

УДК 633.85; 631.67

## ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТОВ БОРОЗДКОВОГО ПОЛИВА ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ПРЕДКАВКАЗСКОМ КАРБОНАТНОМ ЧЕРНОЗЕМЕ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

М. Д. Энеев, кандидат сельскохозяйственных наук

Институт сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра РАН

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

**Ключевые слова:** подсолнечник, элементы поверхностного полива, равномерность распределения воды, поливная норма, урожайность семян.

Реферат. Изучены основные элементы поверхностного полива по бороздам в степной зоне Центральной части Северного Кавказа на карбонатном черноземе длительного орошения. Определены параметры зависимости поливной нормы от длины поливной борозды и удельной струи воды, производительность на поливе за рабочую смену поливальщика, энергозатраты при изучаемых элементах бороздкового полива и кратности орошения. Выявлено, что при уклонах 0,025–0,030 скорость тока воды не приводит к проявлению смыва почвы до негативного уровня. Максимальная поливная норма порядка 1100–1300 м<sup>3</sup>/га достигается при поливе по длине борозды 200–300 м. Урожайность подсолнечника находится в прямой зависимости от оросительной нормы и варьирует от 22 до 32 ц/га. Максимальная продуктивность подсолнечника формируется в головном отрезке сектора орошаемого участка.

## ASSESSMENT OF THE BOROZDKOVY ELEMENTS OF WATERING OF SUNFLOWER ON THE CISCAUCASIAN CARBONATE CHERNOZEM OF THE STEPPE ZONE OF KBR

M. D. Eneev, candidate of agricultural sciences

FGBNU Institute of agriculture of the Kabardino-Balkarian scientific center of RAS

**Key words.** Sunflower, elements of superficial watering, uniformity of distribution of water, irrigation norm, harvest of seeds.

Abstract. Basic elements of superficial watering on furrows in a steppe zone of the Central part of the North Caucasus on the carbonate chernozem of long irrigation are studied. Parameters of dependence of field norm on length of an irrigation furrow and a specific stream of water, productivity on watering for a shift of a polivalshchik, energy consumption at the studied elements of borozdkovy watering and frequency rate of irrigation are determined. It is revealed that at biases 0,025–0,030 speed of current of water don't lead to manifestation of washout of the soil to negative level. The maximum irrigation norm about 1100–1300 m<sup>3</sup> of hectare are reached when watering on the furrow length 200–300 m the productivity of sunflower is in direct dependence on irrigating norm and varies from 22 to 32 c/hectare. The maximum efficiency of sunflower is formed in a head piece of the sector of the irrigated site.

В 80-е годы прошлого столетия более 75% площади орошаемых земель поливалось стационарными установками и передвижными дождевальными агрегатами. Полив машинами ДДН-70 и ДДА-100М не требовал больших затрат на ГСМ и ремонт. Сейчас большая часть посевов полевых культур на орошаемых землях национальных республик Северного Кавказа поливается поверхностным способом по бороздам, полосам и чекам. На такой способ полива приходится около 20% трудовых затрат производства яровых зерновых культур и подсолнечника.

Как показала практика, в регионе поверхностный ручной полив полевых культур проводится без соблюдения основных требований к элементам технологии и водно – физических особенностей почвы орошаемого участка. В результате плодородие почвы ухудшается, особенно в местах затопления или застаивания воды. Во избежание недостатков поверхностного полива на большинстве полей орошаемых севооборотов необходима текущая планировка их поверхности. При этом для уменьшения нега-

тивного действия поверхностного полива необходимо использовать адаптивные элементы бороздового полива, используя его научно обоснованные параметры для каждой почвенной разности. С учетом водно-физических свойств почвы, гидрологических условий и уклона поля требуется установить наиболее щадящую удельную струю воды, подаваемой в борозду, и ее длину в зависимости от скорости продвижения и водопроницаемости как меру для подачи на поле необходимой нормы полива.

