160             | 189    | 182      | 39                | 22   | следы    | 165             | 81   | 10       |
| НСР <sub>05</sub> | p>0,05          | 45   | p>0,05   | 25              | p>0,05 | p>0,05   | 10                | 11   | p>0,05   | p>0,05          | 36   | 6        |
| НСР <sub>05</sub> | 10              | 11   | p>0,05   | p>0,05          | 36     | 6        | -                 | -    | -        | -               | -    | -        |

Одним из направлений этих превращений являются аммонификационные процессы. Известно, что минеральные формы азота для травяных фитоценозов имеют агрохимическую ценность обычно до периода цветения. Значительную долю в жизнеобеспечении трав азотом занимает фонд этого элемента, аккумулированный в корневых системах. По данным [4], рост корней и трансформация азота в почве являются сопряженными процессами, как правило, обратно коррелирующими.

Наши исследования показали, что при благоприятных гидротермических условиях начала лета 2014 г. при активном нарастании корней содержание  $N-NH_4$  было на уровне «следы». Далее, к июлю, и в более значительной степени к сентябрю аммонификационные процессы активизировались во всех вариантах. Противоположная картина складывалась в сезоне 2015 г. Вероятно, в более экстремальных условиях увлажнения в почве преобладали процессы микробиологического закрепления азота. Это подтверждается весьма значительными количествами азота микробной биомассы в этот период. Отсюда следует признать, что особых закономерностей в динамике аммонийного азота не обнаруживалось.

На наш взгляд, наибольший интерес представляет исследование взаимосвязей между динамикой минеральных форм азота и интенсивностью его иммобилизации микробной системой. Так, например, Т.В. Тарвис [8] отмечал, что мобилизуемость азота, поглощенного почвенными микроорганизмами, может быть довольно высока. Движение основных масс азота в травяных биогеоценозах осуществляется в микробиологическом подцикле [9]. Поэтому степень устойчивости азотсодержащих соединений к микробиологическому разложению определяет запас N и интенсивность его использования. Отсюда важна информация о биохимическом составе основных структурных элементов изучаемых кормовых трав. В контексте данной статьи эта информация не рассматривается, однако данные о содержании азота микробной биомассы представлены в таблицах 4, 5. В первый год исследования прослеживается закономерность: с внутрисезонной динамикой аммонийного азота положительно коррелирует уровень микробного азота. Таким образом, подтверждается идея и фактические данные исследовате-

лей о микробной биомассе как подвижном, доступном растениям фонде азота и других элементов. Несмотря на различия в абсолютных значениях азота микробной биомассы в сезоне 2015 г. относительно предыдущего, обозначенная выше закономерность подтверждается: направление изменений микробного азота следует динамике его минеральных форм.

Итак, представленная информация свидетельствует о необходимости изучения характера превращений соединений азота под кормовыми травами. С одной стороны, азот выполняет функцию строительного материала для формирования белка. Потребность его в кормовом рационе велика, а задача по преодолению дефицита элемента в почвах Сибирского региона до сих пор не решена. Вторая важная функция – сохранение устойчивости травяных фитоценозов, в том числе через пополнение азотного фонда почвы за счет самих культур.

Поиск корреляционных связей между содержанием исследуемых форм азота и урожайностью ряда кормовых культур значимых закономерностей не выявили ( $r = 0,0-0,43$ ), за исключением сильных связей с продуктивностью люцерны ( $r = 0,67-0,82$ ). На наш взгляд, отсутствие статистических связей в данном эксперименте вполне объяснимо. Известно, что растения и микроорганизмы усваивают не только минеральные, но и органические формы азота. Растения поглощают те соединения азота, которые, по мнению В.М. Семенова [6], наиболее доступны в конкретном участке почвы на данный момент времени. В свою очередь, эти явления определяются внешними факторами, свойствами почвы, геометрией корневых волосков и колоний микроорганизмов. Таким образом, все указанные параметры определяют сложность механизма влияния фракций азота на продуктивность трав.

## **Выводы**

1. Урожайность галеги и параметры ее качества существенно превосходили стандартный вариант кормовой культуры региона – люцерну. В сравнении с однолетними посевами пайзы и донника галега значимо уступала им по урожайности и основным кормовым характеристикам в неблагоприятных гидротермических условиях.

2. Фракция трудногидролизуемого азота в почве под травяными агроценозами имеет тенденцию снижаться от весны к осени. Гидротермические условия существенно влияют на концентрацию  $N_{\text{т}}$ : в засушливых условиях его максимумы характерны для фитоценоза галеги; в годы, когда агрометеоусловия близки к норме, существенных различий по способности депонировать  $N_{\text{т}}$  между изучаемыми вариантами не наблюдалось.

3. Количественные оценки содержания легкогидролизуемой фракции азота выявили отсутствие потребности в азотных удобрениях. Существенные различия между вариантами наблюдались только в июньский период: в 2014 г. – достоверный максимум под пайзой, в 2015 г. – в педосфере галеги.

4. Аммонификационные и иммобилизационные процессы в почве под кормовыми травами имеют сопряженную динамику. Максимальные количества азота микробной биомассы отмечались в почве фитоценозов донника (2014 г.) и люцерны (2015 г.).

5. Существенных зависимостей между формами азота в почве и урожайностью трав не выявлено, за исключением фитоценоза люцерны.

### Литература

1. *Аветисян А.Т.* Продуктивность козлятника восточного на корм в Красноярской лесостепи // Аграрная наука на рубеже веков: матлы регион. науч.-практ. конф. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – С. 18–20.
2. *Аветисян А.Т., Белоусова Е.Н., Белоусов А.А.* Оценка продуктивности, структурного состава и содержания мобильных форм азота в посевах многолетних трав чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 6. – С. 38–43.
3. *Аветисян А.Т.* Кормопроизводство в Красноярском крае: курс лекций: учеб. Пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 202 с.
4. *Данилова Н.С.* Влияние условий азотного питания на рост корней // Агрехимия. – 1965. – № 6. – С. 53–60.

