



## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

### АГРОНОМИЯ

УДК 633.12: 631.67

Ю.И. Колотова, Т.И. Шильникова, С.Б. Пак

#### ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ГРЕЧИХИ НА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМОВИДНЫХ ПОЧВАХ ЮГА ПРИАМУРЬЯ

*В статье на основании трехлетних полевых доказано, что водопотребление и режим орошения на лугово-черноземовидных почвах юга Амурской области для получения урожайности гречихи на уровне 1,5–2,0 т/га обеспечивается проведением поливов с поддержанием увлажнения активного слоя не ниже 70 % НВ и внесением расчётных доз  $N_{40}P_{80}K_{20}$ .*

**Ключевые слова:** водопотребление, режим орошения, рост и развитие гречихи, урожайность, минеральные удобрения.

*Yu.I. Kolotova, T.I. Shilnikova, S.B. Pak*

#### BUCKWHEAT WATER CONSUMPTION AND IRRIGATION MODE ON THE MEADOW CHERNOZEM-LIKE SOILS OF THE PRIAMURYE SOUTH

*On the basis of the three-year field experiments it is proved that the water consumption and the irrigation mode on the meadow chernozem-like soils of the Amur region south for obtaining the buckwheat crop capacity at the level of 1,5–2,0 t/hectare is provided by carrying out watering with the maintenance of the active layer moistening not lower than 70 % NV and the introduction of the rated doses of  $N_{40}P_{80}K_{20}$ .*

**Key words:** water consumption, irrigation mode, buckwheat growth and development, crop capacity, mineral fertilizers.

**Введение.** Гречиха является ценной крупяной культурой, которая содержит большое количество витаминов и минеральных веществ, рекомендуется для детского питания. Отличаясь относительно коротким вегетационным периодом, она возделывается в Нечерноземной зоне, в областях Центрального Черноземья, Волжско-Камской лесостепи, Западной и Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. По величине и устойчивости урожая гречиха уступает зерновым культурам, средняя урожайность по России не превышает 0,82 т/га [2].

На Дальнем Востоке основные посевы гречихи размещены в Амурской области и Приморском крае. Здесь культура возделывалась ещё в XVII веке местным населением, а позднее и русскими переселенцами. Общая площадь посевов в Амурской области из года в год увеличивается и в настоящее время составляет около 22 тыс. га. Средняя урожайность культуры за счёт снижения энергетических и трудовых затрат в последние пять лет повысилась с 0,7 до 1,0 т/га.

Вместе с тем объёмы производства гречихи в отдельные годы остаются невысокими. Основные причины связаны со снижением урожайности из-за несоответствия погодно-климатических и почвенных факторов биологическим требованиям культуры. Высокая испаряемость и малое количество осадков в начале вегетации приводит к иссушению почвы, а недостаточное содержание элементов питания при орошении требует дополнительного внесения минеральных удобрений [1].

**Цель исследований.** Разработка рационального режима орошения гречихи, который за счёт оптимизации увлажнения корнеобитаемого слоя и минерального питания мог обеспечивать благоприятные условия для получения высокой урожайности на лугово-черноземовидных почвах южной зоны Амурской области.

**Задачи исследований.** Проведение наблюдений за водным режимом почвы при орошении согласно существующим методикам, а также за показателями роста, развития растений и урожайностью гречихи [3, 5]. Анализ водопотребления в структуре водного баланса орошаемых посевов и составление расчётной схемы управления режимом орошения; рассмотрение формирования климатического дефицита увлажнения в многолетнем разрезе.

**Материалы и методы исследований.** Полевые опыты были заложены на орошаемом участке опытного поля отдела семеноводства Дальневосточного государственного аграрного университета (ДальГАУ) в с. Грибское в течение 2010–2013 гг.

