

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И СЕМЯН АСТРАГАЛА НЕОЖИДАННОГО  
(*ASTRAGALUS INOPINATUS* BORISS.) В СВЯЗИ С ЕГО ИНТРОДУКЦИЕЙ  
В УСЛОВИЯХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

N.N. Dmitriev, Sh.K. Khusnidinov

THE EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY OF GREEN MASS AND SEEDS OF *ASTRAGALUS INOPINATUS* BORISS. DUE TO ITS INTRODUCTION IN BAIKAL REGION

**Дмитриев Н.Н.** – асп. каф. агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail: brianbaitano@mail.ru

**Хуснидинов Ш.К.** – д-р с.-х. наук, проф. каф. агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail: agro@igsha.ru

**Dmitriev N.N.** – Post-Graduate Student, Chair of Agroecology, Agrochemistry, Physiology and Protection of Plants, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk District, V. Molodyozhny. E-mail: brianbaitano@mail.ru

**Khusnidinov Sh.K.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Agroecology, Agrochemistry, Physiology and Protection of Plants, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk District, V. Molodyozhny. E-mail: agro@igsha.ru

*Цель исследований: изучить влияние различных норм высева как основного технологического приема возделывания астрагала неожиданного, влияющего на урожайность зеленой массы и семян в условиях Предбайкалья. Урожайность зеленой массы астрагала первого года была низкой и зависела от густоты травостоя. В зависимости от различных норм высева величина надземной зеленой массы колебалась и возрастала с увеличением нормы высева от 7,6 до 11,7 т/га. В первый год жизни происходит интенсивное формирование корневой системы растений, ее масса в слое почвы до 50 см составляет 3,6 т/га, высота растений к концу вегетационного периода (первая декада сентября) достигает 45–50 см. При более высокой норме высева (18 и 21 кг/га) густота стояния растений возрастала по сравнению с нормой 12 кг/га (163 шт/м<sup>2</sup>) до 261 шт/м<sup>2</sup> (на 60,1 %). Во второй год жизни высота растений составляла 55–65 см. Высокую урожайность зеленой массы – 27,3 т/га в этот период обеспечивали посевы астрагала с нормой высева 15 кг/га. Во второй год жизни, ввиду обострения внутривидовой конкуренции, которая возрастала по мере увеличения нор-*

*мы высева, урожайность зеленой массы снижалась с 27,3 до 20,6 т/га. Это привело к ухудшению условий формирования основных морфологических признаков растений: снизилась густота травостоя (до 183 растений на 1 м<sup>2</sup>), площадь листьев (до 33,8 тыс. м<sup>2</sup>/га растений), фотосинтетический потенциал (до 2,3 млн м<sup>2</sup>/га/дней), – что явилось главной причиной снижения урожайности зеленой массы. Наиболее высокую урожайность (среднюю за 2 года) обеспечивали посевы астрагала, для формирования которых применялась норма высева 15 кг/га – 17,8 т/га зеленой массы и 0,57 т/га – семян.*

**Ключевые слова:** астрагал неожиданный, *Astragalus inopinatus*, интродукция, бобовое растение, технология возделывания, многолетие, засухоустойчивость, густота стояния, площадь листьев, конкурентность растений, фотосинтетический потенциал, норма высева, урожайность, зеленая масса, семенная продуктивность.

*The purpose of researches was to study the influence of various norms of seeding as main processing method of cultivation of Astragalus*

*inopinatus boriss.*, influencing the productivity of green mass and seeds in the conditions of Baykal area. The productivity of green mass of *Astragalus inopinatus boriss.* of the first year was low and depended on the density of grass. Depending on various norms of seeding the size of elevated green material fluctuated and increased with the increase in the norm of seeding from 7.6 to 11.7 t/hectare. In the first year of life there was intensive formation of plants root system of, its weight in the layer of earth to 50 cm made 3.6 t/hectare, the height of plants by the end of vegetative period (the first decade of September) reached 45–50 cm. At higher norm of seeding (18 and 21 kg/hectare) the density of plants standing increased in comparison with the norm of 12 kg/hectare (163 pcs /sq.m) to 261 pcs /sq.m (for 60.1 %). In the second year of life the height of plants made 55–65 cm. High productivity of green mass – 27.3 t/hectare during this period provided crops of astragal with the norm of seeding of 15 kg/hectare. In the second year of life, in view of aggravation of intraspecific competition which increased in the process of increase in the norm of seeding, the productivity of green material decreased from 27.3 to 20.6 t/hectare. It led to the deterioration of conditions of formation of the main morphological features of plants: the density of grass (decreased to 183 plants on 1 sq.m), the area of leaves (to 33.8 thousand sq.m/hectare of plants), photosynthetic potential (to 2.3 million sq.m/hectare/days), that was the main reason of the decrease in the productivity of green mass. The highest productivity (average for 2 years) was provided by crops of astragal to which formation the norm of seeding of 15 kg/hectare – 17.8 t/hectare of green material and 0.57 t/hectare of seeds were applied.