5. *Нарушева Е.А.* Биологические и биохимические основы плодородия почв: краткий курс лекций. – Саратов, 2014. – 78 с.
6. *Семенов В.М.* Современные проблемы и перспективы агрохимии азота // Проблемы агрохимии и экологии. – 2008. – № 1. – С. 55–64.
7. Стратегия социально-экономического развития Красноярского края на период до 2020 года. – Красноярск, 2012. – 139 с.
8. *Тарвис Т.В.* О мобилизации в почве азота, поглощенного микроорганизмами // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. – М.: Наука, 1972. – С. 117–192.
9. *Туплянова А.А.* Круговорот азота в травяных биогеоценозах на пастбищах и сенокосах // Почвоведение. – 1986. – № 7. – С. 70–78.
10. *Хасанова Р.Ф., Суюндуков Я.Т., Суюндукова М.Б.* Сравнительная оценка фитомелиоративной эффективности многолетних трав на черноземах Зауралья Республики Башкортостан // Почвоведение. – 2010. – № 1. – С. 116–122.

### Literatura

1. *Аветисян А.Т.* Produktivnost' kozljatnika vostochnogo na korm v Krasnojarskoj lesostepi // Agrarnaja nauka na rubezhe vekov: mat-ly region. nauch.-prakt. konf. / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2007. – S. 18–20.
2. *Аветисян А.Т., Белоусова Е.Н., Белоусов А.А.* Ocenka produktivnosti, strukturnogo sostava i soderzhanija mobil'nyh form azota v posevah mnogoletnih trav chernozema vyshhelochennogo Krasnojarskoj lesostepi // Vestn. KrasGAU. – 2012. – № 6. – S. 38–43.
3. *Аветисян А.Т.* Kormoproizvodstvo v Krasnojarskom krae: kurs lekcij: ucheb. posobie; Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2016. – 202 s.
4. *Данилова Н.С.* Vlijanie uslovij azotnogo pitaniya na rost kornej // Agrohimiya. – 1965. – № 6. – S. 53–60.
5. *Нарушева Е.А.* Kratkii kurs lekcij dlja aspirantov napravlenija podgotovki «35.01.06» Sel'skoe hozjajstvo. – Saratov, 2014. – 78 s.

6. *Semenov V.M.* Sovremennye problemy i perspektivy agrokimii azota // Problemy agrokimii i jekologii. – 2008. – № 1. – S. 55–64.
7. Strategija social'no-jekonomicheskogo razvitiya Krasnojarskogo kraja na period do 2020 goda. – Krasnojarsk, 2012. – 139 s.
8. *Tarvis T.V.* O mobilizacii v pochve azota, pogloshhennogo mikroorganizmami / Voprosy chislennosti, biomassy i produktivnosti pochvennyh mikroorganizmov. – M.: Nauka, 1972. – S. 117–192.
9. *Titljanova A.A.* Krugovorot azota v travjanyh biogeocenozah na pastbishhah I senokosah // Pochvovedenie. – 1986. – № 7. – S. 70–78.
10. *Hasanova R.F., Sujundukov Ja.T., Sujundukova M.B.* Sravnitel'naja ocenka fitomeliorativnoj jeffektivnosti mnogoletnih trav na chernozemah Zaural'ja Respubliki Bashkortostan // Pochvovedenie. – 2010. – № 1. – S. 116–122.



**УДК 633**

**В.Ф. Лукиных, В.Е. Григорьева**

### **ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ РЕСУРСОВ В РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ СФЕРЕ АПК**

**V.F. Lukinykh, V.E. Grigoryeva**

#### **APPROACH TO OPTIMIZATION OF RESOURCES IN THE CROP SPHERE OF AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX**

**Лукиных В.Ф.** – д-р экон. наук, проф. каф. логистики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: Lukiniv\_vf@mail.ru

**Григорьева В.Е.** – асп. каф. логистики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: Loksy2008@yandex.ru

**Lukinykh V.F.** – Dr. Ekon. Sci., Prof. Chair of Logistics, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: Lukiniv\_vf@mail.ru

**Grigoryeva V.E.** – Post-Graduate Student, Chair of Logistics, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: Loksy2008@yandex.ru

*Растениеводческая сфера АПК России находится на динамичном пути развития. Наряду с большим количеством нововведений, включая технологическую сферу и нормативно-правовое регулирование, остается большое количество вопросов, требующих исследования. Одним из таких вопросов является системное обеспечение ресурсами. Мелкие и средние предприниматели на рынке находятся в условиях жесткой конкуренции, что толкает их на попытки снижения себестоимости производимого товара, однако при относительно малых объемах производства этого достичь достаточно сложно. Государственные программы в сфере сельского хозяйства ориентированы на формирование производственных кооперативов, которые при грамотном объединении производителей позволят за счет синергетического эффекта повлиять на*

*себестоимость конечного товара. Однако принципы формирования кооперативов не регламентированы, и чаще всего объединение происходит по территориальному признаку. Целесообразно рассматривать кооперации, в первую очередь, производителей конкретного вида продукта для достижения единства целей, а также экономии на масштабах. Вертикальная интеграция производителей на основании разветвленного монокластерного подхода позволит оптимизировать ресурсы в растениеводческой сфере АПК. Для решения основных задач в сфере сельского хозяйства проводится ряд мер по внедрению современных разработок и технологий в реальный процесс посева, обработки и сбора продовольственных культур. Ведущие агрономы, экономисты, финансисты, инженеры работают в направлении повышения эффективности рабо-*