

3. Cathcart R.J., Chandier K., Swanton C.J. Fertilizer nitrogen rate and the response of weeds to herbicides // Weed Science. – 2004. – № 52. – P. 291-296.

4. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М.: АГРОПУС, 2011. – 970 с.

5. Неклюдов А.Ф. Севооборот – основа урожая. – Омск: Омское кн. изд-во, 1990. – 128 с.

6. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири: монография. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. – 128 с.

7. Милащенко Н.З. Борьба с сорняками на полях Сибири. – Омск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1978. – 136 с.

#### References

1. Milashchenko N.Z. Obosnovanie primeniya gerbitsidov v sisteme mer bor'by s sornyakami dlya stepnoi i yuzhnoi lesostepnoi chasti Zapadnoi Sibiri: avtoref. dis. ... d-ra s.-kh.

nauk: 06.01.01 / Milashchenko Nikolai Zakharovich. – Омск, 1971. – 42 с.

2. Rendov N.A. Vosproizvodstvo plodorodiya pochv i biologizatsiya zemledeliya lesostepnoi zony Zapadnoi Sibiri: monografiya. – Омск: ООО Izdatel'sko-poligraficheskii tsentr «Sfera», 2008. – 292 с.

3. Cathcart R.J., Chandler K., Swanton C.J. Fertilizer nitrogen rate and the response of weeds to herbicides // Weed Science. – 2004. – No. 52. – P. 291-296.

4. Spravochnik pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiiskoi Federatsii. – М.: Izd-vo AGRORUS, 2011. – 970 с.

5. Neklyudov A.F. Sevooborot – osnova urozhaya. – Омск: Омское кн. изд-во, 1990. – 128 с.

6. Kholmov V.G, Yushkevich L.V. Intensifikatsiya i resursosberezhenie v zemledelii lesostepi Zapadnoi Sibiri: monografiya. – Омск: Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2006. – 128 с.

7. Milashchenko N.Z. Bor'ba s sornyakami na polyakh Sibiri. – Омск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1978. – 136 с.



УДК 633.63:631.581:631.423,3:631.559(571.15)

**М.Л. Цветков,**  
**А.Ф. Колесников**  
**M.L. Tsvetkov,**  
**A.F. Kolesnikov**

## ВЛИЯНИЕ ЧИСТОГО И СИДЕРАЛЬНОГО ПАРОВ НА ЗАПАСЫ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ И СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ ПОД САХАРНОЙ СВЕКЛОЙ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ

### EFFECT OF BARE AND GREEN-MANURE FALLOWS ON RESERVES OF PRODUCTIVE MOISTURE AND MINERAL NUTRIENTS IN SOIL UNDER SUGAR BEETS IN THE OB RIVER AREA (PRIOBYE) OF THE ALTAI REGION

**Ключевые слова:** пар чистый, пар сидеральный, сахарная свёкла, режим влажности почвы, пищевой режим почвы, урожайность.

Изложены результаты исследований, проведённых на базе ОАО «Крутишинское» Шелаболихинского района Алтайского края, по влиянию донникового сидерального и чистого паров трёх норм высева (6, 8 и 10 шт./пог. м) и способов борьбы с сорняками (двукратная ручная прополка и гербицидная обработка) на запасы продуктивной влаги и основных элементов минерального питания, а также на урожайность фабричной сахарной свёклы. Исследования проводились согласно общепринятым методикам. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом, определение нитратного азота – при помощи ио-

носелективного электрода, подвижных форм фосфора и калия – по методу Чирикова в модификации ЦИНАО, урожайность – при массовой уборке сахарной свёклы сплошным методом. Проведённые исследования показали, что ко времени посева сахарной свёклы по чистому пару было отмечено несколько большее содержание продуктивной влаги и нитратного азота в почве, чем по сидеральному, в то время как содержание подвижного фосфора и обменного калия в указанный период было больше по сидеральному донниковому пару. Несмотря на вышесказанное, урожайность фабричной сахарной свёклы по сидеральному донниковому пару в условиях опыта существенно не отличалась от урожайности по чистому пару. Кроме того, было установлено, что изучаемая культура в условиях опыта по сидеральному пару более экономно использовала

почвенную влагу и нитратный азот почвы в сравнении с чистым паром. Независимо от предшественника вариант с наибольшей нормой высева (10 шт./пог. м) при гербицидной обработке менее эффективно использовал запасы продуктивной влаги и нитратного азота почвы.

