

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО СОРТА УРАЛЬСКИЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

С.Л. Елисеев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Е.А. Ренёв, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Е.В. Бояршинова, аспирант

Пермский государственный аграрно-технологический
университет им. академика

Д.Н. Прянишникова, Пермь, Россия

E-mail: l.boyarshinova@yandex.ru

Ключевые слова: лен масличный, фаза развития, число коробочек, число семян в коробочке, масса 1000 семян, влажность семян, продуктивность растения

Реферат. *Представлены результаты двухлетних исследований формирования элементов продуктивности растений льна масличного сорта Уральский, проведенных на учебно-научном опытном поле Пермского ГАТУ. Результаты исследований показывают, что пониженные температуры и значительное количество осадков (ГТК – 2,72) увеличивают продолжительность вегетации льна масличного на 11 суток за счет удлинения межфазного периода «цветение – желтая спелость» по сравнению с нормальными погодными условиями (ГТК – 1,36). Динамика формирования числа коробочек на растении и продуктивности растения льна масличного зависит от погодных условий. При прохладной погоде со значительным количеством осадков максимальное число коробочек на растении и продуктивность растения формируются к фазе 100% бурых коробочек в посеве. В нормальных погодных условиях максимальное число коробочек и продуктивность растения формируются к фазе ранней желтой спелости (25% бурых коробочек). Продуктивность растения существенно не зависит от погодных условий. Динамика формирования числа семян в коробочке и массы 1000 семян от погодных условий не зависит. В фазе желтой спелости при побурении 50% коробочек влажность семян снижается до 31–34%, что позволяет осуществлять двухфазную уборку или однофазную уборку с предварительной десикацией посева. Начиная с фазы желтой спелости влажность семян зависит от суммы осадков за предшествующий межфазный период и при выпадении осадков может существенно увеличиваться.*

FORMATION OF PRODUCTIVITY ELEMENTS OF VARIETY "URALSKY" OF OIL FLAX PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE PRE-URALS

S.L. Elissev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
E.A. Renyov, Ph.D. in Agricultural Sciences, Associate Professor
E.V. Boyarshinova, post graduate student

Perm State Agrarian and Technological University named after D.N. Pryanishnikov, Perm, Russia

Keywords: oilseed flax, development phase, number of bolls, number of seeds per boll, 1000 seed weight, seed moisture, plant productivity.

Abstract. *In the article the authors presented the results of two-year research on formation of the elements of plant productivity of oilseed flax cultivar Uralsky. The research was carried out on the educational and scientific experimental field of Perm State Technical University. Research results show that low temperatures and significant amount of precipitation (GTC - 2.72) increase the duration of oilseed flax vegetation by 11 days. Vegetation duration is due to prolongation of the interphase period "flowering - yellow ripeness" in comparison with normal weather conditions (GTC - 1.36). The dynamics of formation of the number of bolls per plant and productivity of oilseed flax plants depends on weather conditions. The maximum number of bolls per plant and plant productivity are formed until the phase of 100% brown bolls in the crop under cool weather with significant precipitation. Under normal weather conditions, the maximum number of bolls and productivity of the plant are formed by the phase of early yellow maturity (25% of brown bolls). The productivity of the plant does not depend significantly on weather conditions. The dynamics of formation of the number of seeds in the boll and the weight of 1000 seeds does not depend on weather conditions. In the phase of yellow ripeness when 50% of bolls turn brown, seed moisture is reduced to 31-34%. This ripeness allows two-phase harvesting or single-phase harvesting with preliminary desiccation of the crop. From the phase of yellow maturity, the moisture content of seeds depends on the amount of precipitation during the preceding interphase period and can significantly increase with precipitation.*

Лён масличный – ценная сельскохозяйственная культура многоцелевого использования, поэтому на современном этапе развития перерабатывающей промышленности считается практически безотходным растением [1]. Во многих зарубежных странах (США, Канада, Индия, Чехия, Польша и др.) культура льна масличного достаточно широко распространена как в производстве, так и в качестве объекта научных исследований [2]. При возделывании льна масличного получают семена, короткое волокно, костру, жмых и шрот [3]. Продукты переработки льна масличного используются в ряде отраслей промышленности: пищевой, животноводческой, медицинской, лакокрасочной, кожевенно-обувной, бумажной [4]. Основная продукция при возделывании льна масличного – семена. Богатый химический состав масла семян льна, в первую очередь, за счет высокого содержания полиненасыщенных жирных кислот, определяет

его превосходство над большинством других растительных масел [5]. Содержание масла и белка в семенах современных сортов льна масличного достигает 53 и 33% соответственно [6].