Экспериментальные исследования и наблюдения проводились по методике полевого опыта Б.А. Доспехова [3] и методическим рекомендациям Всероссийского НИИ орошаемого земледелия [5]. Расчётное водопотребление и дефицит водного баланса осуществляли с использованием многолетних данных по базовой гидрометеостанции в период с 1971 по 2012 г. (ГМС «Благовещенск»).

Варианты двухфакторного полевого опыта включали в себя по фактору А (проведение поливов не ниже заданного предполивного порога): 1) 60 % НВ; 2) 70 % НВ; 3) 80 % НВ; 4) контроль (без полива). По фактору В (внесение удобрений на планируемый урожай): 1)  $N_{30}P_{60}$ ; 2)  $N_{40}P_{80}K_{20}$ ; 3)  $N_{50}P_{100}K_{30}$ ; 4) контроль (без удобрений). Повторность в опытах четырехкратная, площадь опытной делянки в вариантах орошения 72 м<sup>2</sup>, в вариантах с внесением удобрений – 24 м<sup>2</sup>. Поливы проводили с помощью дождевальных аппаратов «Роса-3». Для предотвращения локального переувлажнения корнеобитаемого слоя поливную норму подавали частями. Объём оросительной воды измеряли при помощи дождемерных стаканов. Расчётная глубина промачивания почвы при дождевании была принята 0,4 м. Влажность почвы определяли термостатно-весовым способом, сроки поливов назначали по достижению фактической влажности почвы заданного предполивного порога. Начало фазы роста и развития гречихи в фенологических наблюдениях отмечали при наступлении у 10 % растений, полную фазу – у 75 %. Площадь листьев определяли методом высечек, массу растений – на аналитических весах марки «CASMWP 300H».

В опытах использовали районированный сорт гречихи Амурская местная. Дозы минеральных удобрений под планируемую урожайность гречихи рассчитывали балансовым методом, вносили под зяблевую вспашку. Посев проводили сплошным способом с нормой высева 80 кг/га. Агротехника в опытах была согласно принятой в системе земледелия в Амурской области [6].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Водно-балансовые расчёты для определения водопотребления и схемы управления режимом орошения гречихи были выполнены согласно теории формирования программируемых посевов академика РАСХН И.П. Кружилина [4]. Они показали, что в качестве модели дефицита водного баланса может быть использована следующая зависимость:

$$ДВБ = Kt \times K_{вл.} \times \sum t - \mu \cdot \sum P,$$

где ДВБ – дефицит водного баланса за расчётный период, мм;

$Kt$  – средний за расчётный период модуль испарения, мм/°С;

$K_{вл.}$  – коэффициент учёта использования растениями влаги из горизонтов, расположенных глубже активного слоя почвы или грунтовых вод;

$\sum t$  – сумма среднесуточных температур воздуха за расчётный период, °С;

$\sum P$  – сумма используемых атмосферных осадков, выпавших за расчётный период, мм;

$\mu$  – коэффициент полезного использования осадков.

Графически схема управления режимом орошения представлена на рис. 1 и включает в себя три блока: прогностический, корректирующий, оперативно-текущий.