**Keywords:** *unexpected astragal, Astragalus inopinatus B., introduction, legume, cultivation technology, perennity, drought resistance, plant density, leaf square, plant competitiveness, photosynthetic potential, seeding rate, yield, green mass, seed productivity.*

**Введение.** Одной из актуальных проблем земледелия региона является расширение видового разнообразия полевых культур, способных произрастать в засушливых условиях области, обеспечивая при этом получение высокого урожая зеленой массы, и обладающих надеж-

ным семеноводством. Одной из таких культур является астрагал неожиданный, произрастающий в естественной флоре региона. Астрагал неожиданный (*Astragalus inopinatus* Boriss.) обладает ценными эколого-хозяйственными признаками: многолетием, неприхотливостью к почвенным условиям, засухоустойчивостью и высокой продуктивностью зеленой массы и семян. Однако технология возделывания астрагала неожиданного в условиях региона не изучена.

**Цель исследования:** изучить влияние различных норм высева как основного технологического приема возделывания астрагала неожиданного (*Astragalus inopinatus* Boriss.), влияющего на урожайность зеленой массы и семян в условиях Предбайкалья.

**Задачи исследования:** изучить густоту травостоя, линейный рост, конкурентность, фотосинтетический потенциал астрагала неожиданного в создаваемых агрофитоценозах, влияние рассматриваемых элементов структуры и морфологических особенностей формирования урожая на величину его продуктивности.

**Объекты, условия и методика проведения опыта.** Исследования по заданной проблеме проводились в 2015–2016 гг. на опытном поле Иркутского ГАУ им. А.А. Ежевского, производственные испытания проводились на опытном поле ФГБНУ ИНИИСХ (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»). Объектами исследований были посевы астрагала неожиданного первого и второго года жизни, возделываемого с целью изучения и обоснования эффективности одного из основных технологических приемов – зональных норм высева. Изучение норм высева на продуктивность зеленой массы и семян проводилось в полевых и лабораторных опытах. Схема полевого опыта включала 4 варианта с различными нормами высева:

- 12 кг/га (8 млн шт/га);
- 15 кг/га (10 млн шт/га);
- 18 кг/га (12 млн шт/га);
- 21 кг/га (14 млн шт/га).

Площадь опытных делянок – 12 м<sup>2</sup> (3 × 4 м). Повторность вариантов – четырехкратная. Размещение делянок – последовательное. Опытные посеы размещались по чистому раннему пару, обработанному по общепринятой для ре-

гиона схеме. Перед посевом проводилось закрытие влаги, боронование и прикатывание. Посев астрагала проводился вручную, широко-рядным способом (с междурядьями 60 см) в первой декаде мая. Посев и уборка проводились поделяночно вручную.

В программу сопутствующих наблюдений были включены следующие вопросы: изучение лабораторной и полевой всхожести семян, выживаемости растений, фенологии растений, густоты травостоя, линейного роста, площади листьев растений, величины фотосинтетического потенциала.

Почва опытного участка светло-серая лесная среднесуглинистая с низким естественным плодородием. Содержание гумуса – 2,0 %,  $pH_{\text{сол}}=4,8$ , содержание общего азота – 0,17 %, подвижного фосфора – 25 мг/100 г почвы, обменного калия – 6,5 мг/100 г почвы. Минеральные удобрения в опытах не использовались.

Агроклиматические условия в годы проведения исследования были близки к средним многолетним характеристикам. Климат зоны проведения исследования резко континентальный. Среднее многолетнее количество осадков – 345 мм. Сумма активных температур выше 10 °С – 1500–1700 °С. В годы проведения исследования отмечалось повышение температуры воздуха за вегетационный период и снижение суммы атмосферных осадков (2015 г.). Сумма осадков в летний период 2015 г. была ниже среднемого-

летних и находилась в районе 213,3 мм. В 2016 г. она была выше и равнялась 428,5 мм.