Привлекательна эта культура не только биологической ценностью её семян как источника высококачественного растительного масла и белка, но и несложной технологией выращивания [7]. Комплекс хозяйственно полезных признаков определяет ценность льна масличного как сельскохозяйственной культуры. Считается, что масличный лен неприхотлив к условиям возделывания, обеспечивает высокие урожаи маслосемян, отличается сравнительно высокой стабильной продуктивностью [1]. В отличие от льна-долгунца, технологии уборки и переработки которого достаточно сложные и требуют специальной техники, на масличном льне используется простая технология возделывания и комплекс

сельскохозяйственных машин, применяемых для большинства зерновых культур [8].

При возделывании любой культуры для правильного выбора агротехнических приемов необходимо знать ее биологические особенности. Так, продолжительность вегетационного периода в большей степени определяется погодными условиями [9]. Резкие колебания дневных и ночных температур отрицательно сказываются на формировании урожая [10]. Обильные осадки в период созревания в сочетании с теплой погодой вызывают дополнительное ветвление растений, образование новых бутонов, что способствует развитию болезней и затрудняет уборочные работы [11].

Фаза созревания льна характеризуется формированием семян в коробочках. При этом последовательно наступает зеленая, ранняя желтая, желтая и полная спелость. Семена в зеленой спелости еще недоразвиты, имеют низкую жизнеспособность и накапливают сухие вещества. В фазе ранней желтой спелости семена хорошо выполнены, жизнеспособны и к наступлению желтой спелости достигают нормальной величины и приобретают свойственную для сорта окраску. При наступлении полной спелости коробочки всех боковых соцветий буреют (созревают), а семена становятся твердыми [11]. Созревание растения характеризуется завершением формирования семян и одревеснением тканей стеблей [12]. Исследователи отмечают, что урожайность в большей степени определяется числом коробочек на растении, числом семян и массой 1000 семян [13].

Исследованиями Уральского НИИСХ установлено, что наибольшие значения числа коробочек на растении – 11,0 шт. и семян в коробочке – 7,6 шт. формируются к фазе полной спелости [14]. Масса 1000 семян в условиях Среднего Урала достигает высшего значения – 8,2 г во влажные годы (ГТК – 2,20). В нормальные по метеоусловиям годы показатель массы 1000 семян соответствует своим обычным значениям, которые приводятся при селекционном описании – 5,76–7,70 г. Отмечена средняя прямая корреляционная зависимость между показателями гидротермического коэффициента (ГТК) и массой 1000 семян. Коэффициент корреляции (r) сортов Северный и Уральский составил 0,53 и 0,56 [15]. Наименьшая масса 1000 семян отмечена в фазе ранней желтой спелости – 7,40 г, мак-

симального значения показатель достигает перед фазой полной спелости – 7,78 г [14]. На основании полученных результатов, определены оптимальные параметры высокопродуктивных агрофитоценозов льна масличного – растения должны сформировать по 9–10 коробочек, в каждой из которых в среднем должно быть по 7–8 шт. нормально развитых семян [16].

