

DANI N. SARSEKOVA, MICHAŁ ZASADA

Produkcyjność plantacji wybranych klonów topoli w południowo-wschodnim Kazachstanie

Productivity of the selected poplar cultivars in the plantation conditions in south-eastern Kazakhstan

ABSTRACT

Sarsekova D. N., Zasada M. 2014. Produkcyjność plantacji wybranych klonów topoli w południowo-wschodnim Kazachstanie. Sylwan 158 (6): 453-462.

The topic of forest plantations is particularly important in countries with low forest cover, where the demand for wood is particularly high, such as e.g. Kazakhstan. The main goal of this paper is to present the results of research on the productivity of selected cultivars of poplar: 62027-1 hybrid and Kazakh poplar, grown in various spacings (2,5×1, 3×1,5 and 3×2 m, which translates to stocking of 4000, 2220 and 1667 trees per ha, respectively), and the possibility of their cultivation in the conditions of southeastern Kazakhstan. The conducted experiments confirmed the high production potential of the selected hybrid poplars. The average volume of the individual trees' trunks at the age of 23 years reached 0,4-0,5 m³, the total growing stock can be up to 800-1000 m³/ha and the mean annual increment from 29 to 44 m³/ha. More adapted to the local conditions proved to be hybrids belonging to a section of white poplars. Due to dying tree tops and signs of damage from insects emerging at age exceeding 22-23 years, observed especially in plantations consisting up of hybrids belonging to the black poplars section, plantation rotation should not exceed 20 years. Establishing the poplar plantations using selected varieties is also one of the promising ways for reclamation of the saline soils of south-eastern Kazakhstan. Along with the timber and the possible use of biomass, plantations can be also used as a source of feed and hay for livestock.

KEY WORDS

forest productivity, land reclamation, initial spacing, tree stocking, volume increment

ADDRESSES

Dani N. Sarsekova ⁽¹⁾ – e-mail: dani999@mail.ru

Michał Zasada ⁽²⁾ – e-mail: Michal.Zasada@wl.sggw.pl

⁽¹⁾ Katedra Zasobów Leśnych i Leśnictwa; Kazachski Uniwersytet Agrotechniczny im. S. Seifullina; al. Pobiedy 62; 010000 Astana, Kazachstan

⁽²⁾ Samodzielna Pracownia Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu; SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

Wstęp

Współcześnie na świecie obserwuje się stały wzrost powierzchni plantacji szybko rosnących drzew leśnych. Według FAO zajmują one 141 mln ha, co stanowi 3,6% powierzchni leśnej naszej planety, z czego blisko połowa (około 65 mln ha) znajduje się w Azji [del Lungo i in. 2006]. Szacuje się, że w latach 1990-2005 ich powierzchnia zwiększała się średnio o około 2,5 mln ha rocznie [Zajączkowski, Wojda 2012]. Powodem tak dużego zainteresowania plantacjami jest stale rosnące zapotrzebowanie na drewno [Zwoliński 2008], konieczność zapewnienia ochrony lasów naturalnych [Sedjo, Botkin 1997], stale zwiększająca się powierzchnia lasów objętych różnymi formami ochrony [Nabuurs i in. 2000] i wzrastające zapotrzebowanie na energię ze źródeł

odnawialnych, również w kontekście łagodzenia zmian klimatycznych [McKendry 2002; Berndes i in. 2003]. Według statystyk FAO [Improving... 2012] plantacje topolowe na świecie zajmują powierzchnię ponad 8,6 miliona ha, z czego większość znajduje się w Chinach (7,5 miliona ha). W Europie powierzchnia plantacji drzew tego gatunku wynosi blisko 1 milion ha, z czego najwięcej znajduje się we Francji (236 000 ha), w Hiszpanii (105 000 ha) i we Włoszech (101 430 ha). Krajami o dużej powierzchni plantacji topoli są również Iran (150 000 ha) i Turcja (125 000 ha).

Zagadnienie plantacyjnej uprawy drzew leśnych jest ważne przede wszystkim w krajach o małej lesistości, gdzie popyt na drewno jest szczególnie wysoki. Do takich państw należy m.in. Kazachstan, gdzie lasy zajmują zaledwie 4,5% powierzchni (dane z inwentaryzacji stanu lasu na dzień 01.01.2008 roku [Bajzakov i in. 2010]). Ponadto powierzchnia lasów, położonych głównie na północy kraju, stale maleje z powodu pożarów oraz nielegalnego pozyskiwania drewna. Dlatego też w Kazachstanie, podobnie jak w pozostałych krajach Azji Centralnej, uprawa szybko rosnących drzew i krzewów jest najbardziej skutecznym sposobem na zwiększenie produktywności lasów, wzrost zasobów drewna i skrócenie okresu produkcji. Znajduje to odzwierciedlenie w stale zwiększającej się powierzchni plantacji, jak i w prowadzonych od wielu lat badaniach naukowych i wdrożeniowych mających na celu dostarczenie informacji o produktywności wybranych gatunków i kultywarów, ich efektywności ekonomicznej oraz opracowanie technologii zakładania i pielęgnowania plantacji.