Для определения лабораторной всхожести был использован метод проращивания семян в чашках Петри.

Полевая всхожесть, густота стояния растений, линейный рост определялись на выделенных площадках 1 м<sup>2</sup> по общепринятым методикам [2, 7].

Конкурентные отношения определялись по методике, изложенной в учебном пособии «Сельскохозяйственная экология» [8].

Определение площади листьев растений выполнялось с использованием компьютерной технологии [1].

Фотосинтетический потенциал определялся с использованием методики И.С. Шатилова и М.К. Каюмова [3–6].

Математическая обработка экспериментальных данных проводилась по методике Б.А. Доспехова [2].

**Результаты исследования.** Программой исследования предусматривалось изучение эффективности и научного обоснования применения различных норм высева и их влияния на величину урожайности зеленой массы и семян.

Установлено, что астрагал неожиданным образом комплексом ценных морфобиологических особенностей и способен в богарных условиях формировать высокие и устойчивые урожаи зеленой массы (табл. 1).

Таблица 1

**Урожайность зеленой массы посевов астрагала неожиданного при различных нормах высева семян**

Норма высева, кг/га	Урожай зеленой массы, т/га		
	2015 (первый год жизни)	2016 (второй год жизни)	Средняя за 2015–2016 гг.
12 (контроль)	7,6	23,4	15,5
15	8,3	27,9	17,8
18	8,2	26,2	17,0
21	11,7	20,76	16,2
$НСП_{05}$ , т/га	0,65	1,32	

С увеличением нормы высева семян с 12 до 21 кг/га в первый год жизни урожайность зеленой массы возрастала с 7,6 до 11,7 т/га. Рост урожая был связан с повышением густоты травостоя – со 163 растений/м<sup>2</sup> (в варианте опыта с нормой высева 12 кг/га (контроль)) до 261 рас-

тения/м<sup>2</sup> (при норме 21 кг/га). Во второй год жизни повышение нормы высева до 18 и 21 кг/га, напротив, снизило величину итоговой продуктивности. Снижение уровня продуктивности астрагала неожиданного отражено на рисунке 1.

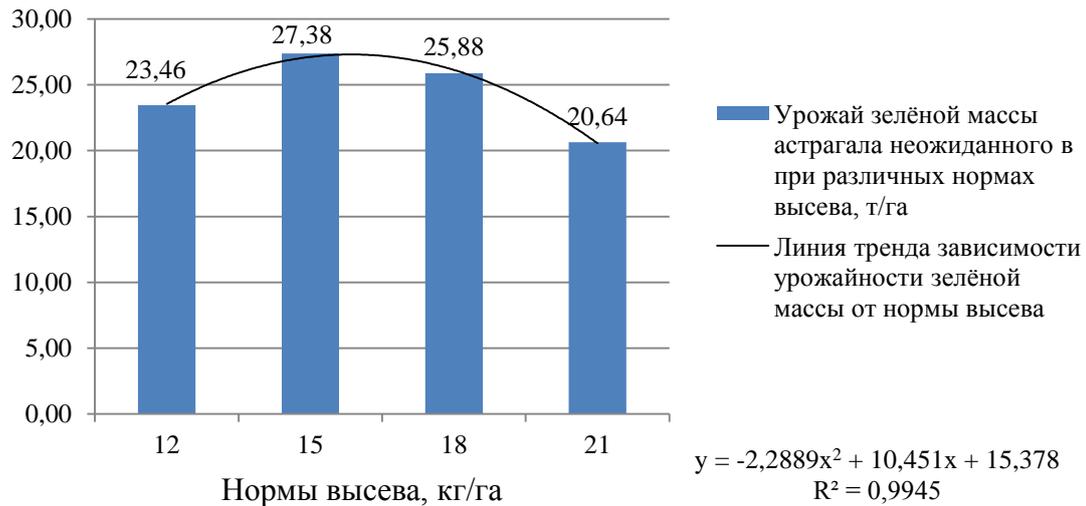


Рис. 1. Урожайность зеленой массы посевов астрагала неожиданного второго года в зависимости от нормы высева

Проведенные учеты показали, что во второй год с увеличением нормы высева наблюдалось обострение конкурентных отношений (рис. 2).