Целью исследования является определение влияния погодных условий на формирование элементов продуктивности растений льна масличного в Среднем Предуралье.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2019–2020 гг. в полевом опыте на базе учебно-научного опытного поля Пермского ГАТУ. Объект исследования – сорт льна масличного Уральский. Технология возделывания включала: лущение (ЛДГ-10) после уборки предшественника (яровая пшеница), зяблевую вспашку (ПЛН-4-35), ранневесеннее боронование (БЗТС-1,0), предпосевную культивацию с боронованием (КПС-4 + БЗТС-1,0) в два следа, предпосевное и послепосевное прикатывание (ЗККШ-6). Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$. Посев проводили рядовым способом в 2019 г. 22 мая, в 2020 г. – 13 мая, с нормой высева 9 млн всхожих семян на 1 га.

Почва под опытом дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая. Вегетационный период 2019 г. характеризовался пониженными температурами и большим количеством осадков во второй половине. В июле сумма осадков превысила средние многолетние данные на 67 мм. В августе она достигла 232 мм, что на 164 мм больше средних многолетних значений. Гидротермический коэффициент за вегетационный период 2019 г. составил 2,72. Вегетационный период 2020 г. был нормальным по условиям для развития льна масличного (ГТК – 1,36). Для определения элементов продуктивности растения отбирали пробы из трех растений в 4-кратной повторности в фазах: 25% (соответствует фазе ранней желтой спелости), 50% (желтая спелость), 75%, 100% (полная спелость) бурых коробочек в посеве

и через 5 суток после полной спелости. Подсчитывали число коробочек и число семян в них, определяли массу семян до и после высушивания. Значимость различий между фазами созревания определяли методом дисперсионного анализа, а значимость различий по годам - по доверительному интервалу [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наблюдение за развитием растений показало, что в условиях Среднего Предуралья лен масличный достигает фазы полной спелости через 114–125 суток после посева. При этом продолжительность вегетационного периода зависит от погодных условий. В прохладном и влажном 2019 г. (ГТК – 2,72) она увеличилась на 11 суток. До фазы цветения продолжительность межфазных периодов развития

льна не имела прямой зависимости от условий увлажнения и обеспеченности теплом (табл. 1). Цветение растений и формирование коробочек протекало неравномерно и имело прямую зависимость от величины гидротермического коэффициента. В 2019 г. продолжительность межфазных периодов «зеленая спелость – ранняя желтая спелость» и «ранняя желтая спелость – желтая спелость» составила 34 (ГТК – 3,82) и 15 (ГТК – 5,24) суток, что на 11 и 8 суток больше, чем в условиях 2020 г. В условиях 2020 г. растения льна масличного достигли фазы желтой спелости (50% бурых коробочек) уже в середине августа, тогда как в условиях 2019 г. данную фазу отмечали только в первой декаде сентября. Соответственно даты наступления полной спелости в годы исследований также были различны: в 2019 г. – 23 сентября, в 2020 г. – 3 сентября.

Таблица 1

Влияние погодных условий на продолжительность периодов развития льна масличного

Influence of weather conditions on the duration of oilseed flax development periods

Период развития	2019 г.			2020 г.		
	Продолжительность, сут	ГТК	Сумма температур, °С	Продолжительность, сут.	ГТК	Сумма температур, °С
Посев – всходы	10	1,53	123,9	12	5,32	130,9
Всходы – «елочка»	7	2,16	96,1	11	1,20	141,8
«Елочка» – бутонизация	17	1,01	264,5	15	1,93	254,3
Бутонизация – цветение	13	2,96	201,6	15	1,11	184,9
Цветение – зеленая спелость	13	2,65	230,2	11	0,06	268,8
Зеленая спелость – ранняя желтая спелость (25% *)	34	3,82	524,2	23	0,89	455,4
Ранняя желтая спелость (25%) – желтая спелость (50%)	15	5,24	156,0	7	0,81	96,5
Желтая спелость (50%) – 75%	4	0,16	50,7	8	5,52	93,0
75% – полная спелость	12	0,65	116,4	12	0,45	200,4
Посев – полная спелость	125	2,72	1763,6	114	1,36	1826,0

*Процент бурых коробочек в посеве.

*– Percentage of brown bolls in the crop.

Погодные условия оказали существенное влияние на формирование элементов продуктивности растений.