Данные вопросы нами изучались на опытном поле Кабардино-Балкарского научно-исследовательского института сельского хозяйства на среднесуглинистом карбонатном предкавказском черноземе орошаемого севооборота НПУ № 2. Определение водорастворимых соединений этой почвенной разности показало отсутствие признаков засоленности. Сухой остаток не превышал десятой доли процента. Щелочность обусловлена присутствием главным образом бикарбонатов кальция и магния. Хлориды и сульфаты почти отсутствуют как в почвенных горизонтах, так и в породе. При таких количествах водорастворимых солей данная почвенная разность не подвержена вторичному засолению при орошении, тем более что материнская глина подстилается с глубины 2,2–2,5 м мощным слоем галечника.

В поглощающем комплексе почвенных горизонтов кальций составляет около 92 % от ее емкости, 4–7 – магний и менее 0,5 % – натрий [1, 2]. Почва характеризуется довольно мощным (до 70–90 см) гумусовым горизонтом, зернисто-комковатой структурой и перерытостью землероями и дождевыми червями, хорошей водопроцностью агрегатов <0,25 мм при стабильной фильтрационной способности почвы естественного сложения (<0,3 см/мин). По гранулометрическому составу черноземы в основном относятся (по классификации Н. А. Качинского) к легкоглинистым пылевато-иловатым разновидностям. Это создает благоприятный водно-воздушный режим, а большое количество илстой фракции является положительным фактором структурообразования и водно-физических характеристик (табл. 1).

Таблица 1

**Водно-физические свойства почвы опытного участка (чернозем предкавказский)**

| Слой почвы, см | Удельная масса почвы, г/см <sup>3</sup> | Объемная масса, г/см <sup>3</sup> | Сквозность, % |             | Максимальная гигроскопичность, % | Полевая влагоемкость, % |              | Общий запас влаги при ПВ почвы, м <sup>3</sup> /га | Мертвый запас влаги (1,5 максимальной гигроскопичности), м <sup>3</sup> /га | Запас продуктивной влаги, м <sup>3</sup> /га |
|----------------|---|-----------------------------------|---------------|-------------|----------------------------------|-------------------------|--------------|--|---|--|
|                |   |                                   | общая         | капиллярная |                                  | к массе почвы           | к сквозности |  |   |  |
| 0–20           | 2,68                                    | 1,27                              | 52,2          | 44,6        | 6,58                             | 27,9                    | 68,6         | 709,6  | 251,1   | 508,5  |
| 20–40          | 2,71                                    | 1,24                              | 52,4          | 44,2        | 6,54                             | 24,4                    | 57,6         | 605,1  | 243,3   | 361,8  |
| 40–60          | 2,65                                    | 1,22                              | 54,0          | 43,6        | 6,64                             | 25,4                    | 57,4         | 619,2  | 243,0   | 376,2  |
| 60–80          | 2,73                                    | 1,23                              | 54,7          | 43,0        | 6,37                             | 24,4                    | 54,9         | 600,2  | 234,0   | 366,2  |
| 80–100         | 2,70                                    | 1,31                              | 51,4          | 41,7        | 6,28                             | 22,3                    | 56,8         | 584,0  | 246,8   | 337,5  |
| 0–100          | 2,69                                    | 1,25                              | 53,0          | 43,4        | 6,48                             | 24,9                    | 59,0         | 3120   | 1218  | 1950   |

В результате многолетних исследований профессор Г. К. Льгов (1960 г.) определил поливные нормы исходя из полевой влагоемкости этих почв (табл. 2), отмечая при этом «исключительно большую фильтрационную способность, обусловленную высокой карбонатностью и значительной перерытостью дождевыми червями» [3].