Jednym z takich doświadczeń jest program badawczy nad selekcją topoli prowadzony od 1960 roku przez Katedrę Hodowli Lasu i Dendrologii Narodowego Kazachskiego Uniwersytetu Rolniczego w Ałmaty. W ramach tego programu, wykorzystując 20 różnych odmian topoli występujących w południowo-wschodnim Kazachstanie [Muszegian 1962], stworzono nowe kultywary oraz rozpoczęto badania nad ich przydatnością w lokalnych warunkach. Odmiany będące przedmiotem badań zostały wyselekcjonowane przede wszystkim pod kątem tolerowania trudnych warunków panujących w Kazachstanie: zasolonej gleby, gorącego i suchego lata oraz mroźnej zimy. Eksperymenty prowadzono na założonej w 1968 roku plantacji „Ławar”, położonej w okolicy miejscowości Szelek w regionie ałmatyńskim. Spośród wielu testowanych mieszańców wybrano kilka perspektywicznych, spośród których szczególnie udane okazały się dwa: hybryda 62027-1 i topola kazachstańska [Sarsekova 2009].

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wyników badań nad produktywnością wybranych kultywarów topoli i możliwości ich uprawy w warunkach południowo-wschodniego Kazachstanu.

Materiał i metody

Kultywar 62027-1 stanowi męski klon powstały ze skrzyżowania *Populus bachofeni* z *P. bolleana*. Należy on do sekcji topól białych. Toleruje zawartość chlorków i siarczanów w glebie do 0,004 g/l, jest odporny na upały i susze (przeżywa przy wilgotności względnej powietrza do 13%), a także na niską temperaturę (wytrzymuje mrozy do -40°C). Jest odporny na choroby i szkodniki. W wieku 20 lat osiąga wysokość do 27 m i pierśnicę do 48 cm oraz nie wykazuje porażenia przez zgniliznę rdzeniową. Łatwo rozmnaża się wegetatywnie: udatność ukorzenia się w glebie sięga 80%. Przy zakładaniu plantacji wczesną wiosną lub jesienią po zakończeniu sezonu wegetacyjnego wysadza się jednoroczne ukorzone zrzęzy. Topola kazachstańska to kultywar należący do sekcji topól czarnych, otrzymany ze skrzyżowania klonu PKL-284 z *P. deltoides*. Krzyżówkę uzyskano w lutym 1963 roku w warunkach szklarniowych ze zrzęzów uzyskanych z gałęzi. W wieku 20 lat osiąga wysokość 24-26 m, pierśnicę do 70 cm oraz zapas do 1000 m³/ha. Jest ona odporna na szkodniki i choroby, toleruje suszę i zasolenie. Udatność ukorzenia się przekracza 98% [Sarsekova 2012].

Badania przeprowadzono na plantacji doświadczalnej „Ławar” (43,569447°N; 78,087362°E). Obszar ten położony jest w podgórskiej strefie półpustynnej i charakteryzuje się występowaniem ukształtowanych na glinach ciężkich gleb szarych z wysoką zawartością węglanów. Opady na obszarze badań są niewielkie – wynoszą średnio 198 mm rocznie [Sarsekova 2012]. W latach 1979-1989 w trzech różnych więźbach (2,5×1, 3×1,5 i 3×2 m, co odpowiada zagęszczeniu odpowiednio: 4000, 2220 i 1667 drzew/ha) posadzono dwa kultywary topoli: Kazachstański i 62027-1. Wielkość powierzchni dla poszczególnych wariantów wynosiła od 1,5 do 2 ha. Przygotowanie gleby polegało na wykonaniu orki pełnej na głębokość 30-35 cm oraz nawożeniu startowym (3,34% saletra amonowa, 14% superfosfat, nawóz organiczny oraz kurzy pomiot w różnych wariantach: kontrola, P60N90, P60N180, P90N90, P90N120, P90N180, P120N80, P120N120, P120N180, P60+nawóz organiczny, P60+pomiot kurzy, P60) w ilości 20 ton na hektar. Każdy wariant powtarzany był 3 razy. Sadzenie w jamkę jednorocznych ukorzenionych zrzesów przeprowadzono wczesną wiosną. Pielęgnowanie plantacji polegało na prowadzeniu w czasie pierwszych 3-4 lat po posadzeniu okresowego podlewania oraz mechanicznej uprawy międzyrzędów (4-5 razy w ciągu roku). W wieku 9-10 lat przeprowadzono cięcia pielęgnacyjne.