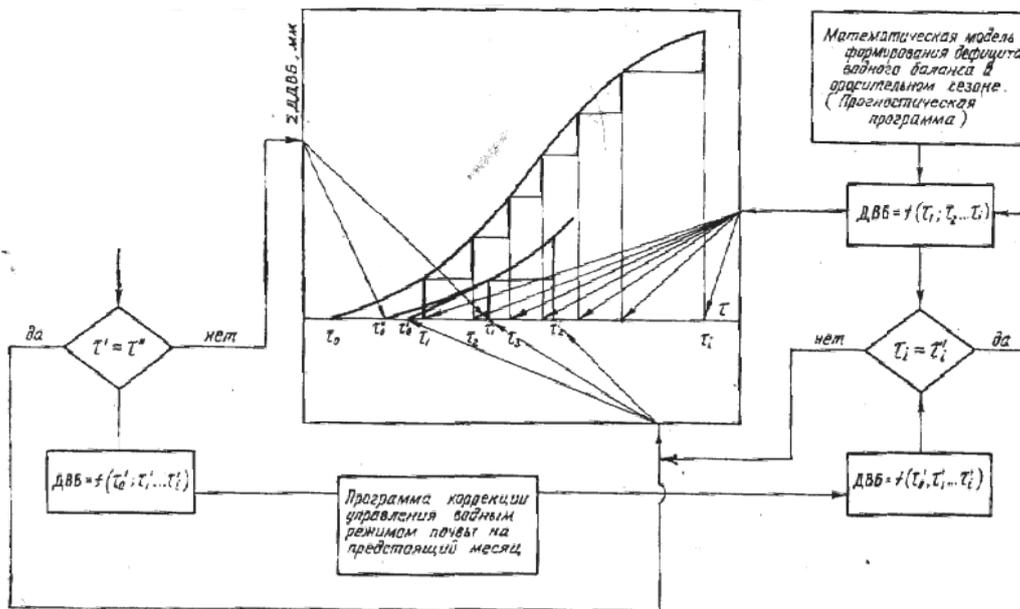


Рис. 1. Взаимосвязь прогностической, корректирующей и оперативно-текущей программ при формировании орошаемых посевов заданной урожайности

Для использования экспериментальных значений режима орошения гречихи, полученных в полевых опытах, рассмотрим сложившиеся погодно-климатические условия в годы исследований (табл. 1).

Таблица 1

Метеоусловия в годы исследований

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
Осадки, мм							
2010	20	20	87	265	149	16	557,0
2011	4	103	68	144	79	24	422,0
2013	25	115	112	231	201	54	738,0
Норма	31	45	87	132	132	73	498,0
Среднесуточная температура, °С							
2010	2,7	15,0	18,5	21,6	19,5	13,4	
Нараст.	81	546	1245	1933	2534	2936	2936
2011	4,9	13,2	19,3	23,8	21,3	12	-
Нараст.	147	556	1135	1873	2533	2893	2893
2013	2,4	13,5	17,3	20,2	15,9	11,9	
Нараст.	72	491	1010	1636	2129	2486	2486
Среднее	100	531	1130	1814	2398	2619	2771
Норма	3,3	11,4	18,4	21,4	19,1	12,0	
Нараст.	99	452	1004	1667	2259	2619	2619

По гидротермическим условиям годы исследований были различными: в 2011 г. сумма осадков за май-август была на уровне среднемноголетней величины, а в 2010 и 2013 гг. за этот же период выпало соответственно 521 и 659 мм, что в 1,3–1,6 раза превысило норму. Сумма среднесуточных температур также изменялась по годам: наиболее высокой она оказалась в 2010 г. – 2936°С при среднемноголетней норме 2619°С, а наиболее низкая была отмечена в 2013 г. – 2486°С. Чередование сухой ясной погоды с периодами выпадения осадков, связанное с циклоническим характером климата территории, обуславливало недостаток

влаги в почве в первой половине вегетации. На контрольных вариантах гречихи (без полива) влажность почвы опускалась ниже допустимого предела, что вызывало угнетение растений. В то же время поливной режим на орошаемых вариантах обеспечивал необходимое увлажнение почв (табл. 2).

Таблица 2

Фактический поливной режим гречихи за 3 года

Вариант предполивной влажности почвы, % НВ	2010 г.		2011 г.		2013 г.		Среднее
	Число поливов	Оросительная норма	Число поливов	Оросительная норма	Число поливов	Оросительная норма	Число поливов
	Поливная норма		Поливная норма		Поливная норма		Поливная норма
80	4	1160	6	1800	3	860	4
	290		300		285		290
70	3	1050	4	1360	3	1050	3
	350		340		350		350
60	2	900	3	1380	2	900	2
	450		460		450		450

Как следует из данных табл. 2, в варианте орошения 70 % НВ в 2010 и 2013 гг. при поливной норме 340–350 м<sup>3</sup>/га оросительная норма составила соответственно 1050 и 1360 м<sup>3</sup>/га. В относительно сухом 2011 г. её величина увеличилась до 1360 м<sup>3</sup>/га, число поливов составило 4, а поливная норма была на уровне 340 м<sup>3</sup>/га.