Обострение внутривидовой конкуренции растений в посевах (табл. 2) привело к снижению величины урожайности зеленой массы. В результате этого произошло изменение процессов

роста и развития растений, интенсивности линейного роста растений, площади листовой поверхности, фотосинтетического потенциала.

Оценка интенсивности линейного роста показала, что с увеличением нормы высева и обострения конкурентных отношений высота опытных растений снижалась (табл. 3).

Таблица 2

**Густота травостоя и коэффициент конкурентности астрагала неожиданного во второй год жизни при различных нормах высева**

Показатель	Норма высева, кг/га			
	12 (контроль)	15	18	21
Густота травостоя, раст./м <sup>2</sup>	115	138	161	183
Коэффициент конкурентности	1,0	1,2	1,4	1,6

Таблица 3

**Высота травостоя астрагала неожиданного второго года при различных нормах высева, см**

Норма высева, кг/га	15.07.2015	30.07.2015	15.08.2015
12 (контроль)	35	50	65
15	33	47	60
18	35	46	53
21	34	45	50



Рис. 2. Посевы *Astragalus inopinatus* B. второго года жизни

При увеличении густоты травостоя астрагала неожиданного на опытных делянках с различными нормами высева площадь листьев в расчете на 1 га посевов уменьшалась.

Проведенные исследования показали, что наиболее высокую ассимиляционную продуктивность обеспечивали посевы с нормой высева 15 кг/га (табл. 4).

Таблица 4

**Средняя площадь листьев астрагала неожиданного второго года жизни при различных нормах высева**

Показатель	Норма высева, кг/га			
	12	15	18	21
Средняя площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	36,5	38,8	35,5	33,8
ФП, млн м <sup>2</sup> /га×дней	2,5	2,7	2,4	2,3

С листьями растений связана их биологическая продуктивность: чем выше площадь листьев, тем интенсивнее протекают процессы ассимиляции и тем выше продуктивность растений. Интенсивность фотосинтеза зависит от продолжительности «работы» листовой продуктивности и выражается фотосинтетическим потенциалом продуктивности. Наиболее высокая площадь листовой поверхности и показатель фотосинтетического потенциала отмечалась в варианте опыта с нормой высева 15 кг/га (табл. 5).

Специфической биологической особенностью астрагала неожиданного является то, что в первый год жизни фаза цветения отмечается лишь у отдельных растений, которые, однако, не достигали фазы плодоношения. Во второй год жизни астрагал отрастает рано (первая декада мая). Цветение наступает в третью декаду июня, плодоношение начинается во вторую декаду июля, полное созревание и раскрытие бобов – во второй-третьей декаде августа.

Проведенные учеты показали, что на одном растении формируется от двух, реже трех и более соплодий. Соплодия астрагала представляют собой стержень, на котором поочередно

располагаются бобы. Каждое соплодие состоит из 10–14 и более плодоносящих бобов, в каждом из которых созревает 5–8 семян (рис. 3).



Рис. 3. Соплодия астрагала неожиданного

Таблица 5

**Семенная продуктивность посевов астрагала неожиданного при различных нормах высева семян**

Норма высева, кг/га	Урожайность с 1 т/га
12 (контроль)	0,39
15	0,57
18	0,45
21	0,40
НСР <sub>05</sub> , т/га	0,014

Урожайность семян в варианте опыта с нормой высева 12 кг/га была ниже, чем урожайность в варианте опыта при норме высева 15 кг/га на

68,4 %. Дальнейшее повышение нормы высева привело к снижению семенной продуктивности астрагала (рис. 4).