Pomiary będące podstawą prezentowanych analiz przeprowadzono w 2005 roku. Na plantacjach badanych odmian topoli założono losowo 6 powierzchni próbnych o takiej wielkości, by zawierały one nie mniej niż 100 drzew (0,03-0,12 ha). Na każdej z nich zmierzono pierśnice wszystkich drzew w 2-centymetrowych stopniach grubości. Określono sumaryczne pierśnicowe pole przekroju dla wszystkich drzew na powierzchniach próbnych oraz obliczono przeciętny przekrój, tj. średnią wartość pierśnicowego pola przekroju pojedynczego drzewa, dzieląc otrzymaną wartość przez liczbę drzew na powierzchni. Na podstawie przeciętnego przekroju na każdej powierzchni wybrano po 3 drzewa modelowe, które ścięto, a ich miąższość określono sekcyjnie wzorem środkowego przekroju. Wybór drzew modelowych (w tym przypadku na podstawie przeciętnego przekroju) pozwolił na znaczne ograniczenie zmienności miąższości i dość dokładne określenie tej cechy mimo stosunkowo niewielkiej liczebności próby. Całkowita miąższość na poszczególnych powierzchniach próbnych była określona jako iloczyn przeciętnej miąższości drzew modelowych i liczby drzew na powierzchni. Na drzewach modelowych przeprowadzono również analizę pniową dotyczącą zmiany z wiekiem wysokości, pierśnicy i miąższości oraz odpowiednich przyrostów. Cechy drzew modelowych w kolejnych latach analizy uśredniano i przyjmowano jako wymiary przeciętne dla każdej z powierzchni.

Wyniki

Poszczególne warianty doświadczenia cechowały się dużą przeżywalnością, która w roku 2005 wynosiła 91-96% (tab. 1). Pierśnica, wysokość i miąższość drzew o średnim przekroju dla danej powierzchni zależały od początkowej więźby sadzenia i wzrastały wraz z malejącym zagęszczeniem topól na powierzchni. Zapas badanych powierzchni topolowych charakteryzował się różną wielkością w zależności od więźby początkowej (tab. 1). U topoli kazachstańskiej największą miąższość na jednostkę powierzchni stwierdzono przy więźbie (3,0×1,5 m, co daje 2220 drzew/ha), a u kultywaru 62027-1 dla tego wariantu sadzenia zaobserwowano najmniejszy zapas. Spowodowane jest to jednak najprawdopodobniej nieco wyższym wiekiem powierzchni pierwszej odmiany.

Stosunkowo szybkim wzrostem wysokości charakteryzowały się początkowo drzewa rosnące w największym zagęszczeniu (4000 drzew/ha, więźba 2,5×1,0 m). Z wiekiem drzewa rosnące w luźniejszym zwarciu osiągają jednak większe przyrosty i w efekcie w wieku około 12 lat uzyskują one większe wysokości. Drzewa topoli kazachstańskiej rosnące w największym zagęszczeniu w wieku 18 lat są o ponad 5 metrów niższe od drzew w pozostałych wariantach (ryc.). Wzrost grubości

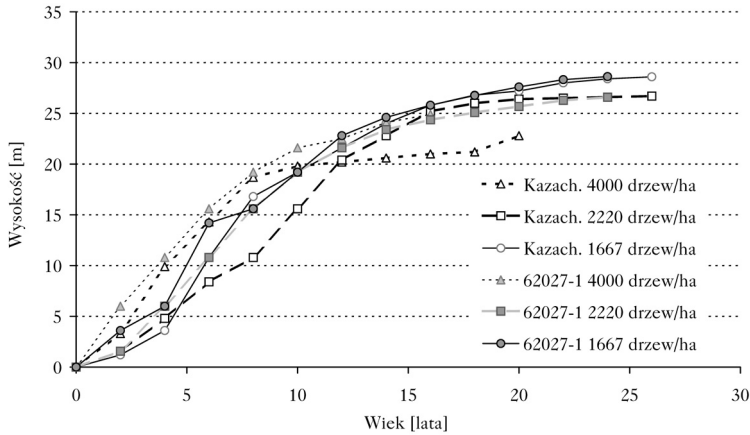
Tabela 1.