Таблица 2

**Расчетные поливные нормы в зависимости от предполивной влажности метрового слоя почвы (по Г. К. Льгову)**

| Почва   | Глубина увлажнения, см | Поливные нормы (м <sup>3</sup> /га) при разной предполивной влажности почвы |         |         |
|---|------------------------|---|---------|---------|
|   |                        | 60 % ПВ   | 70 % ПВ | 80 % ПВ |
| Карбонатный предкавказский чернозем (галечник на глубине 2,5 м) | 60                     | 780   | 580     | 380     |
|   | 100                    | 1250  | 940     | 620     |
| Луговая почва, карбонатная (грунтовые воды с 1,2 м)             | 60                     | 600   | 400     | 270     |
|   | 100                    | 880   | 660     | 340     |
| Темно-каштановая почва (подстилаяемая галечником с 3,0 м)       | 60                     | 870   | 650     | 430     |
|   | 100                    | 1360  | 1020    | 680     |

Целью наших исследований было выявление допустимо-приемлемых элементов бороздкового полива подсолнечника, позволяющих равномерно распределять поливную воду на поле, исключая размывы и смывы почвы, негативное влияние орошения на ее плодородие, установление влияния элементов полива на производительность труда поливальщика и урожайность подсолнечника.

На поле экспериментального севооборота НПУ № 2 в степной зоне республики исследовали полив по бороздам с длиной 100, 200 и 300 м и удельной струей воды 1, 2 и 3 л/с. В процессе исследований определяли промачиваемость почвы в начальном, среднем и конечном отрезке борозды, скорость продвижения воды и время добегания ее до конца поливаемого участка поля. Учет поданной на поле нормы воды проводили по разности влажности почвы за день до и после полива (на 2–3-й день). Для определения производительности поливальщика вели хронометраж рабочего времени 10- часовой смены.

Уборку и учет урожая семян подсолнечника проводили по участкам (в начальной, средней и конечной части сектора каждого изучаемого варианта опыта).

Объектом исследования был среднеспелый сорт подсолнечника Флагман селекции ВНИИМК. Агротехника в опытах – общепринятая для подсолнечника в орошаемом севообороте степной зоны, состоящая из двукратного дискования стерни после предшественника (озимая пшеница), ранневесеннего выравнивания зяби тяжелыми боронами, предпосевной культивации, прикатывания и боронования до всходов, двукратной культивации в междурядьях на 8–10 и 6–7 см, присыпания защитной зоны рядка КЛТ-50 и нарезки глубоких (20 см) поливных борозд (окучивание подсолнечника).

В результате трехлетних опытов мы получили данные зависимости нормы полива от длины поливной борозды и подаваемой в нее удельной струи воды (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние элементов техники полива подсолнечника по бороздам на влагозапасы почвы и производительность его проведения (в среднем за 2005–2007 гг.)**

| Протяженность борозды, м | Удельная струя воды в 1 борозде, л/с | Запас влаги почвы до полива, м <sup>3</sup> /га |              | Поливная норма по длине борозды в секторе орошения |            |         |                    | Производительность за 10 ч, га | Средняя поливная норма при втором поливе, м <sup>3</sup> /га | Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га |
|--------------------------|--------------------------------------|---|--------------|--|------------|---------|--------------------|--------------------------------|--|--|
|                          |                                      | общий   | продуктивный | в начале   | в середине | в конце | средняя по сектору |                                |  |  |
| 100                      | 1                                    | 2010  | 756          | 860  | 720        | 630     | 740                | 1,07                           | 567  | 1304                                   |
|                          | 2                                    | 2050  | 795          | 680  | 510        | 415     | 535                | 1,57                           | 373  | 909                                    |
|                          | 3                                    | 1971  | 721          | 540  | 420        | 370     | 440                | 2,20                           | 253  | 689                                    |
| 200                      | 1                                    | 2086  | 825          | 1220   | 980        | 710     | 970                | 1,64                           | 780  | 1746                                   |
|                          | 2                                    | 2073  | 818          | 965  | 793        | 620     | 790                | 2,37                           | 586  | 1380                                   |
|                          | 3                                    | 2022  | 767          | 820  | 680        | 410     | 640                | 3,54                           | 413  | 1049                                   |
| 300                      | 1                                    | 1984  | 734          | 1340   | 1150       | 750     | 1080               | 1,61                           | 910  | 1990                                   |
|                          | 2                                    | 1881  | 631          | 1125   | 860        | 650     | 878                | 2,45                           | 676  | 1554                                   |
|                          | 3                                    | 1958  | 703          | 960  | 720        | 580     | 753                | 3,30                           | 520  | 1275                                   |