**Keywords:** *bare fallow, green-manure fallow, sugar beet, soil moisture regime, nutritive regime, crop yielding capacity.*

The research conducted on the farm ОАО "Krutishinskoye", Shelabolikhinskiy District of the Altai Region, is discussed. The effects of melilot green-manure fallow and bare fallow, three seeding rates (6, 8 and 10 plants per running meter) and weed control techniques (two-fold double hand weeding and herbicide application) on the reserves of productive moisture and mineral nutrients, and on sugar beet yielding capacity were studied. The research was conducted according to the common techniques. Soil moisture was measured by thermostat-weight technique, nitrate nitrogen was measured by

ionoselective electrode, and labile phosphorus and potassium were measured by Chirkov technique in the TsINAO (Central Research Institute of Agrochemical Service of Agriculture) modification. The crop yielding capacity was defined by overall evaluation at sugar beet harvesting. The research revealed somewhat greater content of productive soil moisture and nitrate nitrogen in the soil by the time of sugar beet sowing following bare fallow as compared to green-manure fallow, while the content of available phosphorus and exchange potassium in the soil was greater following melilot green-manure fallow. Nevertheless, sugar beet yielding capacity following melilot green-manure fallow did not essentially differ from that following bare fallow in the trial. The trial also revealed that the studied crop following green-manure fallow consumed the soil moisture and nitrate nitrogen more efficiently than the crop following bare fallow. Regardless of the forecrop, sugar beet in the trial with the greatest sowing rate (10 plants per running meter) and herbicide application consumed the reserves of productive moisture and nitrate nitrogen less efficiently.

**Цветков Михаил Леонидович**, к.с.-х.н., доцент, каф. общего земледелия, растениеводства и защиты растений, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-84-06. E-mail: agau@asau.ru, cvetkov49@mail.ru.

**Колесников Андрей Федорович**, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: agau@asau.ru.

**Tsvetkov Mikhail Leonidovich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of General Agriculture, Crop Farming and Plant Protection, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-06. E-mail: agau@asau.ru, cvetkov49@mail.ru.

**Kolesnikov Andrey Fedorovich**, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. E-mail: agau@asau.ru.

### Введение

В современных сложных экономических условиях для успешного свекловодства необходимо активно использовать все доступные достижения науки. Для сахарной свёклы одним из основных условий получения высокого урожая соответствующего качества является выбор предшественника.

Н.В. Яшутин, ссылаясь на многолетние и многочисленные опыты, выделяет пары, особенно чистые, среди лучших предшественников для многих возделываемых в крае культур, прежде всего из-за более благоприятного обеспечения растений влагой [1]. В степных и лесостепных районах Сибири запасы влаги в парах по сравнению с непаровыми предшественниками выше в 1,5-2,5 раза. Именно в паровом поле предоставляется хорошая возможность для борьбы не только с однолетними, но и многолетними сорными растениями, кроме того, в почве повышается содержание элементов минерального питания в основном за счёт разложения органического вещества почвы.

Всё вышесказанное и выделяет его среди других непаровых предшественников. Однако при паровании многочисленные механические обработки приводят к разрушению агрономически ценной структуры почвы. Д. Шпаар отмечает, что это приводит к образованию почвенной корки на поверхности почвы при

выпадении атмосферных осадков, что особенно нежелательно во время прорастания семян сахарной свёклы [2, 3].

Негативное влияние чистого пара на почву в определённой мере можно снизить, используя другие виды пара (сидерального, занятого, кулисного). М.М. Шубин был одним из первых учёных, проводивших в Алтайском крае исследования по использованию донникового зелёного удобрения [4]. Нетребовательность видов донника к плодородию почвы особенно важно при использовании их в качестве сидеральной культуры, так как за время ротации севооборота почва, как правило, сильно истощается. Поэтому в паровом поле на зелёное удобрение желательно использовать неприхотливую, но при этом урожайную бобовую культуру. Согласно Д.Н. Прянишникову, донник за два года жизни усваивает из воздуха и ассимилирует в пахотном горизонте до 203 кг/га азота [5]. Академик Н.В. Артюков, продолжительное время изучавший сидерацию по всей стране, отмечал, что корни растений особенно с хорошо развитой корневой системой (например, как у донника второго года жизни) способны усваивать труднодоступные формы элементов минерального питания растений, в том числе из подпочвы [6]. Кроме того, глубоко проникающая корневая система растений донника способна усваивать и переносить

вымытый в подпахотные горизонты из верхнего слоя почвы кальций. Таким образом, помимо оструктурирования почвы происходит её обогащение элементами минерального питания пахотного слоя почвы.