Podstawowe cechy taksacyjne poszczególnych wariantów doświadczenia na plantacji topolowej „Ławar” w roku 2005
Basic characteristics of the study variants at ‘Ławar’ poplar plantation in 2005

Hybryda	Początkowa			Rok założenia	Wiek [lata]	Przeżywalność [%]	Cechy drzew o przeciętnym przekroju		Zapasy [m ³ /ha]	
	Więźba [m]	liczba drzew [szt./ha]	Stoisko drzewa [m ²]				Pierśnica [cm]	Wysokość [m]		Miąższość [m ³]
Kazachstańska	2,5×1,0	4000	2,5	1985	20	96,0	19,8	22,8	0,2173	834
Kazachstańska	3,0×1,5	2220	4,5	1979	26	92,0	26,7	28,9	0,5198	1061
Kazachstańska	3,0×2,0	1667	6,0	1980	25	91,5	30,5	28,6	0,6236	951
62027-1	2,5×1,0	4000	2,5	1989	16	95,8	24,8	24,9	0,3033	1162
62027-1	3,0×1,5	2220	4,5	1982	23	93,8	26,2	26,6	0,4477	932
62027-1	3,0×2,0	1667	6,0	1982	23	90,6	32,8	28,6	0,6964	1050

drzew modelowych przebiega w podobny sposób jak wzrost wysokości. Początkowo najgrubsze są drzewa rosnące w największym zagęszczeniu – w wieku 6-8 lat ich grubość jest do 4,5 raza większa niż drzew rosnących w luźniejszej więźbie (tab. 2). Jednak już w wieku około 12 lat grubości drzew modelowych we wszystkich wariantach zrównują się i w starszym wieku większymi pierśnicami charakteryzują się drzewa modelowe rosnące w mniejszym zagęszczeniu. Hybryda kazachstańska rosnąca w więźbie 2,5×1,0 m do 9 lat charakteryzuje się największą przeciętną miąższością drzew modelowych. W starszym wieku największą miąższością charakteryzowały się drzewa formy 62027-1 rosnące w więźbie 3,0×2,0 m, które w wieku 16 lat uzyskały miąższość ponad 2 razy większą niż topole kazachstańskie rosnące w największym zagęszczeniu. Warto również zauważyć, że w wieku około 12 lat miąższości drzew modelowych w większości przypadków były wyrównane, a w starszym wieku następowało różnicowanie tej wielkości.

Najwcześniejszą kulminację bieżącego przyrostu osiągają drzewa modelowe topoli kazachstańskiej rosnącej w najgęstszej więźbie (tab. 3): przyrost wysokości kulminuje w wieku 3 lat, grubości – w wieku 5 lat, a miąższości – 6 lat. W późniejszym okresie przyrosty wszystkich trzech cech znacząco spadają, co powoduje znaczące różnice w wymiarach drzew tego wariantu w stosunku do pozostałych. Drzewa rosnące w większym zagęszczeniu charakteryzują się wcześniejszą kulminacją bieżącego przyrostu wysokości (w wieku 2-4 lat). Przy luźnych więźbach kulminacja następuje w wieku 4-6 lat. Najpóźniejszą kulminacją przyrostu wysokości (około 10 lat) charakteryzuje się topola kazachstańska rosnąca w więźbie 3,0×1,5 m. Spośród sześciu analizowanych wariantów największym przyrostem wysokości w momencie kulminacji charakteryzują się drzewa klonu 62027-1 rosnące w więźbie 3,0×2,0 m, zaś najmniejszym – drzewa obydwu form rosnące w inicjalnym zagęszczeniu 2220 drzew na 1 ha. Spośród wszystkich analizowanych wariantów największy roczny przyrost grubości zaobserwowano u hybrydy kazachstańskiej rosnącej w luźniejszej więźbie (3,0×2,0 i 3,0×1,5 m). Z kolei najmniejszymi przyrostami pierśnicy charakteryzował się kultywar 62027-1 rosnący w średniej i gęstej więźbie. W przypadku miąższości drzew modelowych początkowo największe



Ryc.

Wzrost z wiekiem przeciętnej wysokości drzew modelowych dla analizowanych kultywarów topoli przy różnych więźbach na plantacji „Ławar”

Increase of sample poplar cultivar tree height over the time for various spacings at 'Ławar' plantation

przyrosty miąższości zaobserwowano u topoli kazachstańskiej w najgęstszej więźbie, natomiast w późniejszym okresie, w wieku 15 lat, największym przyrostem miąższości charakteryzują się drzewa rosnące w luźniejszych więźbach, niezależnie od kultywaru. Roczny przyrost miąższości nieco wcześniej (12 lat) kulminuje u formy 62027-1 rosnącej w dużym początkowym zagęszczeniu (więźba 2,5×1,0 m).