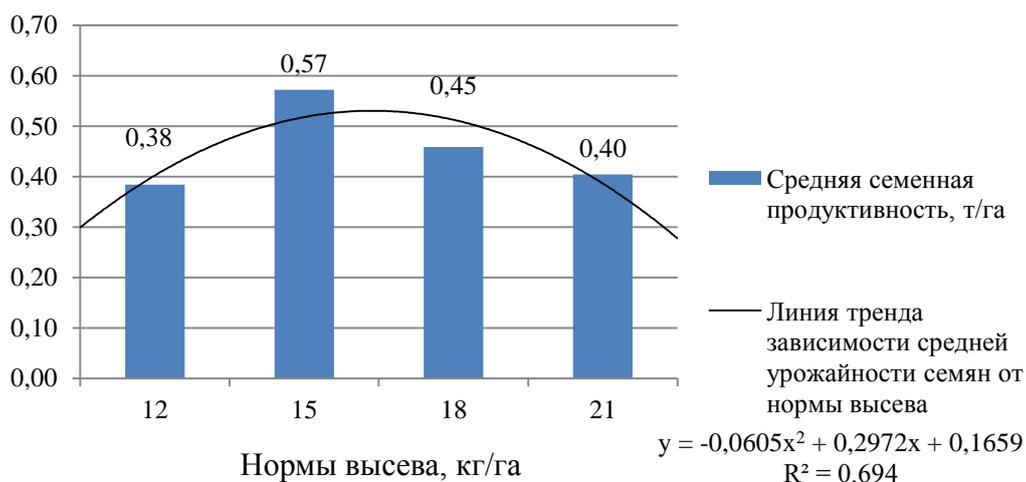


Рис. 4. Средняя урожайность семян астрагала неожиданного во второй год жизни в зависимости от нормы высева

Главной причиной снижения урожайности семян явилось усиление внутривидовой конкуренции и взаимного угнетения растений в создаваемых агрофитоценозах, уменьшение количества репродуктивных органов в расчете на гектар посевной площади,

**Выводы.** Интродукция астрагала неожиданного в условиях региона – важнейший резерв развития земледелия и кормопроизводства.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что оптимальной нормой высева астрагала неожиданного в зональных условиях является норма 15 кг/га. При этой норме высева обеспечивается получение максимальной урожайности зеленой массы (27,3 т/га) и семян (0,57 т/га). Дальнейшее как уменьшение, так и увеличение нормы высева астрагала приводит к изменению конкурентных отношений растений в создаваемых агрофитоценозах, ухудшению процессов их роста и развития.

Учитывая скорость накопления астрагалом зеленой массы и ранние сроки наступления цветения во второй год жизни, рекомендуется использовать его в качестве кормовой культуры для производства сена, сенажа и зеленого конвейера.

### Литература

1. *Дмитриев Н.Н., Хуснидинов Ш.К.* Методика ускоренного определения площади листовой поверхности сельскохозяйственных культур с помощью компьютерной технологии // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 7. – С. 88–93.
2. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. *Шатилов И.С.* Максимальное аккумулятивное солнечной энергии культурными растениями – важнейшая задача современного земледелия // Проблемы земледелия: науч. тр. ВАСХНИЛ. – М., 1978. – С. 12.
4. *Шатилов И.С.* Фотосинтетическая деятельность некоторых полевых культур при

разных сроках и способах сева // Известия ТСХА. – 1967. – № 3. – С. 44–49.

5. *Каюмов М.К.* Программирование продуктивности полевых культур: справочник. – М.: Посагропромиздат, 1989. – 386 с.
6. *Каюмов М.К.* Программирование урожаяев. – М.: Московский рабочий, 1986. – 146 с.
7. *Майсурян Н.А.* Растениеводство (лабораторно-практические занятия). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1964. – 399 с.
8. *Хуснидинов Ш.К.* Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – 111 с.

### Literatura

1. *Dmitriev N.N., Husnidinov Sh.K.* Metodika uskorenogo opredelenija ploshhadi listovoj poverhnosti sel'skohozjajstvennyh kul'tur s pomoshh'ju komp'juternoj tehnologii // Vestn. KrasGAU. – 2016. – № 7. – S. 88–93.
2. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanija). – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
3. *Shatilov I.S.* Maksimal'noe akkumulirovanie solnechnoj jenergii kul'turnymi rastenijami vazhnejshaja zadacha sovremennogo zemledelija // Problemy zemledelija: nauch. tr. VASHNIL. – M., 1978. – S.12.
4. *Shatilov I.S.* Fotosinteticheskaja dejatel'nost' nekotoryh polevyh kul'tur pri raznyh srokah i sposobah seva // Izvestija TSHA. – 1967. – № 3. – S. 44–49.
5. *Kajumov M.K.* Programmirovanie produktivnosti polevyh kul'tur: spravocnik. – M.: Posagropromizdat, 1989. – 386 s.
6. *Kajumov M.K.* Programmirovanie urozhaev. – M.: Moskovskij rabochij, 1986. – 146 s.
7. *Majsurjan N.A.* Rastenievodstvo (laboratorno-prakticheskie zanjatija). – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Kolos, 1964. – 399 s.
8. *Husnidinov Sh.K.* Sel'skohozjajstvennaja jekologija: ucheb. posobie. – Irkutsk: Izd-vo IrGSHA, 2014. – 111 s.