Число коробочек на растении в исследуемые периоды изменялось от 10,5 до 18,3 шт. (рис. 1). При различных погодных условиях формирование числа плодов на растении льна масличного имеет разную динамику. В

прохладных влажных условиях (2019 г.) наибольшее число коробочек сформировалось к фазе полной спелости – 18,3 шт., что существенно больше по сравнению с остальными периодами ($HCP_{0,5} = 2,7$ шт.). Через 5 суток после полной спелости отмечено существенное снижение числа коробочек – на 3,5 шт. ($HCP_{0,5} = 2,7$ шт.).

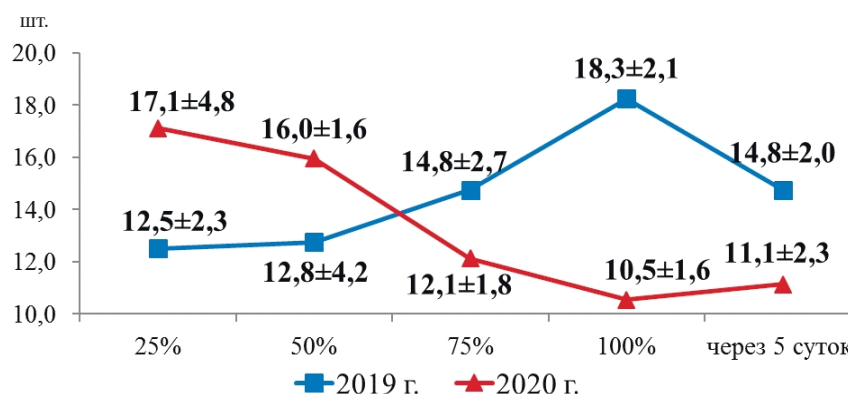


Рис. 1. Динамика формирования числа плодов на растении льна масличного

Fig. 1. Dynamics of fruit formation on an oilseed flax plant

Более сухая и теплая погода вегетационного периода 2020 г. способствовала более раннему формированию максимального числа коробочек. Уже в фазе ранней желтой спелости (25% бурых коробочек) их число на растении составляло 17,1 шт. В дальнейшем происходит существенное снижение числа коробочек с фазы 50% побурения коробочек

до фазы их побурения на уровне 75% – на 3,9 шт. ($HCP_{0,5} = 3,9$ шт.). В период от фазы 75% бурых коробочек и до 5 суток после наступления 100%-й спелости число коробочек не изменяется. В фазе 100% бурых коробочек их число на растении во влажном году было существенно выше, чем в нормальном, – на 7,8 шт.

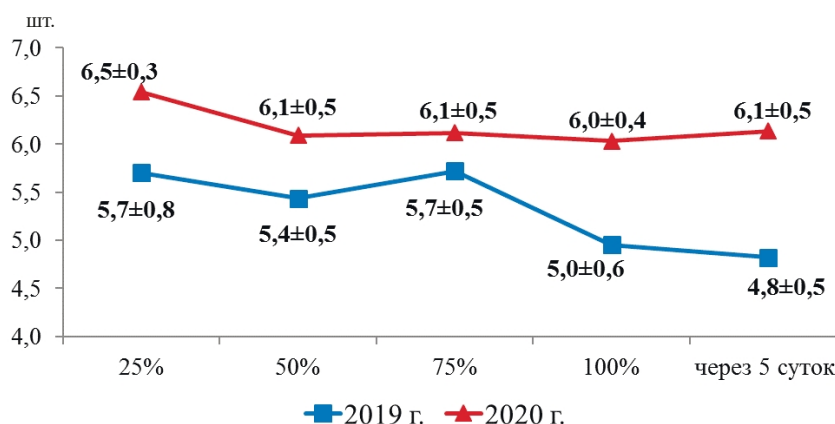


Рис. 2. Динамика формирования числа семян в коробочке льна масличного

Fig. 2. Dynamics of seed number formation in boll of oilseed flax plant

Динамика изменения числа семян в коробочке не зависит от погодных условий. Число

семян в коробочке в годы исследований составляло 4,8–6,5 шт. и существенно не изменя-

лось по фазам созревания (рис. 2). Отмечается тенденция к снижению показателя на 0,7 шт. в период от фазы 75% до фазы 100% бурых коробочек во влажный год и на 0,4 шт. в период от фазы 25% до фазы 50% бурых коробочек в нормальный год. Отмечается устойчивая тенденция к увеличению показателя в нормальный год по сравнению с влажным – на 0,4–1,3

шт., а через пять суток после фазы 100% бурых коробочек различия существенны.