Dyskusja

Doświadczenia przeprowadzone na plantacji „Ławar” potwierdziły duży potencjał produkcyjny wybranych hybryd topoli. Przeciętna miąższość pni pojedynczych drzew w wieku 23 lat może osiągać od 0,4 do 0,5 m³, a ich całkowity zapas może dochodzić do 800-1000 m³/ha. Prezentowane wyniki zbliżone są do wartości uzyskanych w różnych okresach również w innych lokalizacjach regionu w badaniach przeprowadzonych według podobnej metodyki [Bessczetnov i in. 1988]. Dotyczy to zarówno przeżywalności drzew na powierzchniach, jak i uzyskiwanych wymiarów oraz dynamiki ich zmian.

Przeprowadzona w niniejszej pracy analiza kształtowania się struktury plantacji pozwala na zaproponowanie praktycznego sposobu postępowania przy zakładaniu i prowadzeniu tego typu obiektów. Dla zapewnienia intensywnego wzrostu grubości i miąższości drzew plantacje należy zakładać w luźnej więźbie (3,0×2,0 m). W wieku około 10-12 lat powinno się wykonać cięcia pielęgnacyjne redukujące zagęszczenie do 50% wyjściowego. Pozwoli to na wcześniejsze pozyskanie surowca mało- i średniowymiarowego, który w lokalnych warunkach znajdzie zbyt. Pozostałe drzewa powinny rosnąć aż do osiągnięcia wymiarów pozwalających na uzyskanie pożądanego sortymentów. W wyniku takiej hodowli wybranych kultywarów topól możliwe jest uzyskanie przeciętnie co najmniej od 29 do 44 m³/ha drewna rocznie. Wartość ta może być zwiększona o co najmniej 25% dodatkowej biomasy pochodzącej z gałęzi i aparatu asymilacyjnego [Sarsekova 2012].

Pomimo dużej odległości i odmiennych warunków przyrodniczych uzyskane w warunkach środkowej Azji wyniki zbliżone są tych, jakie publikowane były w krajach europejskich, w tym w Polsce, a w wielu wypadkach je przewyższają. Według FAO [Improving... 2012] produkcyj-

Tabela 2.

Zmiany wysokości, pierśnicy i miąższości drzew modelowych dla poszczególnych kultywarów topoli i więźby ich uprawy

Changes of height, dbh and volume of sample trees for individual cultivars in various spacings

Wiek [lata]	Kazachstańska (2,5×1 m)	Kazachstańska (3×1,5 m)	Kazachstańska (3×2 m)	62027-1 (2,5×1 m)	62027-1 (3×1,5 m)	62027-1 (3×2 m)
Wysokość drzew modelowych [m]						
2	3,3	1,6	1,2	6	1,56	3,6
4	9,9	4,8	3,6	10,8	6,0	6,0
6	14,3	8,4	10,8	15,6	10,8	14,2
8	18,7	10,8	16,8	19,2	15,6	15,6
10	19,8	15,6	19,2	21,6	19,2	19,2
12	20,2	20,4	21,6	22,5	21,6	22,8
14	20,6	22,8	24,0	24,1	23,4	24,6
16	21,0	25,2	25,8	24,9	24,4	25,8
18	21,2	26,0	26,8		25,1	26,8
20	22,8	26,4	27,2		25,7	27,6
22		26,5	28,0		26,3	28,3
24		26,6	28,4		26,6	28,6
26		26,7	28,6			
Pierśnica drzew modelowych [cm]						
2	0,7	1,0	0,0	1,9	1,0	1,4
4	5,2	1,6	0,9	6,0	1,9	4,0
6	10,3	4,1	2,4	12,0	4,5	7,4
8	12,9	8,9	5,5	16,3	8,6	11,5
10	14,8	14,6	12,0	19,9	11,7	15,6
12	16,0	18,0	17,7	22,0	15,6	19,2
14	17,5	21,1	21,6	24,0	18,9	22,0
16	18,9	23,7	24,4	24,8	20,8	24,4
18	19,4	25,4	26,1		22,8	27,8
20	19,8	26,6	28,3		24,2	30,0
22		28,0	29,3		25,0	32,0
24		28,5	30,1		26,2	32,8
26		28,9	30,5			
Miąższość drzew modelowych [m ³]						
2	0,0002	0,0001	0,0001	0,0007	0,0001	0,00048
4	0,0072	0,0006	0,0002	0,0088	0,0007	0,00288
6	0,0393	0,0045	0,0022	0,0535	0,0050	0,01308
8	0,0736	0,0230	0,0144	0,1173	0,0235	0,05064
10	0,1059	0,0772	0,0554	0,1887	0,0579	0,11868
12	0,1360	0,1449	0,1472	0,2451	0,1246	0,21456
14	0,1624	0,2275	0,2480	0,2851	0,1983	0,32160
16	0,1892	0,3151	0,3664	0,3033	0,2505	0,39804
18	0,2053	0,3723	0,4418		0,2995	0,51432
20	0,2173	0,4252	0,5213		0,3481	0,59688
22		0,4731	0,5664		0,3961	0,66920
24		0,4978	0,6070		0,4177	0,69264
26		0,5198	0,6236			

ność plantacji topolowych na świecie jest bardzo zróżnicowana. Przeciętny roczny przyrost drewna (liczony jako iloraz zapasu plantacji w danym wieku i wieku) waha się od 2,75 do 41 m³/ha/rok i wynosi średnio 17 m³/ha/rok. Wyniki uzyskane na plantacji „Ławar” są zbliżone do górnych wartości światowych.