Однако, несмотря на всё вышесказанное, М.М. Шубин указывает на существование распространённого мнения, что сидерация в засушливых районах страны неприемлема, она якобы эффективна только в зонах достаточного увлажнения и преимущественно на песчаных почвах [4]. Действительно при недостаточном количестве почвенной влаги заделанная зелёная масса не может полностью разложиться. Также академик Е.К. Алексеев отмечал, что «... где даёт эффект навозное удобрение, применение донника на зелёное удобрение оправдано» [7].

**Целью исследований** являлось определение влияния чистого и сидерального паров на запасы продуктивной влаги и элементов минерального питания в почве под сахарной свёклой при разных нормах высева (6, 8 и 10 шт/пог. м) и способах борьбы с сорняками (гербицидная обработка и ручная прополка посевов) в условиях Шелаболихинского района Алтайского края.

**В задачи исследований** входило:

- 1) определение влияния чистого и сидерального паров на режим влажности почвы и урожайность сахарной свёклы;
- 2) изучение влияния вида парового предшественника на запас основных элементов питания и урожайность сахарной свёклы.

#### **Объекты и методы исследований**

Объектами исследования были чистый и донниковый сидеральный пары, сахарная свёкла с разной нормой высева, по фону химической и двукратной ручной прополки посевов.

**Методы исследований.** Все исследования и наблюдения проводились по общепринятым методам.

Влажность почвы – термостатно-весовым способом, определение нитратного азота – при помощи ионоселективного электрода, подвижных форм фосфора и калия – по методу Чирикова в модификации ЦИНАО, урожайность – при массовой уборке сахарной свёклы сплошным методом, взвешивая его с каждой учётной делянки [8].

#### **Результаты и их обсуждение**

Обсуждение полученных данных хотелось бы начать с того, что изучение донникового сидерального пара под сахарную свёклу в условиях Приобья Алтая (Шелаболихинский район) проводилось впервые. Нами был заложен опыт по изучению влияния сидерального донникового пара на некоторые показате-

ли плодородия почвы и урожайность сахарной свёклы в обозначенных условиях.

Была поставлена задача – подтвердить (или опровергнуть) гипотезу о том, что сидеральный пар в условиях неустойчивого увлажнения не способен накопить достаточное количество влаги в почве для получения высокого урожая сахарной свёклы.

Анализ запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы показывает, что после себя изучаемые предшественники оставляют различное количество влаги (табл. 1). На запасы доступной влаги в почве в условиях опыта оказали влияние не только погодные условия, но и особенности агротехники обоих паровых предшественников.

Согласно полученным нами данным, в среднем за годы исследований по чистому пару в предпосевной период запасы продуктивной влаги оказались несколько большими, чем по сидеральному по всем слоям почвы.

Кроме того, величина содержания основных элементов минерального питания также несколько различались по паровым предшественникам. При этом следует отметить, что разница между видами пара по данному показателю была весьма незначительной. Если по нитратному азоту тенденция большего содержания была отмечена для чистого пара, то по подвижному фосфору и обменному калию – для сидерального донникового пара.

Ко времени уборки сахарной свёклы произошло общее снижение запасов продуктивной влаги в почве и элементов минерального питания (табл. 2). Причём указанное снижение содержания элементов минерального питания напрямую связано с ростом урожайности сахарной свёклы. При этом, согласно полученным данным, влажность почвы по соответствующим вариантам к указанному выше периоду оказалась практически одинаковой как по чистому, так и по сидеральному пару.

В связи с несколько большей урожайностью сахарной свёклы по вариантам сидерального пара можно говорить о более экономном расходовании почвенной влаги в сравнении с чистым паром.

К уборке сахарной свёклы содержание нитратного азота на всех вариантах чистого пара уменьшалось в 2,1-3,9 раза, а по сидеральному – в 2,3-3,5 раза по сравнению с предпосевным периодом. Наименьшие запасы нитратного азота в почве на данный период были отмечены на вариантах с использованием гербицидной прополки при наибольшей норме высева по обоим предшественникам.

За время вегетации сахарной свёклы происходило снижение содержания подвижного фосфора по чистому пару на 11,6-25,2%, по сидеральному – на 11,5-24,5 и обменного калия – 34,1-41,5%, 30,1-41,1% соответственно.