Динамика изменения массы 1000 семян не зависит от погодных условий. Наименьшая масса 1000 семян отмечена в фазе ранней желтой спелости – 6,2–6,8 г, что подтверждается исследованиями Уральского НИИСХ [32]. В зависимости от условий выращивания

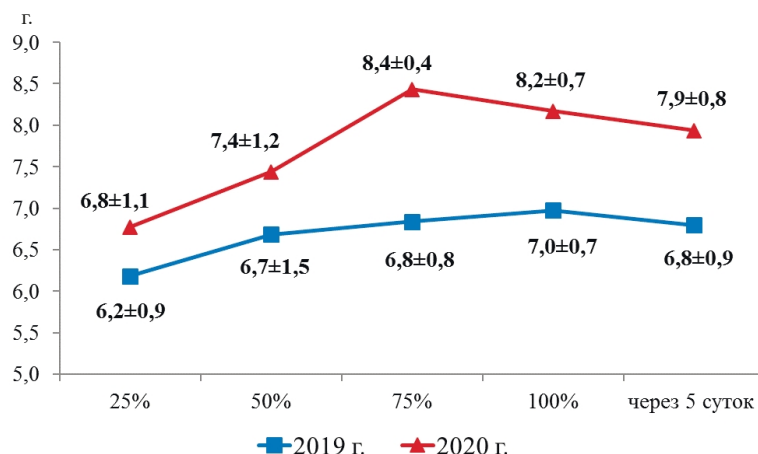


Рис. 3. Динамика формирования массы 1000 сухих семян растений льна масличного
Fig. 3. Dynamics of formation of 1000 dry seed mass of oilseed flax plants

величина массы 1000 семян льна масличного у сорта Уральский изменялась от 6,2 до 8,4 г (рис. 3).

Независимо от погодных условий наибольшая масса 1000 семян в годы исследований формировалась к фазам 75–100% бурых коробочек. Через 5 суток после фазы 100% изменения были незначительными. Отмечена устойчивая тенденция к увеличению показателя – на 0,4–1,6 г в нормальный по увлажнению год по сравнению с влажным. При пониженных температурах и значительном количестве осадков в 2019 г. максимальная масса 1000 семян составила 6,8 и 7,0 г соответственно. К фазе 75% бурых коробочек прирост массы 1000 семян относительно фазы ранней желтой спелости (25%) составил 0,6 г ($НСР_{0,5} = 0,3$ г), к полной спелости – 0,8 г ($НСР_{0,5} = 0,6$ г). В 2020 г. масса 1000 семян в фазы развития 75 и 100% бурых коробочек составила 8,4 и 8,2 г соответственно, что существенно – на 1,7 и 1,4 г больше относительно фазы ранней желтой спелости (25%) ($НСР_{0,5} = 1,1$ г).

Влажность семян в фазе ранней желтой спелости составляет 36–45% (рис. 4), в фазе желтой спелости при побурении 50% коробочек – 31–34%, что позволяет осуществлять двухфазную уборку или однофазную уборку с предварительной десикацией посева. К более поздним фазам созревания она снижается до 9–25%. Динамика изменения влажности семян зависит от погодных условий. В условиях 2019 г. влажность семян в фазе 25% бурых коробочек была существенно выше – на 9%, чем в 2020 г. Существенное снижение влажности семян в этом году отмечено до фазы 75% бурых коробочек в посеве. Относительно фазы ранней желтой спелости (25%) снижение влажности семян к фазе 75% бурых коробочек составило 31% ($НСР_{0,5} = 7\%$) и относительно фазы желтой спелости (50%) – 20% ($НСР_{0,5} = 3\%$). Изменения влажности семян в более поздние фазы развития в 2019 г. не отмечено. В 2020 г. влажность семян постепенно снижалась до фазы 100% бурых коробочек, при которой составила 14%, что существенно меньше – на 21%, чем в фазе ранней желтой