Tabela 3.

Przyrost wysokości, pierśnicy i miąższości drzew modelowych dla poszczególnych kultywarów topoli i więźby ich uprawy

Current annual increment of height, dbh and volume of sample trees for individual cultivars in various spacings

Wiek [lata]	Kazachstańska (2,5×1 m)	Kazachstańska (3×1,5 m)	Kazachstańska (3×2 m)	62027-1 (2,5×1 m)	62027-1 (3×1,5 m)	62027-1 (3×2 m)
Bieżący roczny przyrost wysokości drzew modelowych [m/rok]						
2-4	3,3	1,6	1,2	2,4	2,2	1,2
4-6	2,2	1,8	3,6	2,4	2,4	4,1
6-8	2,2	1,2	3,0	1,8	2,4	0,7
8-10	0,6	2,4	1,2	1,2	1,8	1,8
10-12	0,2	2,4	1,2	0,9	1,2	1,8
12-14	0,2	1,2	1,2	0,8	0,9	0,9
14-16	0,2	1,2	0,9	0,8	0,5	0,6
16-18	0,1	0,4	0,5		0,4	0,5
18-20	0,8	0,2	0,3		0,3	0,4
20-22		0,1	0,4		0,3	0,4
22-24		0,1	0,2		0,3	0,3
24-26		0,1	0,2			
Bieżący roczny przyrost pierśnicy drzew modelowych [cm/rok]						
2-4	2,28	0,34	0,48	2,04	0,46	1,32
4-6	2,52	1,20	0,72	3,00	1,32	1,68
6-8	1,32	2,40	1,56	2,16	2,04	2,04
8-10	0,96	2,88	3,24	1,80	1,56	2,04
10-12	0,60	1,68	2,88	1,08	1,92	1,80
12-14	0,72	1,56	1,92	1,00	1,68	1,44
14-16	0,72	1,32	1,44	0,80	0,96	1,20
16-18	0,24	0,84	0,84		0,96	1,20
18-20	0,20	0,60	1,08		0,72	1,10
20-22		0,72	0,50		0,70	1,00
22-24		0,24	0,40		0,60	0,80
24-26		0,20	0,40			
Bieżący roczny przyrost miąższości drzew modelowych [m ³ /rok]						
2-4	0,00348	0,00024	0,00006	0,0040	0,0003	0,00120
4-6	0,01608	0,0019	0,00096	0,0223	0,0021	0,00510
6-8	0,01716	0,0092	0,00612	0,0319	0,0092	0,01878
8-10	0,01614	0,0271	0,02052	0,0357	0,0172	0,03402
10-12	0,01506	0,0338	0,04590	0,0282	0,0333	0,04794
12-14	0,01320	0,0412	0,05040	0,0200	0,0368	0,05352
14-16	0,01338	0,0438	0,05922	0,0182	0,0261	0,03822
16-18	0,00804	0,0286	0,03768		0,0244	0,05814
18-20	0,00602	0,0264	0,03972		0,0243	0,04128
20-22		0,0239	0,02256		0,0240	0,03616
22-24		0,0123	0,02034		0,0215	0,02344
24-26		0,0110	0,01654			

W Polsce badania nad określeniem przydatności do uprawy plantacyjnej blisko 150 odmian topoli prowadzone były przez Instytut Badawczy Leśnictwa przy współpracy Instytutu Dendrologii i Arboretum PAN oraz Lasów Państwowych od połowy lat 1950. Szczegółowy opis wyników uzyskanych podczas tych badań znaleźć można m.in. w pracy Zajączkowskiego i Wojdy [2012]. Plantacje w poszczególnych eksperymentach zakładano na glebach właściwych dla topoli, stosując podobną technologię jak w eksperymencie kazachskim, jednakże używając zdecydowanie luźniejszych więźb (od 5×5 do 5×8 m). Na poszczególnych powierzchniach usuwano na bieżąco drzewa obumierające i martwe, a na części z nich prowadzono cięcia pielęgnacyjne polegające na usunięciu około połowy drzew. Analizę cech dendrometrycznych prowadzono również z wykorzystaniem drzew modelowych. Najbardziej produktywne plantacje osiągnęły przeciętny roczny przyrost miąższości grubizny (liczony jako iloraz zapasu w danym wieku i wieku) równy prawie 50 m³/ha, przy średniej równej 14 m³/ha. Ponad 1/3 testowanych odmian przekroczyła w przyroście wartość średnią. Przeciętna pierśnica drzew modelowych na badanych plantacjach w II klasie wieku osiągała niemal 80 cm, a przeciętna miąższość wahała się od 0,53 do 6,44 m³. Około 20% odmian osiągnęło na co najmniej jednej plantacji przeciętną miąższość grubizny pojedynczego drzewa ponad 1 m³, a 14 spośród nich miało na niektórych plantacjach przeciętną miąższość pojedynczego drzewa ponad 2 m³ [Zajączkowski, Wojda 2012].

