

7. Cherny`x O.N. Rol` provedeniya obsledovaniy vodny`x ob`ektov pri formirovani kompetentnosti studentov napravleniya Prirodoobustrojstvo i vodopol`zovanie profil` Prirodooxranny`e gidrotexnicheskie sooruzheniya // Vestnik uchebno-metodicheskogo ob`edineniya po obrazovaniyu v oblasti prirodoobustrojstva i vodopol`zovaniya. 2019. №15. S.22-30.
8. Cherny`x O.N., Burlachenko A.V., Xanov N.V. Beregoukrepitel`ny`e konstrukcii vodny`x ob`ektov. M.: Iz-vo RGAU-MSXA, 2020. chast` 2, 185 s.
9. Xomiczkij V.V. Prirodooxranny`e aspekty` beregovoj gidrotexniki. Kiev. Naukova dumka, 1983. 276 s.
10. Koreneva, V.V. Gidravlichesкое i konstruktivное obosnovanie beregozashhitny`x i beregoukrepitel`ny`x meropriyatij na vodny`x ob`ektax: ucheb. posobie / V.V. Koreneva, I.E. Kozy`r`, D.V. Shterenlixt. – M.: MGUP, 2002. 116 s.
11. Smirnova T.G., Kantarzhii I.G. Raschyot i proektirovanie iskusstvenny`x svobodny`x peschany`x plyazhej. Metodicheskie ukazaniya. M.: MGSU, 2000. 125 s.

Данные об авторах:

Черных Ольга Николаевна, доцент кафедры «Гидротехнические сооружения», кандидат технических наук.

e-mail: gtsmgup@mail.ru

*Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова Российской государственной аграрной университет - МСХА имени К.А. Тимирязева
ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Россия*

Бурлаченко Алёна Владимировна, доцент кафедры «Гидравлика», кандидат технических наук.

e-mail: chtara@mail.ru

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)
Ленинградский проспект, 64, Москва, 125319, Россия*

Data about the author:

Chernikh Olga Nikolaevna, Associate Professor, Department of Hydraulic Structures, Candidate of Technical Sciences.

*Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russia.*

Burlachenko Alena Vladimirovna, Associate Professor of the Department of Hydraulics, Candidate of Technical Sciences.

e-mail: chtara@mail.ru

*Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI)
Leningradsky Prospekt, 64, Moscow, 125319, Russia
21.08.21*

Рецензент:

Савельев А. В., доцент кафедры «Сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости», кандидат технических наук. РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

DOI: 10.26897/2618-8732-2021-23-39-44

УДК 630*114:631.436:630(571.15)

НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО ОРОШЕНИЯ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ЗЕМЛЯНИКИ

Макарычев С.В.

Установлено, что после нерегулируемого полива увлажнение в отдельные сроки составляло более 60% от веса сухой почвы, что в три раза превышает НВ. Таким образом, с начала вегетации до конца плодоношения земляника находилась в состоянии переувлажнения, которое негативно сказывалось на воздухообмене. За сутки после полива влагонасыщение снижалось на 8-10%, оставаясь выше наименьшей влагоемкости.

На глубине 40-50 см превалировала фильтрация воды вниз по профилю к почвообразующей породе в силу ее меньшей дисперсности и гумусированности. При этом снижение влагосодержания

здесь шло более быстрыми темпами по сравнению с верхним слоем почвы. В результате процессы фильтрации в супесчаной почве преобладали над испарением с ее поверхности.

Таким образом, произвольное нерегулируемое орошение без учета предполивной влажности и расчета поливных норм приводило к переувлажнению почвенных горизонтов, значительному снижению их аэрации и, как результат, падению урожайности ягодной культуры.

Ключевые слова: почва, земляника, режим влагосодержания, наименьшая влагоемкость, влажность завядания, орошение, поливная норма.

NEGATIVE IMPACT OF UNREGULATED IRRIGATION ON THE WATER REGIME OF THE SOIL UNDER STRAWBERRY PLANTATIONS

Makarychev S.V.