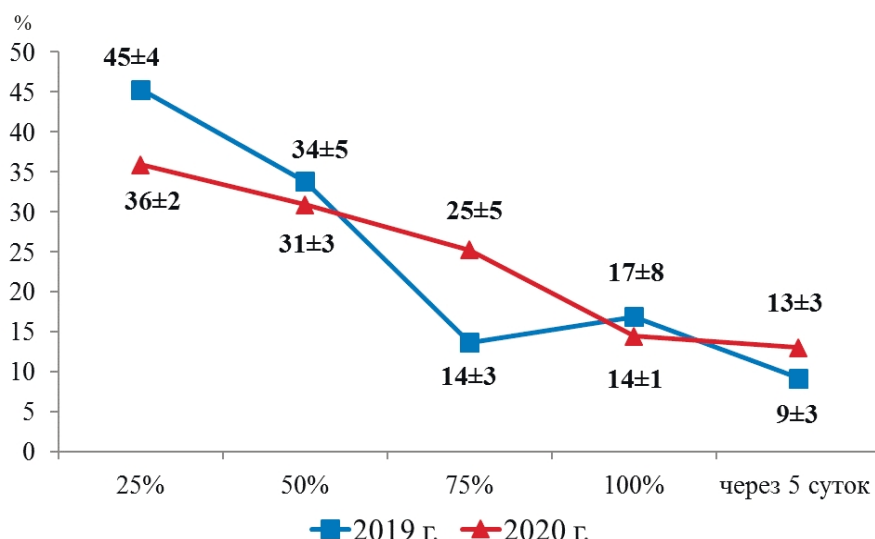


Рис. 4. Влажность семян льна масличного в зависимости от фазы развития
Fig. 4. Moisture content of oilseeds depending on the phase of development

спелости ($НСР_{0,5} = 2\%$). Через 5 суток после полной спелости влажность семян изменяется незначительно.

С фазы желтой спелости влажность семян в одну фазу созревания по годам выравнивается и больше зависит от суммы осадков за предшествующий межфазный период. В фазе 75% бурых коробочек в 2019 г. при отсутствии осадков в период 50–75% бурых коробочек (ГТК – 0,16) влажность семян снизилась до 14%, а в 2020 г., когда за этот период выпало 37,8 мм осадков (ГТК –

5,52), влажность семян была существенно выше – на 11% и составила 25%.

Изменение числа коробочек на растении, семян в коробочке, массы 1000 семян определяет продуктивность растения льна масличного. В большей степени величина продуктивности растения и ее динамика по фазам созревания зависели от числа коробочек на растении ($r = 0,9$). В 2019 г. при влажных и прохладных условиях отмечена тенденция к увеличению продуктивности растения до фазы полной спелости, когда она составила