Таблица 1

**Запасы продуктивной влаги перед посевом (мм) и основных элементов минерального питания в почве под сахарной свёклой (2005-2006 гг.)**

Предшественники	Запасы продуктивной влаги, мм				Содержание NPK, мг/100 г почвы		
	слой почвы				N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	0-20 см	0-50 см	50-100 см	0-100 см			
Чистый пар	35,2	92,6	79,7	172,3	6,3	10,3	21,7
Сидеральный пар	33,9	89,4	74,2	161,1	6,0	12,7	24,6

Примечание. Здесь и далее N-NO<sub>3</sub> – слой 0-40 см, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – слой 0-20 см.

Таблица 2

**Запасы продуктивной влаги (мм) и содержание основных элементов минерального питания в почве перед уборкой сахарной свёклы (2005-2006 гг.)**

Варианты			Запасы влаги, мм в слое почвы, см			Содержание NPK, мг/100 г почвы			Урожайность, т/га
предшественник	способ хода за посевами	норма высева, шт/пог. м	0-50	50-100	0-100	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Чистый пар	Ручная прополка	6	24,5	43,9	68,4	1,7	7,0	14,3	10,4
		8	21,2	41,8	63,0	1,6	6,7	13,1	12,1
		10	20,6	38,8	59,4	1,5	6,2	12,0	14,1
	Химическая прополка	6	18,0	35,4	53,4	1,2	5,8	11,3	16,8
		8	17,8	34,8	52,6	1,2	5,6	11,2	17,3
		10	15,6	32,4	48,0	1,0	6,4	12,7	14,3
Сидеральный пар	Ручная прополка	6	24,2	47,6	71,8	1,9	7,5	17,2	10,8
		8	23,4	43,4	66,8	1,8	6,9	16,4	12,8
		10	22,6	41,0	63,6	1,7	5,8	15,7	14,6
	Химическая прополка	6	21,2	36,6	57,80	1,5	5,5	14,1	17,1
		8	20,6	35,3	55,9	1,5	3,0	14,5	17,9
		10	19,4	34,6	54,0	1,3	6,6	16,7	14,8

В условиях опыта по соответствующим вариантам несколько большая урожайность сахарной свёклы была получена по сидеральному пару, в сравнении с чистым паром. При использовании ручной прополки был отмечен рост урожайности сахарной свёклы с ростом нормы высева (с 6 до 10 шт/пог. м) – с 10,4 до 14,1 т/га по чистому и с 10,8 до 14,6 т/га по сидеральному пару. При использовании химической прополки наибольшая урожайность была получена при норме высева 8 шт/пог. м – 17,3 по чистому и 17,9 т/га по сидеральному парам, несколько меньшая – при норме высева 6 шт/пог. м, что составило, соответственно, 16,8 и 17,1 т/га. При гербицидной обработке наименьшая урожайность по предшественникам была получена при норме высева 10 шт/пог. м – 14,3 и 14,8 т/га, что связано с излишним загущением посевов сахарной свёклы.

**Выводы**

1. По запасам продуктивной влаги на время посева сахарной свёклы в условиях Алтайского Приобья некоторое преимущество имел чистый пар.

2. По запасам нитратного азота на время посева преимущество было за чистым паром,

по фосфору и калию – за сидеральным донниковым.

3. При использовании ручной прополки урожайность практически одинаково растёт по обоим предшественникам с ростом нормы высева (с 6 до 10 шт/пог. м), при использовании гербицидной обработке посевов растёт с 6 до 8 шт/пог. м, а далее снижается.

**Библиографический список**

1. Земледелие в Сибири: учебное пособие / под ред. Н.В. Яшутина. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2004. – 414 с.
2. Шпаар Д. и др. Сахарная свёкла. – Минск: ФУАинформ. 2004. – 256 с.
3. Pflieffer R.K., Holmes H.M. A study of the competition between barley and oats as influenced by barley seed rates, nitrogen level, and barban treatment. Weed Res., 1961.
4. Шубин М.М. Плодородие и урожай. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1993. – 168 с.
5. Прянишников Д.Н. Об удобрении полей в севооборотах. – М.: Изд-во МСХ РСФСР, 1962. – С. 148.
6. Артюков Н.В. Донник. – М.: Советская Россия, 1959. – 53 с.
7. Алексеев Е.К. Зеленое удобрение в СССР. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 470 с.

8. Основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисейченко и др. – М.: Колос, 1996. – 336 с.

**References**

1. Zemledelie v Sibiri: uchebnoe posobie / pod red. N.V. Yashutina. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2004. – 414 s.  
 2. Shpaar D. i dr. Sakharnaya svekla. – Minsk: FUAinform, 2004. – 256 s.  
 3. Pflieffer R.K., Holmes H.M. A study of the competition between barley and oats as influenced by barley seed rates, nitrogen level, and barban treatment. Weed Res., 1961.

4. Shubin M.M. Plodorodie i urozhai. – Barnaul: Alt. kn. izd-vo, 1993. – 168 s.  
 5. Pryanishnikov D.N. Ob udobrenii polei v sevooborotakh. – M.: Izd-vo MSKh RSFSR, 1962. – S. 148.  
 6. Artyukov N.V. Donnik. – M.: Sovetskaya Rossiya, 1959. – 53 s.  
 7. Alekseev E.K. Zelenoe udobrenie v SSSR. – M.: Sel'khozgiz, 1948. – 470 s.  
 8. Moiseichenko V.F. i dr. Osnovy nauchnykh issledovaniy v agronomii. – M.: Kolos, 1996. – 336 s.



УДК 631.847.21:631.82/.633.11(321):631.559

**В.С. Курсакова,  
 Т.Г. Хижникова,  
 Л.А. Новикова  
 V.S. Kursakova,  
 T.G. Khizhnikova,  
 L.A. Novikova**

**ВЛИЯНИЕ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ  
 И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
 НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ  
 И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

**EFFECT OF NITROGEN-FIXING BACTERIA AND MINERAL FERTILIZERS  
 ON SPRING WHEAT PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND YIELDING CAPACITY**

**Ключевые слова:** микробные препараты, азотфиксация, фотосинтез, площадь листьев, diazотрофы, инокуляция, биологический азот, урожайность, пшеница.

Приводятся сравнительные данные по влиянию препарата «Биоплант-К», содержащего несимбиотические азотфиксирующие бактерии *Klebsiella planticola*, и минеральных удобрений с разными дозами азота  $N_{30}P_{60}K_{60}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  на фотосинтетическую деятельность и продуктивность яровой пшеницы в степной зоне Алтайского края. Препарат испытывали инокулированием семян пшеницы в чистом виде и на фоне  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Несимбиотические азотфиксирующие бактерии широко используются в составе препаратов для улучшения азотного питания разных сельскохозяйственных растений, при этом урожайность культур увеличивается до 20-40% и более, улучшается качество продукции. Азотные удобрения оказывают сильное регулирующее действие на фиксацию азота diaзотрофами. Однако их влияние на этот процесс неоднозначно. Одни исследователи отмечают подавление азотфиксации при внесении азотных удобрений, другие – его активацию. В любом случае возрастает доля биологического азота в урожае, что позволяет более экономно расходовать минеральные удобрения. Исследования проводили в 2010-2011 гг. на черноземе выщелочен-

ном. Объектами исследования служили районированные в Алтайском крае сорта пшеницы разных сроков созревания. Схема опыта включала варианты: 1) контроль; 2) инокуляция биоплантом; 3)  $N_{30}P_{60}K_{60}$  – фон; 4) фон + биоплант; 5)  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Исследования показали, что как инокуляция, так и минеральные удобрения увеличивают значительно листовую поверхность и чистую продуктивность фотосинтеза у всех сортов пшеницы в оба года исследований. Увеличение площади листьев более интенсивным было на инокулированных вариантах. Урожайность пшеницы также была более высокой при обработке семян препаратом. В среднем за 2 года прибавки от инокуляции биоплантом составили 13,5-88,0% ( $N_{30}P_{60}K_{60}$ ), на фоне NPK – 20,0-80,0%. Минеральные удобрения обеспечили прибавки от 0 до 64%. Эффективность инокуляции повышается на фоне  $N_{30}$  и практически всегда сравнима с дозой  $N_{60}$ .

**Keywords:** microbial preparations, nitrogen fixation, photosynthesis, leaf area, diazotrophs, inoculation, biological nitrogen, crop yielding capacity, wheat.

The comparative data on the effect of Bioplant-K microbial preparation with non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria *Klebsiella planticola* and fertilizers with various nitrogen rates  $N_{30}P_{60}K_{60}$  and  $N_{60}P_{60}K_{60}$  on