Из приведенных в таблице данных видно, что изучаемые элементы технологии полива не обеспечивают абсолютную равномерность распределения воды по длине борозды. При поперечной нарезке выводного водопровода с распределением воды по бороздам длиной 100 м в зависимости от удельной струи в борозде норма менялась от 740 до 440 м<sup>3</sup>/га при первом поливе и от 567 до 253 м<sup>3</sup>/га в повторном (минимальная в вариантах повышенной удельной струи (3 л/с) воды в одну борозду).

Увеличение протяженности поливных борозд до 200–300 м продлевает время добегания воды и продолжительность фильтрации ее в более глубокий слой почвы, способствуя большей норме полива (до 970 и 1080 м<sup>3</sup>/га) при поливе удельной струей 1,0 л/с. Усиление струи воды до 2 и 3 л/с уменьшает поливную норму до 790 и 640 м<sup>3</sup>/га при длине борозды 200 м и до 878 и 753 м<sup>3</sup>/га при максимальной (300 м) длине поливной борозды. Отмечен незначительный размыв боковины борозды в первые 3–6 м от головы пуска воды и нанос мелкозема на дне борозды слоем 0,5–1,0 см. После первых 100 м ток воды в процессе фильтрации уменьшается с 2–3 до 1,5–2,0 л/с, продолжая убывать по мере продвижения до конца поливаемой борозды.

Ко времени проведения первого полива почва в борозде сохраняется в рыхлом состоянии. При поливе в первую очередь водой насыщается данный слой почвы, поэтому скорость ее продвижения намного

снижается, особенно в вариантах с малым током (1 л/с). В зависимости от удельной струи вода в борозде длиной 100 м добежит за 32–46 мин, 200 м – за 63–94 мин, 300 м – за 126–153 мин. В зависимости от продолжительности тока воды в борозде поливная норма варьировала от 440 до 740 м<sup>3</sup>/га при длине участка 100 м, от 640 до 970 м<sup>3</sup>/га при 200 м и от 753 до 1080 м<sup>3</sup>/га при длине орошаемого сектора 300 м.

Исследуемые параметры элементов полива не обеспечивали абсолютную равномерность распределения воды на участке. Максимальная поливная норма аккумулировалась в головном отрезке сектора орошения, уменьшаясь далее по току воды в бороздах.

По показателям фактической поливной нормы в вариантах с элементами орошения преимущество имел полив по длинным бороздам (200–300 м) с подачей 2–3 л/с воды в каждую борозду. В концевую часть сектора этого варианта поступило 410–710 и 530–750 м<sup>3</sup>/га против 370–630 в варианте с длиной борозды 100 м.

Высокая поливная норма (960–1125 м<sup>3</sup>/га), промачивая метровый слой почвы, вымывает часть минерального азота в нижние горизонты, которые остаются доступными для корневой системы подсолнечника [4, 5].

В результате однократного полива в почве метрового горизонта накапливается 2300–2500 м<sup>3</sup>/га продуктивной влаги. В совокупности с запасом ее в слое второго метра это позволяет формировать в среднесухой год урожайность подсолнечника порядка 20–23 ц/га. Для получения урожайности порядка 30–35 ц/га необходимо проведение двух, а то и трех поливов, что связано со значительными трудовыми затратами.