С увеличением предполивной влажности почвы до 80 % НВ в годы, близкие к среднемноголетней норме и выше, оросительная норма колебалась в пределах 860–1160 м<sup>3</sup>/га при величине поливной нормы 285–300 м<sup>3</sup>/га и числе поливов 3–4. В сухом 2011 г. её значение было максимальным и составило 1800 м<sup>3</sup>/га при 6 поливах поливной нормой 300 м<sup>3</sup>/га.

Наблюдения за ростом и развитием гречихи показали, что новые листья у растений гречихи на вариантах орошения образуются до конца вегетации, а общая листовая поверхность на 1 га непрерывно изменяется (рис. 2). Сначала она возрастает за счет образования новых и увеличения появившихся ранее листьев, достигая максимума к фазе начала созревания первых плодов. Затем суммарная площадь листовой поверхности за счёт пожелтевших и поврежденных листьев уменьшается, так как не покрывается приростом.

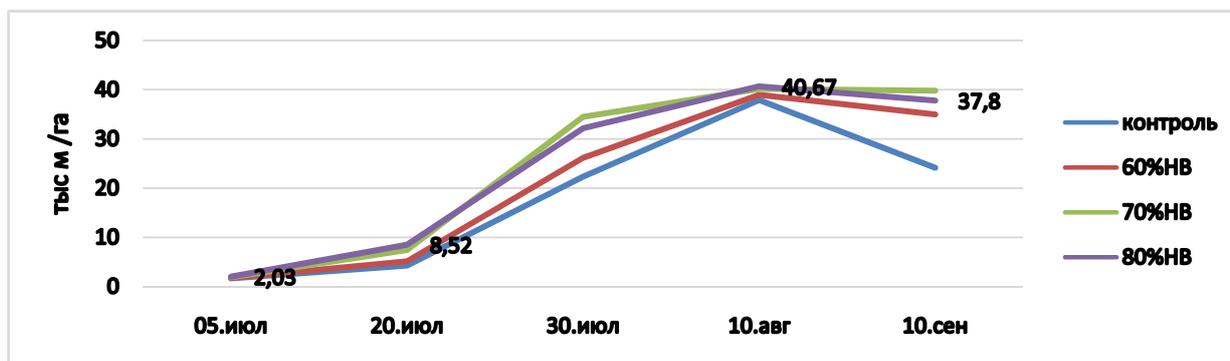


Рис. 2. Влияние режима орошения на рост площади листьев гречихи, тыс. м<sup>2</sup>/га

На вариантах орошения с увеличением уровня увлажнения с 60 до 70 % НВ площадь листовой поверхности возрастала и превышала контрольную. Наибольшие значения были отмечены в варианте 70 % НВ с внесением расчётных доз удобрений N<sub>40</sub>P<sub>80</sub>K<sub>20</sub>. В варианте орошения 80 % НВ при муссонных осадках наблюдалось полегание растений гречихи и ранее пожелтение листьев.

При анализе влияния величины оросительной нормы на урожайность гречихи в опытах была установлена математическая зависимость (рис. 3). Она имеет полиномиальный вид с коэффициентом детерминации R<sup>2</sup>=0,7477. Значение параметра уравнения регрессии положительно, что означает увеличение урожайности гречихи на 0,0013 т/га с увеличением оросительной нормы на 1 м<sup>3</sup>/га.