Found that after unregulated irrigation, moisture in some periods was more than 60% of the weight of dry soil, which is three times higher than the HB. Thus, from the beginning of the growing season to the end of fruiting, the strawberries were in a state of waterlogging, which negatively affected air exchange. During the day after watering, the moisture saturation decreased by 8-10%, remaining above the lowest moisture capacity.

At a depth of 40-50 cm, water filtration down the profile to the soil-forming rock prevailed due to its lower dispersion and humus content. At the same time, the decrease in moisture content here was faster than in the upper layer of the soil. As a result, filtration processes in sandy loam soil prevailed over evaporation from its surface.

Thus, arbitrary unregulated irrigation without taking into account the pre-irrigation humidity and calculation of irrigation norms led to waterlogging of soil horizons, a significant decrease in their aeration and to a drop in the yield of berry crops.

Keywords: soil, strawberries, moisture content regime, the lowest moisture capacity, wilting humidity, irrigation, irrigation rate.

Введение

Садовую землянику, или иными словами клубнику, выращивают на почвах различного происхождения: серых лесных, черноземах, каштановых. Тем не менее, лучшим вариантом являются дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава. Это относится и к вышеприведенным почвенным разностям легкосуглинистой или супесчаной разновидности со слабокислой реакцией почвенного раствора (рН=5,5) [1-2].

В состав корневой системы земляники входит корневище и большое количество придаточных корней. Большая их часть сосредоточена в пахотном слое на глубине 20-25 см. Только отдельные корни проникают на глубину 40 см. Поэтому растение при отсутствии атмосферных осадков плохо переносит дефицит влаги. Вода нужна клубнике в начале вегетации и во время плодоношения, поскольку корни в это время активно развиваются. Эта культура нуждается в систематическом поливе вплоть до окончания вегетации. Поэтому в 2019 году были заложены вегетационные опыты на участке НИИСС им. М. А. Лисавенко. Были сделаны разрезы в почвенном профиле до глубины 60 см и проанализировано его морфологическое строение, а также изучены общефизические и гидрологические свойства дерново-подзолистой почвы [3-4] под посадками земляники первого года. В 2020 году организовано наблюдение над динамикой водного режима в почве под влиянием капельного орошения.

Объекты и методы

Объектом исследований были дерново-подзолистые орошаемые почвы и садовая земляника «Первоклассница» первого года посадки. Цель – наблюдение за динамикой влагосодержания под насаждениями земляники при использовании капельного орошения. Для этого экспериментально изучено формирование влажности в почвенном профиле при использовании весового метода [5]. Применялись также расчетные методы при определении гидрофизических свойств почвы и ее температуры [6-8].

Результаты исследований

Земляника нуждается в воде, поэтому при ее выращивании необходимо орошение. Для этого требуется 5-6-кратный полив за вегетационный период. Один раз перед цветением, 2-4 раза при плодоношении и 1-2 раза после. Потребность во влаге максимальна в фазу налива и созревания ягод. По-

ливают землянику в течение плодоношения по бороздам, не смачивая листья и ягоды. Осенью желательны обильные поливы, которые увеличивают будущий урожай.

Некоторые авторы полагают, что разовый полив должен быть в размере 20-60 литров на м² [1-2]. Это должно обеспечить промачивание почвы на 20 см. Наилучшим вариантом будет капельное орошение, при котором подача воды осуществляется непосредственно к корням растения [9-10].

Учитывая это, мы организовали наблюдения за проведением капельного орошения при выращивании садовой земляники сорта «Первоклассница» в 2019-2020 гг. на супесчаной дерново-подзолистой орошаемой почве (табл. 1) [1].

Почвенный профиль исследованной дерново-подзолистой почвы представлен гумусово-аккумулятивным (Ап+А) горизонтом почти черного цвета. Сверху он рыхлый, а ниже уплотнен. Содержание гумуса равно 3,8-4,2% (табл. 2). Иллювиальный горизонт (В) плотный, темно-серый, а материнская порода представлена песком с затеками гумуса. Вскипает от соляной кислоты на глубине 95 см.