Оценка энергозатрат и производительности труда поливальщика показала преимущество полива подсолнечника по длинным бороздам с подачей 2–3 л/с. Использование отмеченных элементов орошения позволяет достичь максимальной производительности поливальщика (до 3,3–3,5 га) за смену при сравнительно высокой поливной норме и меньших энергозатратах (на 23–29%), чем при поливе по бороздам длиной 100 м малой струей.

При повторном орошении поливная норма в вариантах опыта уменьшается по бороздам длиной 300 м на 20–44%, 200 м – на 24–54% и 100 м – на 30–70%, что вызвано уплотнением пахотного слоя почвы после первого полива.

В среднем за три года исследований оросительная норма в опытах составила 689–1304 м<sup>3</sup>/га при поливе по бороздам длиной 100 м, 1049–1746 м<sup>3</sup>/га при 200 м и 1275–1990 м<sup>3</sup>/га при поливе по бороздам длиной 300 м. При этом сменная производительность поливальщика увеличивается на 15–21% по сравнению с первым поливом.

В зависимости от используемых элементов полива получены разные данные фактической поливной нормы по отдельным участкам сектора орошения и в целом по вариантам опыта, повлиявшей на урожайность семян подсолнечника.

Поделяночный учет урожая в трех местах – в голове, середине и нижней части орошаемого сектора каждого варианта опыта позволило определить влияние распределения воды за время полива на поле на продуктивность подсолнечника сорта Флагман (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние элементов техники полива по бороздам на урожай подсолнечника сорта Флагман за 2006–2008 гг., ц/га**

| Длина борозды              | Удельная струя в борозде, л/с | Участок орошения |         |          | Средняя по сектору | НСР <sub>05</sub> фактор Б |
|----------------------------|-------------------------------|------------------|---------|----------|--------------------|----------------------------|
|                            |                               | начальный        | средний | концевой |                    |                            |
| 100                        | 1,0                           | 28,3             | 25,6    | 23,5     | 25,8               |                            |
|                            | 2,0                           | 25,0             | 22,3    | 21,2     | 22,7               |                            |
|                            | 3,0                           | 22,1             | 20,1    | 20,3     | 20,8               | 2,01                       |
| 200                        | 1,0                           | 34,3             | 31,0    | 25,7     | 30,3               |                            |
|                            | 2,0                           | 32,5             | 28,8    | 25,3     | 28,8               |                            |
|                            | 3,0                           | 28,1             | 25,0    | 23,6     | 25,6               | 1,62                       |
| 300                        | 1,0                           | 35,8             | 32,6    | 27,6     | 32,0               |                            |
|                            | 2,0                           | 31,6             | 29,8    | 28,7     | 30,2               |                            |
|                            | 3,0                           | 29,0             | 27,9    | 25,8     | 27,5               | 1,93                       |
| НСР <sub>05</sub> фактор А |                               | 2,57             |         |          |                    |                            |

Урожайность подсолнечника в вариантах опыта колебалась от 20,8 до 32,0 ц/га. Максимальную урожайность получили в варианте полива по длинным (300 м) бороздам с удельной струей 1 л/с. При поливе по бороздам длиной 200 и 100 м урожайность снижалась соответственно до уровня 30,3 и 25,8 ц/га. В вариантах полива с подачей воды в борозду 2 и 3 л/с урожайность подсолнечника уменьшилась (как следствие меньшей оросительной нормы, полученной посевом этих вариантов) и составила 22,7; 28,8 и 30,2 ц/га при удельной струе воды 2 л/с; 20,8; 25,6 и 27,5 ц/га при струе 3 л/с и длине борозд соответственно 100, 200 и 300 м, т.е. снижение урожайности семян от полива повышенными удельными струями произошло по вариантам опыта от 13,6 до 24,0% (100 м); от 5,3 до 18,3% (200 м) и от 5,9 до 16,3% при длине борозды 300 м.