Oprócz pozyskiwania surowca drzewnego i biomasy możliwe jest również wykorzystanie plantacji jako źródła paszy i siana dla zwierząt gospodarskich. Już w wieku 5 lat zaobserwowano w eksperymencie kazachskim pojawiające się pod pułapem drzew, cenne gatunki traw, które zastępowały charakterystyczne dla obszaru badań halofity, turzyce, zatrwany (*Limonium*) i bylice (*Artemisia*). Proces ten świadczy jednocześnie o tym, że zakładanie plantacji topolowych z odpowiednio wyselekcjonowanych odmian jest jednym z obiecujących sposobów rekultywacji zasolonych gleb południowo-wschodniej części Kazachstanu.

Jak zauważają m.in. Iskakov [1969] i Bessczetnov [1999], bardziej dostosowane do miejscowych warunków tego obszaru są hybrydy należące do sekcji topól białych. W plantacjach złożonych z hybryd należących do sekcji topól czarnych po przekroczeniu wieku 22-23 lat zaczynają pojawiać się suchoczuby, zaś drzewa są atakowane przez choroby i szkodniki. Dlatego też należałoby rozważyć w takich przypadkach skrócenie wieku rębności dla plantacji do 18-20 lat, czyli prowadzenie ich jako typowe plantacje o średnim cyklu według Muchsa [1986], nie rezygnując z międzyrzędowej uprawy roślin łąkowych.

Wnioski

- ✦ Doświadczenia potwierdziły duży potencjał produkcyjny wybranych hybryd topoli, wynoszący od 29 do 44 m³/ha drewna rocznie. Uzyskane wyniki zbliżone są do wartości uzyskanych w różnych okresach również w innych lokalizacjach południowego wschodu Kazachstanu. Bardziej dostosowane do miejscowych warunków tego obszaru są hybrydy należące do sekcji topól białych.
- ✦ Pomimo dużej odległości i odmiennych warunków przyrodniczych wyniki uzyskane w warunkach środkowej Azji zbliżone są tych, jakie uzyskiwane są w krajach europejskich, w tym w Polsce, a w wielu wypadkach je przewyższają.
- ✦ Zakładanie plantacji topolowych z odpowiednio wyselekcjonowanych odmian jest jednym z obiecujących sposobów rekultywacji zasolonych gleb południowo-wschodniej części Kazachstanu. Dzięki temu, oprócz pozyskiwania surowca drzewnego i biomasy, możliwe jest wykorzystanie plantacji jako źródła paszy i siana dla zwierząt gospodarskich.

✦ Ze względu na pojawiające się po przekroczeniu 22-23 lat suchoczuzy oraz oznaki uszkodzeń od owadów, szczególnie na plantacjach złożonych z hybryd należących do sekcji topól czarnych, wiek rębności plantacji nie powinien przekraczać 20 lat.