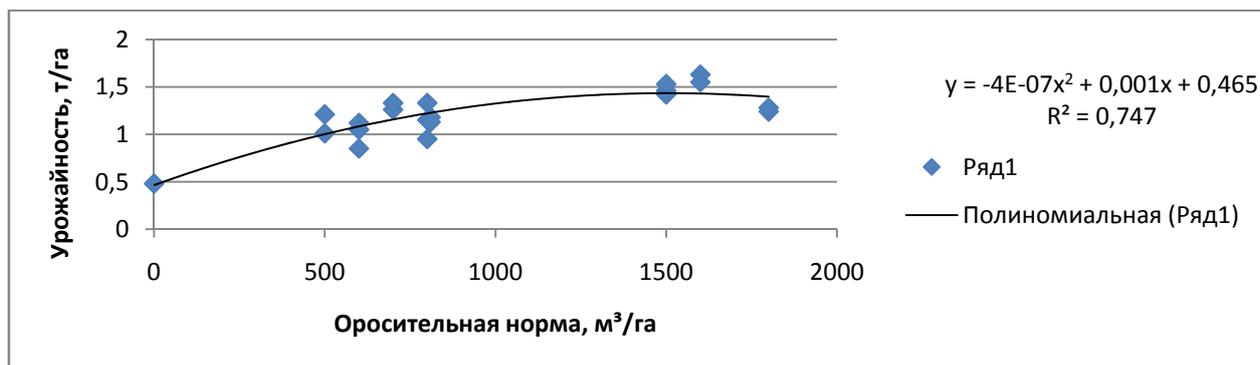


Рис. 3. Зависимость урожайности гречихи от оросительной нормы

Основным показателем в определении эффективности использования растениями воды являются её затраты на формирование единицы товарной продукции и коэффициент водопотребления. Численные значения этих величин непостоянны и зависят от многих факторов: условий влагообеспеченности, уровня плодородия почв, агротехники культуры, способов и техники полива. Определяющее влияние на величину коэффициента водопотребления оказывает уровень получаемого урожая (табл. 3).

Таблица 3

**Водопотребление и затраты оросительной воды в различных вариантах орошения гречихи (в среднем за 3 года)**

Год	Предположительная влажность почвы, м³/га	Суммарное водопотребление, м³/га	Приход влаги от осадков, м³/га	Оросительная норма, м³/га	Коэффициент водопотребления, м³/т	Затраты оросительной воды на 1 т зерна, м³/т	Урожайность, т/га
2010	80	3349	2189	1160	2723	943	1,23
2011		4089	2289	1800	3194	1406	1,28
2013		3167	2307	860	2639	716	1,20
Среднее		3535	2261	1270	2852	1024	1,24
2010	70	3307	2257	1050	2524	801	1,31
2011		3053	1693	1360	1970	877	1,55
2013		3293	2236	1050	2421	772	1,36
Среднее		3218	2068	1153	2282	817	1,41
2010	60	3524	2624	900	3064	782	1,15
2011		2973	1593	1380	2094	971	1,42
2013		3215	2315	900	3280	918	0,98
Среднее		3237	2177	1060	2743	898	1,18

Данные табл. 3 показывают, что наибольшая величина суммарного водопотребления гречихи была отмечена в сухом 2011 г. в варианте орошения 80 % НВ – 4089 м³/га, а наименьшая – в варианте 60 % НВ. Сравнение средних коэффициентов водопотребления показывает, что наиболее продуктивно при формировании урожайности оно использовалось в варианте орошения 70 % НВ – 2852 м³/т. В вариантах с орошением 60 и 80 % НВ значение коэффициента колебалось в пределах 2743–2852 м³/т, что свидетельствует о превышении расходования влаги по сравнению с оптимальным значением.

Наибольшая урожайность гречихи, равная 1,55 т/га, была получена в варианте орошения 70 % НВ при суммарном водопотреблении 3053 м³/га и коэффициенте водопотребления 1970 м³/т. При этом затраты оросительной воды на создание 1 т зерна составили 877 м³.