Таблица 1

Гранулометрический состав дерново-подзолистой почвы под насаждениями земляники садовой

Глубина, см	Количество фракций (мм), % от сухой почвы						
	1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001	менее 0,01
Ап, 0-20	53,8	21,0	12,1	2,4	3,5	7,2	13,0
А, 20-40	57,4	20,5	11,0	1,8	3,2	6,0	11,1
В, 40-65	56,9	22,4	10,3	2,0	2,5	5,9	10,4
С, >65	58,4	26,2	7,2	1,2	1,6	6,1	9,0

Исследованная дерново-подзолистая почва имеет супесчаный гранулометрический состав, в котором преобладает средний и мелкий песок, составляющий 75-80%. Крупной пыли 10-12%, мелкой 2,5-3,5%. Ил представлен 6-7%, а глина 10-13%.

В табл. 2 приведены данные по плотности сложения (ρ), плотности твердой фазы почвы (d), влажности завядания (ВЗ), наименьшей (НВ) и полной влагоемкости (ПВ) почвы, а также по количеству гумуса (Г).

Таблица 2

Общезфизические и водно-физические показатели дерново-подзолистой почвы

Горизонт	h, см	ρ , кг/м ³	d , кг/м ³	ВЗ, мм	НВ, мм	ПВ, %/мм	Г, %
Ап	0-20	1130	2530	15,4	32,1	55,0/125,0	4,4
А	20-40	1240	2610	13,6	29,5	53,1/131,7	3,9
В	40-65	1370	2670	18,5	38,7	49,2/168,5	2,3
С	>65	1520	2730	22,3	48,4	44,0/133,8	0,8

Из анализа данных табл. 2 можно сделать вывод, что плотность дерново-подзолистой почвы вниз по профилю растет с 1130 до 1520 кг/м³ или на 36%. ВЗ уменьшается с 6,8 до 4,2%, или от 15,4 в горизонте Ап до 18,5 мм в иллювиальном слое. НВ изменяется от 15 до 19% или от 32 до 43 мм.

Эти показатели характеризуют количество воды в генетических горизонтах почвы, которое позволяет определить дефицит почвенного увлажнения или его избыток в течение вегетации летом 2020 года (табл. 3).

Таблица 3

Влагосодержание (%) в профиле дерново-подзолистой почвы. 2020 год. (Числитель - в первый день наблюдения, знаменатель - в последующий)

Глубина, см	Срок наблюдений						
	5-6 июня	11-12 июня	18-19 июня	3-4 июля	10-11 июля	14-15 июля	25-26 июля
0-10	28,8	36,4	37,9	35,5	27,1	26,1	42,9
	27,4	29,5	28,8	28,8	21,5	24,2	40,4
10-20	32,7	39,6	48,1	38,6	26,4	27,7	37,1
	27,0	24,7	24,7	30,6	18,2	26,3	34,8
20-30	34,6	41,3	46,0	44,0	27,5	26,6	37,9

	26,2	28,1	27,9	23,1	20,6	25,5	37,7
30-40	<u>29,4</u>	<u>44,4</u>	<u>47,9</u>	<u>50,0</u>	<u>30,0</u>	<u>27,0</u>	<u>35,7</u>
	26,2	24,7	27,5	24,0	18,2	22,5	34,3
40-50	<u>28,1</u>	<u>35,0</u>	<u>42,1</u>	<u>25,0</u>	<u>21,2</u>	<u>25,4</u>	<u>41,7</u>
	27,6	34,0	29,0	23,7	18,0	22,1	38,5