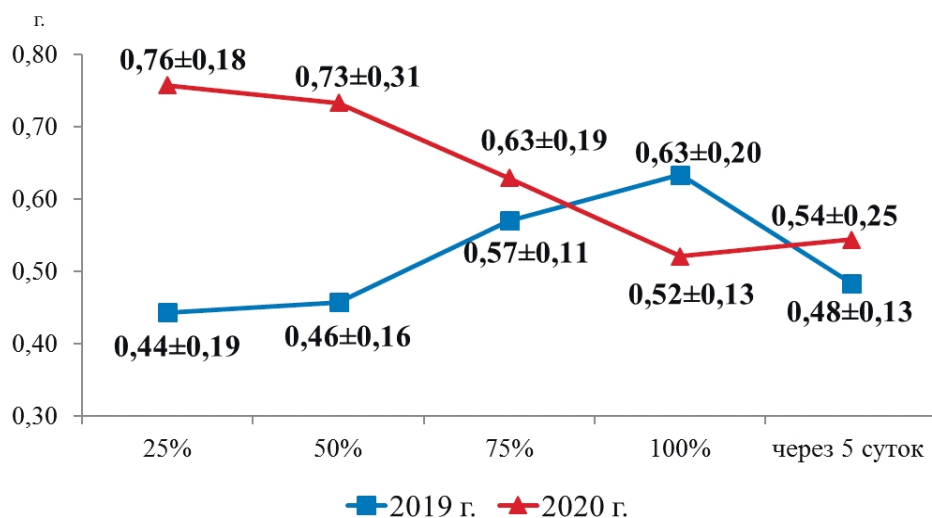


Рис. 5. Продуктивность растений льна масличного в зависимости от фазы развития
Fig. 5. Productivity of oilseed flax plants depending on development phase

0,63 г, что существенно – на 0,18 г больше ($НСР_{0,5} = 0,17$ г) относительно фазы желтой спелости (рис. 5).

Условия 2020 г. способствовали формированию высокой продуктивности уже к фазе ранней желтой спелости – 0,76 г. При этом продуктивность растения существенно не изменяется до фазы 75% бурых коробочек, однако к фазе полной спелости отмечено существенное снижение продуктивности – на 0,24 г относительно фазы ранней желтой спелости ($НСР_{0,5} = 0,18$ г). Существенных различий в продуктивности растений по годам исследований не выявлено.

Таким образом, основываясь на полученных результатах, можно рекомендовать проводить уборку льна масличного при прохладных и влажных условиях в фазе полной спелости, а при теплых и сухих погодных условиях не позднее фазы 75% бурых коробочек в посеве, что предполагает использование десикации.

ВЫВОДЫ

1. В годы с избыточным увлажнением продолжительность вегетации льна масличного увеличивается за счет межфазного периода «цветение–желтая спелость».

2. При прохладной погоде и избыточном увлажнении наибольшее число коробочек на растении и продуктивность растения формируются к фазе 100% бурых коробочек в посеве, в нормальных погодных условиях – к фазе 25% бурых коробочек в посеве.

3. Формирование числа семян в коробочке и массы 1000 семян не зависит от погодных условий. Наибольшая масса 1000 семян формируется в период 75% бурых коробочек – 5 суток после фазы 100% бурых коробочек в посеве.

4. В фазе 50% бурых коробочек в посеве влажность семян снижается до 31–34%, что позволяет осуществлять двухфазную уборку или однофазную уборку с предварительной десикацией посева.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колотов А.П. Перспективы выращивания льна масличного в условиях Свердловской области // Нива Урала. – 2011. – № 3. – С. 22–23.
2. Ludvicova M., Griga M. Transgenic flax/linseed (*Linum usitatissimum* L.) – expectation and reality // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2015. – Vol. 51. – P. 123–141.
3. Linseed, the multipurpose plant / M. Zuk, D. Richter, J. Matuła, J. Szopa // Industrial Crops and Products. – 2015. – N 75. – P. 165–177.
4. Авдеенко А.П. Продуктивность сортов *Linum usitatissimum* в зависимости от нормы посева в условиях Приазовской зоны Ростовской области // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – N 8 (39). – С. 9–13.
5. Рак М.В., Барашкова Е.Н. Влияние борных удобрений на урожайность и качество семян льна масличного в зависимости от обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы бором // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 1 (44). – С. 213–220.
6. Гореева В.Н., Корепанова Е.В., Кошкина К.В. Содержание жира и сбор масла коллекционными образцами льна масличного // Вестник Ижевской ГСХА. – 2012. – № 3. – С. 6–7.
7. Лукомец В.М., Пивень В.Т., Тишков М.Н. Лен масличный – культура перспективная // Защита и карантин растений. – 2013. – № 2. – С. 20.
8. Специализированные сорта и инновационные приемы производства масличного льна / Т.А. Рожмина, А.А. Жученко, В.П. Понажев, И.А. Куземкин // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2016. – № 1–2 (14–15). – С. 56–59.
9. Колотов А.П., Синякова О.В. Влияние агрометеорологических условий вегетационного периода на формирование урожайности семян льна масличного // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 6 (136). – С. 6–9.
10. Власенко Н.Г. Масличные культуры в Западной Сибири // Земледелие. – 1998. – № 2. – С. 23–24.
11. Фадеева Т.М., Семенова Е.Ф. Возрастные изменения растений льна в онтогенезе // Научные ведомости. – 2011. – № 9 (104). – Вып. 15/1. – С. 50–55.