Разница в фактической норме полива и равномерности распределения воды на участке орошения за время тока воды в борозде сказалась на урожайности подсолнечника. Лучшая влагообеспечиваемость почвы в головной части каждой делянки опыта проявилась увеличением урожая семян подсолнечника. В условиях полива по бороздам длиной 100 м в зависимости от удельной струи урожайность семян снижалась с 28,3 ц/га до 22,1, при длине борозды 200 м – от 34,3 до 28,1; при 300 м – от 35,8 до 29,0 ц/га. В средней части делянок урожайность подсолнечника уменьшалась на 10,0–12,0% (длина борозды 100 м); 10,6–12,8% (200 м) и 3,9–9,8% (300 м). В концевой части делянки урожайность снижалась значительно и равнялась 20,3–23,5; 23,5–25,7 и 27,6 ц/га соответственно длине поливных борозд – 100, 200, 300 м.

Оценивая в целом достоинства и негативные стороны элементов полива по бороздам, мы пришли к выводу, что полив по длинным бороздам 200–300 м с повышенной удельной струей воды в борозде 2–3 л/с имеет заметное преимущество перед поливом по коротким (70–100 м) бороздам. Увеличение подачи воды в борозду более 1 л/с при коротком токе воды не позволяет дать посевам подсолнечника нужную поливную норму, что чревато дефицитом влагообеспечения посевов и необходимостью сокращения межполивного времени до 7–10 дней, тогда как полив по длинным (300 м) бороздам обеспечивает поливную норму в первом поливе 1100–1300 м<sup>3</sup>/га воды, в последующие поливы – 500–700 м<sup>3</sup>/га. Межполивной срок при этом даже в засушливый год составляет 12–15 дней, что позволяет формировать высокий урожай семян подсолнечника в условиях степной зоны Кабардино-Балкарии.

Кроме этого, поливы с повышенной удельной струей по длинным бороздам увеличивают производительность труда поливальщика в 1,5–2,0 раза, что немаловажно в сезон вегетационных поливов полевых культур. Для успешного применения предложенных нами элементов полива необходимо рыхление и нарезка глубоких поливных борозд – 18–20 см.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Завьялов Н. В. Система удобрений сельскохозяйственных культур на предкавказских черноземах Кабардино-Балкарии// Тр. КБГСХОС. – 1965. – Вып. 1. – С. 139–146.
2. Льгов Г. К. Орошение сельскохозяйственных культур в Предгорьях Центральной части Северного Кавказа. – Нальчик, 1960. – С. 227.
3. Орошение и удобрение подсолнечника// Тр. КБГСХОС. – 1965. – Вып. 1. – С. 147–151.
4. Энеев М. Д. Удобрение подсолнечника в условиях орошения в степной зоне КБР: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1971. – С. 157.
5. Режим нитратов почвы под подсолнечником орошаемого севооборота// Бюл. науч.-техн. информ. по масличным культурам. – 1970. – № 4. – С. 27–30.

## REFERENCES

1. Zavyalov N. V. Sistema udobreniy selskohozyaystvennyih kultur na predkavkazskih chernozemah Kabardino – Balkarii// Tr. KBGSHOS. – 1965. – Vyip. 1. – S. 139–146.
2. Lgov G. K. Oroshenie selskohozyaystvennyih kultur v Predgoryah Tsentralnoy chasti Severnogo Kavkaza. – Nalchik, 1960, S. 227.
3. Oroshenie i udobrenie podsolnechnika// Tr. KBGSHOS. 1965. – Vyip. 1. – S. 147–151.
4. Eneev M. D. Udobrenie podsolnechnika v usloviyah orosheniya v stepnoy zone KBR: dis. ... kand. s.-h. nauk. M., 1971. – S. 157.
5. Rezhim nitratoov pochvy pod podsolnechnikom oroshaemogo sevooborota// Byul. nauch.-tehn. inform. po maslichnyim kulturam. – 1970, N 4, S. 27–30.