Данные табл. 3 показывают варьирование влажности в верхнем 10-ти см слое дерново-подзолистой почвы. Ее измерение проводилось через некоторое время после окончания капельного орошения, а затем по истечении суток. Нужно отметить, что полив с использованием капельного орошения клубники проходил бессистемно произвольной поливной нормой без определения предпочтительного состояния корнеобитаемого слоя почвы. Для этой ягодной культуры нижней границей увлажнения принято считать 0,7-0,8НВ. Полив при этом должен соответствовать снижению дефицита влаги, который зависит от разности влагосодержания при НВ и естественным увлажнением в данный момент времени. Из табл. 3 видно, что после полива количество влаги зачастую превышало 35% от веса сухой почвы, т. е. было значительно больше НВ. Поэтому в течение всего вегетационного периода растения клубники испытывали переувлажнение, обусловившее падение газообмена в почвенном профиле. Так 18 июня в корнеобитаемом слое воздухоёмкость (аэрация) под воздействием неконтролируемого орошения снизилась до 5-6%. Через сутки количество влаги в горизонтах почвы уменьшилось (табл. 3). Это было обусловлено, в основном, процессами физического испарения и дыханием растений, поэтому уже через 9-10 дней возникала необходимость очередного полива.

С 10 июля процессы испарения воды из верхних слоев почвы замедлились на 5-8%, а в нижележащих слоях фильтрация упала на 3-4% от весовой влажности. Такое явление наблюдалось до конца июля. В то же время в течение июня 2020 на глубине 40-50 см фильтрация воды в нижележащую супесчаную толщу происходила в большем количестве и более быстрыми темпами по сравнению с верхним 20-ти см гумусовым горизонтом. При этом падение влажности достигало 20-23%. Следовательно, фильтрация в крупнодисперсной среде зачастую превалирует над процессами испарения с поверхности почвы (табл. 3).

В табл. 4 представлены результаты наблюдений за водным режимом в гумусово-аккумулятивном горизонте дерново-подзолистой почвы в те же сроки наблюдений. Рассмотрены почвенные слои равной толщины (по 20 см).

Таблица 4

**Количество влаги (мм) в гумусовых горизонтах дерново-подзолистой почвы летом 2020 года.
(Числитель - в первый день наблюдения, знаменатель – в последующий)**

Глубина	Срок наблюдений						
	5-6 июня	11-12 июня	18-19 июня	3-4 июля	10-11 июля	14-15 июля	25-26 июля
0-20	<u>69,6</u>	<u>83,6</u>	<u>97,2</u>	<u>83,7</u>	<u>60,5</u>	<u>60,8</u>	<u>90,4</u>
	61,2	61,2	60,5	67,1	44,9	58,8	85,0
более НВ	<u>37,5</u>	<u>51,5</u>	<u>65,1</u>	<u>51,6</u>	<u>28,4</u>	<u>28,7</u>	<u>58,3</u>
	29,1	29,1	28,4	35,0	12,8	26,7	53,9
20-40	<u>79,4</u>	<u>106,3</u>	<u>116,6</u>	<u>116,6</u>	<u>71,3</u>	<u>65,8</u>	<u>91,3</u>
	67,5	65,5	67,0	58,4	48,1	60,8	61,8

Из анализа данных табл. 4 следует, что влагосодержание в верхнем слое почвы после капельного орошения в середине июля достигало 97,2 мм. 11 июня и 3 июля оно составляло около 83 мм, а в середине июля снижалось до 60 мм. На следующий день после орошения количество воды в пахотном горизонте уменьшалось на различную величину (табл. 4). Чем выше была влажность после полива, тем сильнее она уменьшалась в течение 24 часов (12.06 она упала на 22, а 18.06 на 37 мм).

Нужно отметить, что за весь период наблюдений имел место избыток почвенной влаги, который был выше наименьшей влагоемкости (НВ) на 50 мм и более. Исключение составляли отдельные сроки наблюдений, например, с 10 по 15 июля, когда снизили количество поливной воды (поливную норму). Но даже и при этом через сутки переувлажнение в гумусовом слое превосходило НВ на 20-30 мм.

Наибольший избыток влаги в почве под земляникой сразу после полива имел место на глубине 20-40 см с 10 июня до начала июля, который достигал 86 мм. На следующие сутки он снизился до 30-

40 мм за счет фильтрации в нижележащие песчаные горизонты. Следует отметить, что на данной глубине это переувлажнение регистрировалось в течение всего срока наблюдений

Таким образом, произвольное нерегулируемое орошение, не основанное на знании предполивной влажности и расчете поливной нормы, ведет [7,9] к накоплению избытка влаги в почвенном профиле, к резкому падению воздухоемкости и аэрации и, там самым, не только к снижению урожайности, но и к ухудшению качества ягод (водянистости) земляники садовой.