12. Северов В.И., Калашиников К.Г. Лен масличный в Тульской области // Технические культуры. – 1992. – № 4–5–6. – С. 25–27.
13. Колотов А.П., Кипрушкина Н.А. Продуктивность современных сортов льна масличного на Урале // АПК России. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 604–608.
14. Колотов А.П., Синякова О.В. Урожайность льна масличного в условиях Среднего Урала // Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – № 3 (163). – С. 59–62.
15. Колотов А.П. Изменение массы 1000 семян и ее влияние на урожайность льна масличного в зависимости от погоды и сортовых особенностей // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 2 (26). – С. 72–78.
16. Колотов А.П., Елисеев С.Л. Лен масличный на Среднем Урале // Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 1 (5). – С. 15–19.
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 6-е изд., стер. – М.: Альянс, 2011. – 352 с.

REFERENCES

1. Kolotov A. P., *Niva Urala*, 2011, No. 3, pp. 22–23. (In Russ.)
2. Ludvicova M., Griga M. Transgenic flax/linseed (*Linum usitatissimum* L.) – expectation and reality, *Czech J. Genet. Plant Breed*, 2015, Vol. 51, pp. 123–141.
3. Zuk M., Richter D., Matuła J., Szopa J., Linseed, the multipurpose plant, *Industrial Crops and Products*, 2015, No. 75, pp. 165–177.
4. Avdeenko A.P., *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2015, No. 8 (39), pp. 9–13. (In Russ.)
5. Rak M.V., Barashkova E.N., *Pochvovedenie i agrokhimiya*, 2010, No. 1 (44), pp. 213–220. (In Russ.)
6. Goreeva V.N., Korepanova E.V., Koshkina K.V., *Vestnik Izhevskoi GSKhA*, 2012, No. 3, pp. 6–7. (In Russ.)
7. Lukomets V.M., Piven' V.T., Tishkov M.N., *Zashchita i karantin rastenii*, 2013, No. 2, pp. 20. (In Russ.)
8. Rozhmina T.A., Zhuchenko A.A., Ponazhev V.P., Kuzemkin I.A., *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka*, 2016, No. 1–2 (14–15), pp. 56–59. (In Russ.)
9. Kolotov A.P., Sinyakova O.V., *Agrarnyi vestnik Urala*, 2015, No. 6 (136), pp. 6–9. (In Russ.)
10. Vlasenko N.G., *Zemledelie*, 1998, No. 2, pp. 23–24. (In Russ.)
11. Fadeeva T.M., Semenova E.F., *Nauchnye vedomosti*, 2011, No. 9 (104), Vyp. 15/1, pp. 50–55. (In Russ.)
12. Severov V.I., Kalashnikov K.G., *Tekhnicheskie kul'tury*, 1992, No. 4–5–6, pp. 25–27. (In Russ.)
13. Kolotov A.P., Kiprushkina N.A., *APK Rossii*, 2017, T. 24, No. 3. pp. 604–608. (In Russ.)
14. Kolotov A.P., Sinyakova O.V., *Nauchno-tekhnikeskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur*, 2015, No. 3 (163), pp. 59–62. (In Russ.)
15. Kolotov A.P., *Permskii agrarnyi vestnik*, 2019, No. 2 (26), pp. 72–78.
16. Kolotov A.P., Eliseev S.L., *Permskii agrarnyi vestnik*, 2014, No. 1 (5), pp. 15–19. (In Russ.)
17. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniy)* (Method of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Alyans, 2011, 352 p.