### Выводы

1. Наибольшая урожайность орошаемой гречихи обеспечивается при величине суммарного водопотребления на уровне 3200–3300 м<sup>3</sup>/га и режиме орошения 70 % НВ. В сухие годы это достигается проведением 3–4 поливов поливной нормой 340–350 м<sup>3</sup>/га при оросительной норме 1050–1360 м<sup>3</sup>/га.

2. Анализ составляющих водного баланса орошаемого поля показывает, что в сухие и среднемноголетние годы наряду с атмосферными осадками величина оросительной нормы также является приходной статьёй в структуре суммарного водопотребления и может достигать 1380–1800 м<sup>3</sup>/га.

3. Оптимальное расходование суммарного объёма влаги достигается в варианте орошения 70 % НВ при среднем коэффициенте водопотребления 2282 м<sup>3</sup>/т, а также при затратах оросительной воды на создание единицы зерновой продукции, равных 817 м<sup>3</sup>/т.

### Литература

1. Агроклиматические ресурсы Амурской области / под ред. К.П. Березникова. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 148 с.
2. Гречиха на Дальнем Востоке: монография / А.А. Моисеенко, Л.М. Моисеенко, А.Г. Клыков [и др.]. – М.: Росинформаргротех, 2010. – 276 с.
3. Доспехов Б.Н. Методика полевого опыта. – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 385 с.
4. Кружилин И.П., Пак С.Б., Шильникова Т.И. Программы управления водно-воздушным режимом почвы на мелиорируемых землях Амурской области // Научное обеспечение национального проекта «Развитие АПК»: мат-лы науч.-практ. конф. – Волгоград: Волгоград. ГСХА, 2007 – С. 21–24.
5. Методика полевого опыта в условиях орошения: рекомендации. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 149 с.
6. Зональная система земледелия Амурской области. – Благовещенск, 2002. – 372 с.



УДК 581.522.4:582.926.4

П.А. Павлова

### ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ РОДА POLEMONIUM L. (СИНЮХИ) В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

В статье рассмотрены результаты интродукционного изучения якутских популяций видов рода *Polemonium* L. Изучены фенологическая и морфологическая изменчивость *P. acutiflorum* Willd. ex Roem. et Schult., *P. boreale* Adams, *P. caeruleum* var. *villosum* Kom. Alis. в культуре, оценены интродукционные возможности видов.

**Ключевые слова:** ботанический сад, интродукция, фенологическое развитие, морфологическая изменчивость, интродукционная устойчивость, синюха (*Polemonium* L.).

P.A. Pavlova

### INTRODUCTION OF GENUS POLEMONIUM L. (CARRION FLOWER) SPECIES IN THE CENTRAL YAKUTIA

The results of the introduction study of the Yakut populations of genus *Polemonium* L. species are considered in the article. Phenological and morphological variability of *P. acutiflorum* Willd. ex Roem. et Schult., *P. boreale* Adams, *P. caeruleum* var. *villosum* Kom. Alis. in culture are studied, introduction possibilities of species are assessed.

**Key words:** Botanical Garden, introduction, phenological development, morphological variability, introduction resistance, carrion flower (*Polemonium* L.).

---

**Введение.** Объектом интродукционного изучения служили три вида сем. Polemoniaceae Juss: *Polemonium acutiflorum* Willd. ex Roem. et Schult., *P. boreale* Adams., *P. caeruleum* var. *villosum* Kom. Alis. Все они известны как лекарственные и декоративные растения. Корни растений в научной медицине применяют как отхаркивающее средство при бронхитах, бронхопневмонии, при абсцессе, а также как успокаивающее средство при различных заболеваниях центральной нервной системы. Седативное действие растений проявляется за счет сапонинов, причем успокаивающий эффект их примерно в 8–10 раз превосходит валериану лекарственную [1]. В научную