Выводы

1. Занятая земляникой дерново-подзолистая почва имеет супесчаный гранулометрический состав, в котором преобладает средний и мелкий песок, составляющий около 80%. К илистой фракции относится только 6-7%, а содержание глины составляет 10-13%. Плотность почвы с глубиной увеличивается с 1130 до 1520 кг/м³. Влажность завядания колеблется в пределах от 6,8 до 4,2% от массы сухой почвы, наименьшая влагоемкость от 15 до 19%.
2. После орошения влажность гумусового горизонта в отдельные сроки вегетации достигала 50% от веса почвы, что превышало НВ в два-три раза. Поэтому в течение всего периода наблюдений клубника испытывала дискомфорт, находясь в среде с повышенным увлажнением, которое значительно ухудшало воздушные свойства почвы. Через сутки после полива влажность за счет десукции и транспирации снижалась, оставаясь значительно больше НВ.
3. На глубине 20-40 см основную роль играла фильтрация влаги в подстилающие слои почвенного профиля, имеющие меньшую дисперсность и гумусированность. При этом скорость движения нисходящей влаги здесь была выше по сравнению с верхним пахотным горизонтом. В итоге во всей почвенной толще фильтрация преобладала над испарением с поверхности.
4. Таким образом, произвольное нерегулируемое орошение без учета предполивной влажности и расчета поливной нормы вело к накоплению избытка влаги в почвенном профиле, к резкому падению воздухоемкости и аэрации и, там самым, не только к снижению урожайности, но и к ухудшению качества ягод (водянистости) земляники.

Литература

1. Говорова Г. Ф. Земляника /Г.Ф. Говорова, Д.Н. Говоров. – М.: Изд. Дом МСП, 2003. – 160 с. Звонарев Н. М. Земляника. Клубника. Сорта, уход, сезонный календарь. – М.: Центрполиграф, 2010. – 128 с.
2. Макарычев С.В. Теплофизические основы мелиорации почв: учеб. пособие / С. В. Макарычев, М. А. Мазиров. - Москва, 2004. – 278 с.
3. Лебедева Л. В. Влагосодержание и теплофизические свойства почв под древесными фитоценозами в условиях дендрария //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №8(154). – С. 67-71.
4. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы /А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
5. Макарычев С.В. Физические основы экологии; учебное пособие /С. В. Макарычев, М. А. Мазиров. Владимир; Изд-во НИИСХ, 2000. – 242 с.
6. Беховых Ю. В. Особенности теплоаккумуляции и теплообмена в дерново-подзолистых почвах на горях сухостепной зоны Алтайского края / Ю. В. Беховых, С. В. Макарычев, И. Т. Трофимов, А. Г. Болотов // В сборнике: Антропогенное воздействие на лесные экосистемы, Материалы II межд. конф., Алтайский ГАУ, Алтайский ГУ, Комитет природных ресурсов по Алтайскому краю, 2002. - С. 142-145.
7. Болотов А.Г. Гидрофизическое состояние почв юго-востока Западной Сибири: дисс. ... доктора биол. наук. М., МГУ имени М. В. Ломоносова, 2017. – 351 с.
8. Шейн Е.В. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности / Е. В. Шейн, А. Г. Болотов, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 26-29.
9. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв. – М.: Изд-во МГУ. – 304 с.