Literatura

- Bajzakov S., Iskakov S., Mukanov B., Toktasynov Ž., Sarsekova D. N., Žorabekova Ž. 2010. Spravocznik lesniczego Kazachstana. Ministerstwo Rolnictwa Republiki Kazachstan, Komitet Leśnictwa i Łowiectwa. Astana.
- Berndes G., Hoogwijk M., van den Broek R. 2003. The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies. *Biomass and Bioenergy* 25: 1-28.
- Bessezetnov P. P. 1999. Gibridnyje topolya i ich rol v povyszenii produktivnosti lesov Kazachstana. *Issledovaniya* 4: 25-28.
- Bessezetnov P. P., Eleszev R. E., Iskakov S. I. 1988. Vyraszczivaniye sazhencev gibridnyh topoley v uslovyah yugo-vostoka Kazachstana. Alma-Ata. KazSHI.
- Improving lives with poplars and willows. *Synthesis of Country Progress Reports*. 2012. 24 Sesja Międzynarodowej Komisji ds. Topoli (International Poplar Commission), Dehradun, Indie, 30 października – 2 listopada 2012. Working Paper IPC/12. Forest Assessment, Management and Conservation Division. FAO. Rzym.
- Iskakov S. I. 1969. Vyraszczivaniye topoley v usloviach yugo-vostoka Kazachstana. Autoreferat pracy doktorskiej. Alma-Ata.
- del Lungo A., Ball J., Carle J. 2006. Global planted forests thematic study. Results and analysis. FAO Forestry Department, Planted Forests and Trees Working Paper FP-38.
- McKendry P. 2002. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology* 83: 37-46.
- Muchs H-J. 1986. Kurzumtriebs-Plantagen. *Allgemeine Forst Zeitschrift* 51/52: 1313-1316.
- Muszegian A. M. 1962. Derevyia i kustarniki Kazachstana. Alma-Ata.
- Nabuurs G-J, Päävinen R., Pussinen A., Schelhaas M-J., Schuck A. 2000. European Forests in 2050. What Will They Like? *EFI News* 8 (2): 10-11.
- Sarsekova D. N. 2009. Plantacjonnyye kultury topoley na selekcyonnom uchastke „Ławar” w yugo-vostochnom Kazachstane. *Agrarnyj vestnik Urala* 6 (60): 73-76.
- Sarsekova D. N. 2012. *Technologiya polivnogo lesovodstva na yugo-vostoke Kazachstana. Lesnyje plantacii v Kazachstane*. Lambert Academic Publishing.
- Sedjo R. A., Botkin D. 1997. Using Forest Plantations to Spare Natural Forests. *Environment* 39 (10): 15-20, 30.
- Zajączkowski K., Wojda T. 2012. Plantacje topolowe w przyrodniczych warunkach Polski. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie* R. 14. Zeszyt 33 (4): 136-142.
- Zwoliński J. 2008. Rola leśnictwa plantacyjnego w warunkach kryzysu środowiskowego i surowcowego świata. *Leśne Prace Badawcze* 69 (4): 371-379.

SUMMARY

Productivity of the selected poplar cultivars in the plantation conditions in south-eastern Kazakhstan

There is a steady increase in area of forest trees plantations observed in the contemporary world. The reason for great interest in plantations is, among others, an increasing demand for wood, the need to ensure the protection of natural forests, constantly increasing forest area covered by various forms of protection and the increasing demand for renewable energy, also in the context of climate change mitigation. The topic of forest plantations is particularly important in countries with low forest cover, where the demand for wood is particularly high. These countries include, among others, Kazakhstan, where forests cover only 4.6% of the area. This situation is amplified by the fact that the forested areas, located mainly in the northern part of the country, have constantly decreased due to fires and illegal timber harvesting. Therefore, in Kazakhstan the cultivation of fast-growing trees and shrubs is the most effective way to increase the productivity of forests, increase wood resources and shorten the period of its utilization. This is reflected by a constantly

growing area of plantations, as well as many research and development projects aimed at providing information on the productivity of selected species and cultivars, their economic efficiency and development of technologies and nurture the establishment of plantations. The main goal of this paper is to present the results of research on the productivity of selected cultivars of poplar and the possibility of their growing in the conditions of southeastern Kazakhstan. The study was conducted on the experimental plantation 'Lawar' (43,569447°N; 78,087362°E), a part of the research started in 1968 in the vicinity of Chilik village in Almaty region. Among many tested cultivars, several promising hybrids were selected, out of which two proved to be particularly successful: 62027-1 hybrid and Kazakh poplar, which were tested in three different spacings: 2,5×1, 3×1,5 and 3×2 m (stocking of 4000, 2220 and 1667 trees per ha, respectively). The conducted experiments confirmed the high production potential of the selected hybrid poplars. The average volume of the individual trees' trunks at the age of 23 years may reach between 0,4 and 0,5 m³, the total growing stock can be up to 800-1000 m³/ha and the mean annual increment from 29 to 44 m³/ha of wood per year. The presented results are similar to the values obtained at different times and in other locations in the region. Despite the large distances and different environmental conditions, the results are similar to those obtained in European countries, including Poland, and in many cases exceed them. More adapted to the local conditions proved to be hybrids belonging to a section of white poplars. Due to dying tree tops and signs of damage from insects emerging at age exceeding 22-23 years, observed especially in plantations consisting up of hybrids belonging to the black poplars section, plantation rotation should not exceed 20 years. Establishing the poplar plantations using carefully selected varieties is also one of the promising ways for reclamation of the saline soils of south-eastern Kazakhstan. Along with the timber and the possible use of biomass, plantations can be also used as a source of feed and hay for livestock.