References

1. Govorova G. F. Zemlyanika /G.F. Govorova, D.N. Govorov. – M.: Izd. Dom MSP, 2003. – 160 s.
2. Zvonarev N. M. Zemlyanika. Klubnika. Sorta. ukhod. sezonnyy kalendar. – M.: Tsentrpoligraf, 2010. – 128s.
3. Makarychev S.V. Teplofizicheskiye osnovy melioratsii pochv: ucheb. posobiye / S. V. Makarychev, M. A. Mazirov. - Moskva. 2004. –278s.
4. Lebedeva L. V. Vlagosoderzhaniye i teplofizicheskiye svoystva pochv pod drevesnymi fitotsenozami v usloviyakh dendrariya //Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – №8(154). - S. 67-71.
5. Vadyunina A. F. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochvy /A. F. Vadyunina, Z. A. Korchagina. – M.: Agropromizdat. 1986. – 416 s.
6. Makarychev S.V. Fizicheskiye osnovy ekologii; uchebnoye posobiye /S. V. Makarychev, M. A. Mazirov. Vladimir; Izd-vo NIISKh. 2000. – 242 s.

7. Bekhovykh Yu. V. Osobennosti teploakkumulyatsii i teploobmena v dernovo-podzolistykh pochvakh na garyakh sukhostepnoy zony Altayskogo kraya / Yu. V. Bekhovykh, S. V. Makarychev, I. T. Trofimov, A. G. Bolotov // V sbornike: Antropogennoye vozdeystviye na lesnyye ekosistemy. Materialy II mezhd. konf. Altayskiy GAU. Altayskiy GU. Komitet prirodnykh resursov po Altayskomu kraju. 2002. - S. 142-145.
8. Bolotov A.G. Gidrofizicheskoye sostoyaniye pochv yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri: diss. ... doktora biol. nauk. M. MGU imeni M. V. Lomonosova. 2017. – 351 s.
9. Shein E.V. Opredeleniye profilnogo raspredeleniya temperatury pochvy na osnovanii temperatury eye poverkhnosti / E. V. Shein, A. G. Bolotov, M. A. Mazirov, A. I. Martynov // Zemledeliye. – 2018. – №7. – S. 26-29.
10. Zaydelman F. R. Melioratsiya pochv. – M.: Izd-vo MGU. – 304 s.

Данные об авторе:

Макарычев Сергей Владимирович, профессор кафедры геодезии, физики и инженерных сооружений, д.б.н., профессор

Makarychev1949@mail.ru

ВГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет
Пр. Красноармейский, 98, 656049, г. Барнаул, РФ

Data about the author:

Makarychev Sergei Vladimirovich

Professor of the Department of Geodesy, Physics and Engineering Structures, Doctor of Biological Sciences, Professor

Makarychev1949@mail.ru

Altai State Agrarian University
Krasnoarmeysky, 98., 656049, Barnaul, Russia

Рецензент: Платонова С.Г., старший научный сотрудник институт водных и экологических проблем СО РАН

DOI: 10.26897/2618-8732-2021-23-44-52

УДК 628.17

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕЖЕЙ ВОДЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ

Заговорина Е.А.

Промышленность является одной из крупнейших водопотребителей. Этим обосновывается необходимость пересмотра норм водопотребления промышленностью в различных ее отраслях при условии модернизации предприятий.

Решить проблему дефицита и плохого качества воды возможно при экономии, восстановлении и приумножении водных ресурсов в качественном и количественном отношениях. Проверить, насколько эти меры могут быть действенными, возможно при помощи методов математического моделирования.

Проведено исследование на основании официальных данных Службы государственной статистики Российской Федерации за период с 1993 по 2019 годы. Выполнен анализ динамики показателя использования свежей воды на производственные нужды, проверена пригодность данных для построения модели. Построено факторное поле и проведена проверка его качества по отдельным критериям. Проверена цикличность и построена спектральная модель показателя использования свежей воды на производственные нужды. Предложен комплекс мер, направленных на сокращение промышленного водопотребления и рациональное использование водных ресурсов. На законодательном уровне рассмотрена возможность установления дифференцированной оплаты за потребление водных ресурсов промышленными предприятиями.

Ключевые слова: водопотребление, экономия воды, рациональное использование, ресурсосбережение, промышленные предприятия.

ANALYSIS OF THE USE OF FRESH WATER FOR PRODUCTION NEEDS

Zagovorina E.A.